

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO
DOCENTE/DISCENTE E *PRÁXIS* EM ESCOLA
PÚBLICA NA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ**

FLÁVIO IBIAPINA RODRIGUES

ORIENTADORA: PROF. DR^A. FRANCIELLE ALLINE MARTINS

COORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO MARCOS DE ALMEIDA

**Teresina – PI
2020**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO
DOCENTE/DISCENTE E *PRÁXIS* EM ESCOLA
PÚBLICA NA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ**

FLÁVIO IBIAPINA RODRIGUES

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 obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Francielle Aline Martins

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida

Teresina – PI

2020

MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO DOCENTE/DISCENTE E PRÁTICAS EM ESCOLA PÚBLICA NA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ

FLÁVIO IBIAPINA RODRIGUES

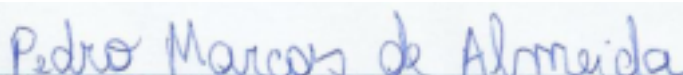
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 30 de outubro de 2020.

Membros da Banca:



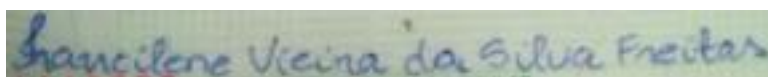
Prof. Dra. Francielle Alline Martins
(Presidente da Banca - UESPI)



Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida
(Membro Titular - UESPI)



Prof. Dra. Emília Ordones Lemos Saleh
(Membro Titular - UESPI)



Prof. Dra. Francilene Vieira da Silva Freitas
(Membro Titular – UNINASSAU/UEMA)

Teresina – PI
2020

À minha esposa e filhos, pela resiliência durante a superação dos obstáculos nesse laborioso período. À minha mãe e irmãos pelo apoio e pelas orações.

RELATO DO MESTRANDO

O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) foi uma oportunidade singular de enriquecimento pessoal e profissional. O estímulo em participar do seletivo teve por fundamento a necessidade de qualificação profissional. O PROFBIO oportunizou tanto o acesso a conhecimentos da fronteira do saber biológico, como elencou diversos mecanismos através dos quais esses saberes pudessem gerar aprendizagem nos alunos.

Com o PROFBIO pude analisar estratégias de ensino-aprendizagem em que o aluno é sujeito ativo na construção do conhecimento, como no Ensino por Investigação. Outros pontos marcantes do Mestrado foram: a atualidade dos tópicos abordados em cada tema; a associação entre teoria e prática; a excelsa qualificação do corpo docente do Programa; e a agradável e dedicada companhia dos colegas nos encontros semanais.

Vários foram os momentos que merecem destaque, todavia, correndo o risco de ser injusto, elenco três situações: 1) no desenvolvimento da primeira aplicação (à época nominada intervenção), ficou patente que os alunos desconheciam a composição de muitos dos alimentos que eles consomem diariamente, e que a ingestão exagerada de alguns desses nutrientes está na origem de patologias, epidemiologicamente, frequentes na comunidade escolar, como por exemplo: diabetes mellitus tipo 2 e hipertensão arterial sistêmica; 2) aula prática na qual se promoveu a extração de DNA de banana (*Musa spp*). Essa atividade, que pode ser realizada com materiais comuns e de fácil obtenção, estimula os alunos a compreender a biologia como algo palpável e que faz parte do cotidiano e não obrigatoriamente associada a modernos laboratórios, grandes centros de pesquisa etc.; e 3) o estudo de ferramentas estatísticas da disciplina optativa: “Tratamento de Dados da Informação” foi essencial para a compreensão de como os dados devem ser coletados, tratados, analisados e apresentados a fim que possam gerar informações corretas que ensejem tomada de decisões.

AGRADECIMENTOS

- ❖ Agradeço a Deus, causa primeira de todas as coisas.
- ❖ A professora Francielle Aline Martins, pela paciência e dedicação.
- ❖ A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Estadual do Piauí (UESPI) pela dura tarefa de promover essa pós-graduação em bases firmes e de qualidade.
- ❖ Ao todos os professores do PROFBIO na Instituição que não mediram esforços para fomentar o processo ensino aprendizagem em bases investigativas.
- ❖ A Secretaria de Estado da Educação (SEDUC) pela concessão de afastamento de minhas atividades docentes.
- ❖ A equipe de gestores da Unidade Escolar Professora Luzia Seixas de Oliveira Aquino (Prof^a. Elena Seixas, Prof^a. Rayka Regina, Prof. José Francisco, Prof^a. Ana Júlia).
- ❖ Ao Presidente da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAIE) de Buriti dos Lopes: Francisco Valdo Nascimento Porto.
- ❖ Aos meus irmãos de jornada: Delvânio e Emanuel pela amizade e valorosa companhia.
- ❖ Vale ressaltar que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“O universo é um mutante de erros dos quais a vida apareceu.”
(Charles Darwin)*

RESUMO

RODRIGUES, F. I. **Mutações Genéticas: Percepção Docente/Discente e Práxis em Escolas Públicas na Planície Litorânea do Piauí.** 2020. 114p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

As mutações genéticas são condições biológicas em que ocorrem alterações na informação genética celular. Embora percebidas como negativas e geralmente associadas a doenças, as mutações desempenham importante papel no processo evolutivo e de melhoramento genético. Esse estudo objetiva avaliar a percepção de docentes e de discentes da 3ª série em escolas públicas no interior do Piauí no que se refere ao estudo das mutações genéticas e propor uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que facilite o processo ensino-aprendizado. Após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer nº 3.271.619), o estudo foi desenvolvido nas escolas públicas estaduais da Planície Litorânea do Piauí. Os dados foram coletados por meio de questionários disponibilizados na plataforma *Google Forms*®. O questionário docente mostrou que: 74% dos professores possuem especialização; 58% ministram pelo menos 24 aulas semanais; 72% afirmam que a falta de conhecimento prévio dos alunos dificulta o ensino das mutações; 46% dizem que a abordagem nos livros didáticos é quase sempre superficial. Para 41% dos estudantes as mutações com o processo evolutivo enquanto; 53% dos alunos consideram que as mutações são alterações no DNA que podem ser herdadas pais ou adquiridas ao longo da vida. Partindo dos dados do questionário discente desenvolveu-se na turma de aplicação uma SEI de abordagem do tema. Os produtos desenvolvidos foram: um *blog on-line* para a divulgação dos materiais produzidos; e uma sequência de ensino investigativa que melhore o processo ensino-aprendizagem acerca do tema. O desenvolvimento desse estudo melhorou a compreensão da forma como alunos e professores percebem o processo ensino-aprendizagem das mutações genéticas. A análise dos dados relacionados com a aplicação da SEI nos permitiu descobrir o quanto esse tipo de metodologia ativa é capaz de melhorar a qualidade do processo de construção do conhecimento por meio do envolvimento dos alunos.

Palavras – chave: Ensino-Aprendizagem; Mutações; Metodologia Ativa; Sequência de Ensino.

ABSTRACT

RODRIGUES, F. I. **Genetic Mutations: Teacher / Student Perception and Praxis in Public Schools in the Coastal Plain of Piauí.** 2020. 114p. Master's Degree Work (Master in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina

Genetic mutations are biological conditions in which changes in cellular genetic information occur. Although perceived as negative and generally associated with disease, mutations play an important role in the evolutionary and genetic improvement process. This study aims to assess the perception of third grade teachers and students in public schools in the interior of Piauí with regard to the study of genetic mutations and to propose an Investigative Teaching Sequence (ITS) that facilitates the teaching-learning process. After approval by the Research Ethics Committee (Opinion N°. 3,271,619), the study was developed in the state public schools of the Plain of the Coast of Piauí. Data were collected through questionnaires made available on the Google Forms® platform. The teaching questionnaire showed that: 74% of teachers have specialization; 58% teach at least 24 lessons per week; 72% say that the students' lack of prior knowledge makes it difficult to teach mutations; 46% say that the approach in textbooks is almost always superficial. For 41% of students, mutations with the evolutionary process while; 53% of students consider that mutations are changes in DNA that can be inherited from parents or acquired throughout life. Based on the data from the student questionnaire, a ITS to approach the topic was developed in the application class. The products developed were: an online blog for the dissemination of the materials produced; and an investigative teaching sequence that improves the teaching-learning process on the topic. The development of this study improved the understanding of how students and teachers perceive the teaching-learning process of genetic mutations. The analysis of data related to the application of ITS allowed us to discover how much this type of active methodology is able to improve the quality of the knowledge construction process through the involvement of students.

Keywords: Teaching-Learning; Mutations; Active Methodology; Teaching Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Representação do ciclo investigativo proposto por Pedaste <i>et al.</i> (2015) apud Scarpa e Campos, 2018.....	28
Figura 4.1	Municípios sob Jurisdição da 1ª Gerência Regional de Educação na Planície Litorânea do Piauí.	33
Figura 5.1	A) Titulação mais elevada dos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI). B) Ano de obtenção do Título.	38
Figura 5.2	Número de escolas em que lecionam os docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI).....	41
Figura 5.3	Número de aulas ministradas semanalmente pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI).....	42
Figura 5.4	Tempo de experiência e atuação no ensino dos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI)	43
Figura 5.5	Materiais e/ou Ambientes Pedagógicos utilizados pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI).....	44
Figura 5.6	Dificuldades enfrentadas pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI) no processo ensino-aprendizagem em relação às mutações genéticas.....	45
Figura 5.7	Percepção dos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI) acerca da abordagem do assunto “Mutações Genéticas” nos livros didáticos.....	46
Figura 5.8	Estratégias utilizadas pelos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI) como facilitadoras no processo ensino – aprendizagem de mutações genéticas.....	47
Figura 5.9	Percepção dos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI) acerca dos conhecimentos prévios dos alunos relacionados às mutações genéticas	48
Figura 5.10	Frequência percentual das respostas dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio à Questão 1: “O que pensam primeiro quando ouvem a palavra mutação?”.....	49
Figura 5.11	Frequência percentual das respostas dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio à Questão 2: “Em relação às mutações genéticas marque a alternativa correta:”	51
Figura 5.12	Frequência percentual de acertos no teste de sondagem (Apêndice C)	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Instituições de Ensino Médio sob Jurisdição da 1ª Gerência Regional de Educação na Planície Litorânea do Piauí.....	33
Tabela 4.2	Distribuição de Alunos por Turma de Ensino Médio na Unidade Escolar.	35
Tabela 4.3	Cronograma de Atividades Desenvolvidas na Sequência Didática.....	36
Tabela 5.1	Percentual de acertos dos alunos em relação às afirmativas da Questão 3: “Julgue (F) se falso, (V) se verdadeiro e (-) não sei”	53
Tabela 5.2	Compilação das respostas dos alunos ao Estudo Dirigido sobre os Filmes: “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015)”	60
Tabela 5.3	Avaliação da Sequência Didática pelos alunos que participaram das atividades propostas, com notas de 0 a 5 (n=16 alunos).....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC** – Alfabetização Científica;
- ACS** – Agente Comunitário de Saúde;
- ALD** – Adrenoleucodistrofia;
- APAE** – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais;
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular;
- BPC** – Benefício de Prestação Continuada;
- CCS** – Centro de Ciências da Saúde;
- CEEP** – Centro Estadual de Educação Profissional;
- CEEPRU** – Centro Estadual de Educação Profissional Rural;
- CEJA** – Centro de Educação de Jovens e Adultos;
- CEP** – Comitê de Ética em Pesquisa;
- CETI** – Centro de Ensino de Tempo Integral;
- CNS** – Conselho Nacional de Saúde;
- DNA** – Ácido desoxirribonucleico;
- EJA** – Educação de Jovens e Adultos;
- ELA** – Esclerose Lateral Amiotrófica;
- GIF** – *Graphics Interchange Format*;
- GRE** – Gerência Regional de Educação;
- HAS** – Hipertensão Arterial Sistêmica;
- HF** – Hipercolesterolemia Familiar;
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- IHME** – *Health Metrics and Evaluation*;
- INCA** – Instituto Nacional do Câncer;
- INEP** – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira;
- INSS** – Instituto Nacional de Seguridade Social;
- LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional;
- MERRF**– Epilepsia Mioclônica com Fibras Vermelhas Anfractuadas;
- OPAS** – Organização Pan – Americana de Saúde;
- PNE** – Plano Nacional de Educação;
- RNA_r** – *Ribonucleic Acid ribosomal* - Ácido Ribonucleico Ribossômico;
- RNA_t** – *Ribonucleic Acid transport* - Ácido Ribonucleico Transportador;
- SEI** – Sequência Didática Investigativa;

SEDUC – Secretaria de Estado da Educação;

SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade;

SMS – Secretaria Municipal de Saúde;

STI – Sistema de Informações Territoriais;

SUPEN – Superintendência de Ensino;

SUS – Sistema Único de Saúde;

TCLE – Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento;

UE – Unidade Escolar;

UESPI – Universidade Estadual do Piauí.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	16
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Mutações Genéticas: Aspectos Conceituais e Históricos.....	18
2.2 Processo Ensino-Aprendizagem de Genética/ Mutações Genéticas	22
2.3 Alfabetização Científica, Ensino Investigativo e Mutações Genéticas.....	27
3 – OBJETIVOS.....	31
3.1 Objetivo Geral	31
3.2 Objetivos Específicos	31
4 – METODOLOGIA	32
4.1 Avaliação da Percepção dos Docentes que Atuam nas Escolas da 1ª GRE	32
4.2 Comunidade Escolar e Percepção Discente	35
4.3 Aplicação da Sequência Didática e Construção do Conhecimento.....	36
4.4 Disponibilização On-line dos Produtos Desenvolvidos.....	38
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
5.1 Percepção dos Docentes que Atuam nas Escolas da 1ª GRE.....	39
5.2 Percepção Discente	48
5.3 Aplicação da Sequência de Ensino e Construção do Conhecimento.....	57
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
8 – PRODUTOS.....	75
8.1 Sequência de Ensino: “MITOS E VERDADES SOBRE MUTAÇÕES GENÉTICAS”	75
8.2 Blog.....	93
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DOCENTE.....	94
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DISCENTE	96
APÊNDICE C: TESTE DE SONDAÇÃO.....	98
APÊNDICE D: AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	101
ANEXO A: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	102
ANEXO B: MEMORIAL DA APAE DE BURITI DOS LOPES.....	107

1. INTRODUÇÃO

A genética é um dos temas centrais da Biologia e a compreensão dos conceitos essenciais dessa área é fundamental para a análise e desmistificação de muitas situações práticas e do cotidiano, por exemplo: o ganho de produtividade do agronegócio, os seres transgênicos, o desenvolvimento de vacinas, o diagnóstico e tratamento de doenças, os transplantes de órgãos e tecidos etc.

Tendo em vista a importância dos avanços tecnocientíficos experimentados pela genética e ciências biológicas nas últimas décadas, a escola tem, entre suas funções, o papel de inserir os alunos na compreensão dessas realidades práticas. Porém, quando analisamos o processo ensino aprendizagem que se desenvolve na escola, constata-se que os professores, em grande medida, assumem uma abordagem demasiadamente expositiva, supervalorizando ideias e conceitos teóricos, como se estes não guardassem ligação com a realidade discente (SOUSA *et al.*, 2016).

Em se tratado do estudo das mutações genéticas, as problemáticas acima referidas assumem maior proporção, já que a compreensão das mutações genéticas requer, por parte dos discentes, o conhecimento prévio de conceitos como: estrutura e função dos ácidos nucléicos, replicação de material genético, compreensão do “conceito de gene”, expressão gênica, síntese proteica, núcleo celular, morfofisiologia dos cromossomos, epigenética, fatores mutagênicos, divisão celular e seus mecanismos de regulação (SILVEIRA; AMABIS, 2003).

Também é importante destacar que as dificuldades do processo ensino-aprendizagem não se restringem somente a aspectos metodológicos, situações como: deficiências de aprendizagem em séries anteriores, “semianalfabetismo científico”; indisciplina em sala de aula, vastidão do currículo escolar, falta de perspectiva em relação ao futuro e infraestrutura escolar precária são apenas alguns exemplos de fatores que afetam diretamente a qualidade da aprendizagem (GRIFFITHS, 2016; FEIJÓ, 2009; BELMIRO, 2017).

No contexto desse conjunto de dificuldades, a Alfabetização Científica (AC) torna-se uma importante ferramenta de superação desses obstáculos. A AC pode ser compreendida como o processo através do qual os educandos são levados

a explicar e compreender o mundo natural à luz dos princípios científicos descobertos e desenvolvidos por diversos pesquisadores ao longo da história (CHASSOT, 2003).

Pode-se citar como exemplos de técnicas que facilitam o processo de AC: a estruturação e o desenvolvimento de atividades práticas, o uso de simulações, a exibição de filmes, a utilização de modelos didáticos, os jogos educativos, e as sequências de ensino/didáticas (LEÃO *et al.*, 2018).

As sequências didáticas podem ser compreendidas como o planejamento e a estruturação de um conjunto de atividades e de intervenções que objetivam impulsionar o processo ensino-aprendizagem (PEREIRA-FERREIRA, 2017). As sequências didáticas podem ser construídas de várias formas, e uma das maneiras de construí-las é pelo viés investigativo. As sequências didáticas investigativas são aquelas em que o discente torna-se ator central do processo ensino-aprendizagem. Nesse tipo de sequência, parte-se da problematização dos assuntos estudados e do desenvolvimento das etapas do método científico para responder as questões levantadas na fase inicial (SUART; MARCONDES, 2009; CLEOPHAS, 2016).

O Ensino por Investigação é pautado no uso de estratégias didáticas que envolvam ativamente os alunos no processo ensino-aprendizagem. Isso pode ser feito através da geração de questões e problemas em que a investigação é condição para resolvê-los. Nesse processo deve ser considerada a coleta, a análise, a interpretação de dados, a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexões desenvolvidas ao longo do processo (MELVILLE *et al.*, 2008).

Considerando os pontos acima destacados, percebe-se que é central o desenvolvimento de metodologias diferenciadas, principalmente aquelas apoiadas no ensino por investigação, que motivem os alunos a se tornarem entes ativos do processo ensino-aprendizagem.

Desta forma, este estudo teve por objetivo: identificar e analisar as principais dificuldades e desafios dos docentes no processo ensino-aprendizagem em relação ao estudo das mutações; identificar o conhecimento prévio dos alunos acerca de mutações; tornar os alunos, no contexto da sequência didática, agentes ativos do processo ensino-aprendizado das mutações genéticas; proporcionar um momento reflexão aos alunos em relação à inclusão na sociedade das pessoas portadores de síndromes genéticas e divulgar o material produzido em ambiente virtual.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mutações Genéticas: Aspectos Conceituais e Históricos.

A genética pode ser compreendida como o estudo sistemático da herança biológica, da variação hereditária e dos processos relacionados. A hereditariedade, do latim: *heres*, herdeiro refere-se ao processo de transmissão de certas características e suas variações de uma geração para outra (REECE *et al.*, 2015).

Durante o processo de transmissão do material genético, os segmentos de DNA estão em permanente estresse modificativo. Frequentemente, a composição química dos nucleotídeos pode ser alterada por agentes: físicos, químicos ou biológicos; sejam naturais ou artificiais. Em sentido amplo, as mutações genéticas podem ser compreendidas como quaisquer alterações no conjunto gênico de um organismo que não podem ser atribuídas pela recombinação de variabilidade genética pré-existente. Essas mutações podem ser divididas em três grandes grupos: as que alteram o número de cromossomos (aneuploidia e euploidia), as modificações na estrutura cromossômica (aberrações cromossômicas) e as transformações em genes individuais (ZAHA *et al.*, 2014).

Hugo De Vries publicou, em holandês, nos anos de 1901 e 1903 os dois volumes de "*Die Mutations theorie*". Esses livros só ganharam maior repercussão quando de sua edição em língua inglesa em 1909 e 1910 com o título: "*The Mutation Theory*", sendo o primeiro volume: "*The Origin of Species by Mutation*" e o segundo: "*The Origin of Varieties by Mutation*". Nessa vasta obra, De Vries, resumiu o conteúdo de suas descobertas e teorizou que a origem das espécies se faz por meio de variação descontínua, ou seja, o surgimento de novas espécies se faz por processos que não são lentos nem ocultos, eles ocorrem aos saltos e têm sua gênese nas mutações (THISLTON-DYER, 1910). Contudo, o que De Vries chamava de mutação, era na realidade derivado da recombinação e da variabilidade genética pré-existente.

A teoria da mutação de De Vries teve entre seus adeptos Thomas Hunt Morgan. Morgan acreditava que o processo evolutivo era predominante saltacional;

que apenas as variações descontínuas podiam ser transmitidas e herdadas; e que a ação da seleção natural era limitada para explicar a evolução. Contudo, após vários experimentos realizados com *Drosophila melanogaster* (mosca-das-frutas), em 1916 Morgan reconheceu a compatibilidade entre as descobertas de Mendel e aspectos da teoria de evolução proposta por Darwin, abandonando as proposições de De Vries (MARTINS; BRITO, 2006).

Durante suas pesquisas, Morgan também passou a considerar que a seleção natural é capaz de gerar as formas intermediárias, podendo restringir, ampliar ou eliminar genes de uma população. Essa é a explicação, por exemplo, para a diversidade no tamanho da cauda em pombos ou da célula em *Paramecium*, (MARTINS; BRITO, 2006). Os estudos de Morgan e colaboradores acabaram revelando vários dos princípios básicos da hereditariedade, da herança ligada ao sexo, da epistasia, dos alelos múltiplos e mapeamento gênico (PIERCE, 2016).

Do ponto de vista historiográfico-científico, podemos elencar três grandes marcos temporais da genética: primeiro os trabalhos de Mendel e sua redescoberta por De Vries (1859 e 1900, respectivamente); segundo, em 1953 Watson e Crick descobrem que a molécula de DNA é uma estrutura em dupla-hélice e terceiro o Projeto Genoma Humano, do final do século XX e início do século XXI que sequenciou os genes humanos (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Boa parte da compreensão que temos hoje dos processos genéticos só foi possível com o desenvolvimento da biologia molecular e de suas técnicas de análise. Esse ramo da biologia contribuiu tanto para um melhor entendimento do funcionamento do DNA e dos mecanismos da hereditariedade, como permitiu a criação de tecnologias, como: seres transgênicos, edição genética, clonagem, detecção precoce de doenças hereditárias, testes de paternidade etc. (XAVIER *et al.*, 2006).

Assim, tendo por base as informações acima destacadas pode-se afirmar que é falsa a concepção segundo a qual as mutações genéticas são eventos frequentemente prejudiciais e deletérios; em grande medida, as mutações estão associadas ao processo evolutivo. Fenômenos como a variação genética (gerada pelas mutações) e a recombinação alélica (produzida principalmente pela reprodução sexuada) são eventos aleatórios e espontâneos, sobre os quais atuam as várias forças capazes de alterar o *pool* gênico de certo grupo de organismos. E

são dessas forças que surgem as pressões seletivas ambientais que ocasionam o processo evolutivo através da seleção natural (PIERCE, 2016).

É importante destacar que existem mutações genéticas que não geram nenhum efeito fenotípico. Entre os motivos para esse fenômeno está o fato de que apenas 1,5% do genoma humano contêm sequências de genes que codificam proteínas ou são transcritas de RNAr ou RNAt. O restante do DNA é composto por: sequências reguladoras (5%), íntrons (~20%), DNA não codificante único (15%), DNA repetitivo não relacionado com os elementos de transposição (14%), DNA repetitivo que inclui elementos de transposição e sequências relacionadas (44%) (REECE *et al.*, 2015).

Ainda analisando o fato de algumas mutações serem inócuas fenotipicamente, Nussbaum *et al.* (2016) afirma:

Uma mutação cromossômica pode não afetar uma parte crucial do genoma e pode não ter nenhum efeito fenotípico. Uma mutação dentro de um gene pode não ter nenhum efeito porque a mudança não altera a sequência primária de aminoácidos de um polipeptídeo ou porque, mesmo que o faça, a mudança resultante na sequência do aminoácido codificado não altera as propriedades funcionais do polipeptídeo. Nem todas as mutações, portanto, tem consequências clínicas (NUSSBAUM, *et al.*, 2016. p. 70).

O mesmo autor, discorrendo sobre a incapacidade de algumas mutações de gerar alterações perceptíveis destaca que muitas mutações podem ser seletivamente neutras:

A maioria destas variações não está na sequência codificante, mas sim em sequências extragênicas ou em regiões não - codificantes dos cromossomos. Durante o curso da evolução, o constante influxo de novas variações de nucleotídeos garantiu um alto grau de diversidade genética humana e médica. A diversidade genética pode se manifestar como mudanças nos padrões de coloração dos cromossomos, como variação de proteínas, como mudanças de nucleotídeos no DNA ou como doença (NUSSBAUM, *et al.*, 2016. p. 76).

Portanto, mesmo frequentes, espontâneas e resultantes do próprio processo de duplicação do DNA, muitas mutações genéticas não têm qualquer repercussão fenotípica. Merecer destaque o fato de que cada ser humano herda aproximadamente 100 novas mutações de cada um de nossos genitores. Felizmente a maioria delas não causa qualquer alteração facilmente mensurável (GRIFFITHS, 2016).

Por outro lado, é importante considerar que várias doenças humanas têm sua origem em mutações genéticas, dentre elas podemos citar: acondroplasia, albinismo, anemia falciforme, cânceres diversos, daltonismo, diabetes (alguns tipos), distrofia muscular de Duchenne, doença de Alzheimer, doença de Charcot-Marie-Tooth, doença de Huntington, doença de Tay-Sachs, doença de Wilson, doença do rim policístico, Epilepsia Mioclônica com Fibras Vermelhas Anfractuadas – MERRF, Esclerose Lateral Amiotrófica – ELA, fenilcetonúria, fibrose cística, hemocromatose, hemofilia, Hipercolesterolemia Familiar (HF), holoprosencefalia (forma não-sindrômica), leucemia mieloide crônica, polipose adenomatosa familiar, progéria ou Síndrome de Huntchinson-Gilford, retinoblastoma, síndrome de triplo X, síndrome Cri-du-chat, síndrome de Crouzon, síndrome de Down, síndrome de Edwards, síndrome de Klinefelter, síndrome de Marfan, síndrome de Miller-Dieker, síndrome de Patau, síndrome de Prader-Willi, síndrome de Turner, síndrome do duplo Y, síndrome do X frágil, talassemia e xerodermapigmentoso (BORGES-OSÓRIO; ROBINSON, 2013; NUSSBAUM, *et al.*, 2016).

Um fato que recebe pouca ênfase é a importância das mutações na origem de novas espécies, notadamente de vegetais. Estimativas dão conta que aproximadamente 40% das plantas em geral, 50% das angiospermas e de 70 a 80% das gramíneas (*Poaceae*) são poliploides. A poliploidia é uma forma de mutação muito frequente em vegetais e é o principal mecanismo pelo qual surgem e evoluem novas espécies de plantas. Os poliploides incluem triploides (3n), tetraploides (4n), pentaploides (5n) e até números maiores de conjuntos de cromossomos. Os vegetais poliploides podem apresentar maior produtividade ou oferecer algumas características economicamente importantes como: uva e melancia sem sementes, frutos mais doces, taxa de crescimento e frutificação mais acelerada etc. (GRIFFITHS, 2016; PIERCE, 2016).

Nos vegetais, a poliploidia é o resultado de múltiplas poliploidizações. Os dois principais tipos de poliploidia são a autopoliploidia, na qual todos os conjuntos de cromossomos são de uma única espécie, e a alopoliploidia, em que os conjuntos de cromossomos são oriundos de duas ou mais espécies distintas. São exemplos de vegetais cuja origem é poliploide e que são importantes para na agricultura: algodão, aveia, banana, batatas, cana-de-açúcar, melancia, trigo e uva. Embora menos comum, já foram descritas algumas espécies de animais poliploides como: alguns invertebrados, peixes, salamandras, sapos e lagartos. Durante muito tempo não

foram identificados mamíferos poliplóides, contudo em 1999 foi descrita uma espécie de rato tetraploide na Argentina (GRIFFITHS, 2016; PIERCE, 2016).

Considerando a complexidade dos temas elencados, faz-se necessária a implementação de estratégias para a o desenvolvimento de um processo ensino-aprendizagem que dialogue com a realidade concreta dos alunos e que possa torná-los protagonistas na construção do conhecimento.

2.2. Processo Ensino-Aprendizagem de Genética/ Mutações Genéticas

O processo ensino-aprendizagem pode ser entendido como o resultado de complexas interações comportamentais entre professores e alunos. O “ensinar” e o “aprender” são naturais da interação humana e são constituídos por práticas e comportamentos que têm graus variáveis de complexidade (KUBO; BOTOMÉ, 2001). No ambiente escolar, esse processo alcança elevado grau de formalização e passa a ser regulado a partir de normas legais (CARNEIRO, 2012).

Entre os documentos que regulam a educação nacional temos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Plano Nacional de Educação (PNE) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), cada um deles com objetivos distintos. A LDB estabelece normas gerais que regulam a educação nacional em todos os níveis; assim como a LDB, o PNE também é uma lei, contudo é periodicamente editado e diferentemente da LDB compreende os diagnósticos sobre a educação, propõe metas e estratégias para o desenvolvimento da educação nacional. A BNCC é uma referência obrigatória a partir da qual as instituições de ensino (públicas ou privadas nos níveis: infantil, fundamental e médio) devem ter por base para a elaboração de seus respectivos currículos escolares (BRASIL, 1996; BRASIL, 2014; BRASIL, 2017).

Na BNCC, o estudo das mutações está contido na Competência 1 das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias no Ensino Médio. Essa competência estabelece como objetivo:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (BRASIL, 2017. p. 540.).

Esse objetivo da BNCC está em sintonia com os significativos avanços que a genética e suas aplicações experimentaram nos últimos 60 anos. Entre essas descobertas podemos citar: desenvolvimento de vacinas e medicamentos; melhoramento genético de animais e vegetais economicamente importantes; análise de DNA e teste de paternidade; diagnóstico e tratamento de doenças etc. Porém, somente a partir dos anos 80 os trabalhos envolvendo o ensino de genética também começaram a aumentar tanto qualitativamente como quantitativamente (RODRÍGUEZ, 1995).

Os primeiros estudos publicados que buscavam basicamente mensurar as dificuldades dos estudantes em relação à biologia já destacavam a genética como um dos pontos críticos no processo ensino-aprendizagem. Desde então, uma vasta bibliografia foi produzida, e nesta verificamos basicamente dois objetivos: estudar as concepções prévias dos alunos em relação a genética e analisar os seus maiores problemas em se promover uma aprendizagem significativa dentro dessa área do conhecimento (SILVEIRA; AMABIS, 2003).

O estudo da genética e de seus subtemas fornece os fundamentos a partir dos quais podemos compreender as leis que regem a hereditariedade, a evolução dos seres vivos e diversos outros assuntos que envolvem a biologia. É importante destacar que a genética é um campo do saber biológico que tem grande visibilidade no meio popular e científico, pois apresenta uma estreita relação com o cotidiano das pessoas e ampla divulgação nos meios de comunicação de massa (CID; NETO, 2005; FRANZOLIN, 2013).

Quando tratamos do ensino de genética, os estudos revelam que entre os alunos as maiores dificuldades de compreensão se relacionam com os seguintes aspectos: mecanismos de hereditariedade; localização do material genético dentro do organismo; relação entre cromossomos, gene, DNA, divisão celular; leis de Mendel e probabilidades; terminologia própria da genética; fragmentação e a descontextualização dos assuntos; resolução de problemas matemáticos; pouco desenvolvimento de atividades práticas; alto nível de abstração de alguns conteúdos; hierarquização do que deve ser ensinado; políticas educacionais; formação de professores; a organização curricular; desatualização dos conteúdos; e a fragmentação no ensino (RODRÍGUEZ, 1995; SILVEIRA; AMABIS, 2003; PAIVA;

MARTINS, 2005; GOLDBACH *et al.*, 2009). Esses problemas são entraves importantes que dificultam o processo ensino-aprendizagem (CID; NETO, 2005).

Essas mesmas dificuldades também são encontradas quando tratamos do processo ensino-aprendizagem de mutações genéticas. Aos problemas destacados acima podemos acrescentar: dificuldade de desenvolver inferências quantitativas simples; inadequação dos mecanismos tradicionais de estudo; a resolução de problemas em genética requer uma capacidade de síntese e de análise as quais muitos alunos não estão acostumados; o processo de ensino normalmente é descontextualizado e enciclopédico (GRIFFITHS, 2008; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018).

Araújo *et al.* (2018) em estudo desenvolvido numa escola pública no município de Floriano, Piauí, destaca o seguinte relato:

*“A genética é uma das áreas da biologia que muitos alunos sentem dificuldades. Observo em minhas aulas, que os alunos chegam sem base do ensino fundamental sem conhecerem conceitos e processos elementares que são necessários para continuar no ensino médio. O grande problema, não só nas minhas turmas que ministro as aulas de Genética, mas de uma forma geral, é a dificuldade em Matemática. Quase a totalidade dos alunos não consegue resolver as quatro operações, os cruzamentos genéticos são outro problema, pois muitas vezes os alunos entendem os conceitos só que não conseguem aplicá-los, por conta desse déficit na Matemática (ARAÚJO *et al.* 2018. p. 26).”*

Convém destacar que a prática docente também é fator determinante na promoção de um processo ensino-aprendizagem efetivo. Nesse contexto, o professor enfrenta e também gera dificuldades, entre as principais duas merecem destaque: práticas pedagógicas desatualizadas e pautadas, em grande medida, apenas pelo livro didático; aulas de caráter eminentemente expositivo, cujo foco principal é a difusão de conteúdos, estes muitas vezes abordados de modo superficial, descontextualizado e mesmo equivocado (OLIVEIRA, 2008).

Do mesmo modo, aspectos sociais igualmente fazem parte do contexto escolar e também são relevantes no processo ensino-aprendizagem. Entre esses fatores podemos citar: desmotivação dos alunos; conflitos na relação aluno-professor; precariedade estrutural das escolas; fragmentação familiar; precariedade das relações interpessoais; insegurança socioeconômica brasileira, incertezas em relação ao mercado de trabalho, indisciplina (FEIJÓ, 2008).

Em se tratando de genética e do estudo das mutações todos os tipos de dificuldades do processo ensino-aprendizagem, quer aquelas relacionadas com o professor; quer aquelas relacionadas com os alunos; ou ainda aquelas relacionadas com o contexto social; todas essas categorias de dificuldade estão amplamente registradas por diversos autores como: Belmiro e Barros (2017); Oliveira *et al.* (2017); Pereira-Ferreira (2017); Silva e Kalhil (2017); Branco *et al.* (2019)

Partindo desse amplo diagnóstico, é possível estabelecer algumas portas de saída, e através delas, superar algumas dessas dificuldades. No trabalho de Sousa *et al.*, 2016, é destacado que:

(...) é preciso que os professores deem maior ênfase no desenvolvimento de atividades que busquem reduzir as carências de formação de base em séries anteriores, por meio de atividades de reforço, que visem sanar as deficiências e promovam uma maior participação dos alunos na construção do conhecimento, por meio do uso de recursos audiovisuais, jogos e atividades práticas, que podem ser as melhores alternativas na construção desse ambiente mais favorável à aprendizagem de conceitos, na medida em que o aluno é levado a refletir, fazer previsões e inter-relacionar objetos e eventos (SOUSA *et al.*, 2016. p. 23).

Um das maneiras de reduzir essa carência e potencializar o processo ensino-aprendizagem são a elaboração e o desenvolvimento de atividades diferenciadas como: composição de paródias, elaboração de mapas conceituais, grupo de verbalização e grupo de observação, júri simulado, jogos didáticos, palestra (oportunização para complementar a formação), fórum de discussão, elaboração de portfólio, estudo de caso, uso de obras cinematográficas etc. (LEÃO *et al.*, 2018).

Há ainda a possibilidade de se combinar várias dessas estratégias numa “sequência didática”. Dentre as várias concepções de sequência destaca-se aquela que pode ser compreendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para o alcance de determinados objetivos educacionais (ZABALA, 1998).

Uma das maneiras de se organizar as sequências didáticas é segmentá-las nas seguintes etapas: 1º sensibilização: levantamento inicial de conhecimentos sobre o assunto a ser trabalhado; 2º problematização: proposição de questões que devem ser colocadas de forma contextualizada com o objetivo de mobilizar os alunos para o assunto a ser trabalhado; 3º organização do conhecimento: desenvolvimento das atividades por meio de diferentes práxis; 4º síntese e

finalização: encerramento e análise das atividades trabalhadas até o momento; e 5ª avaliação: meio através do qual se pode verificar os êxitos e falhas do processo, propondo alterações. É fundamental destacar que essas categorias não são fixas e podem ser modificadas pelo professor de acordo com suas necessidades (SÃO PAULO, 2007).

Como anteriormente destacado, a avaliação é uma das etapas constituintes das sequências didáticas. Nessa perspectiva, ela deve ser processual e acontecer ao longo das aulas, acompanhando o processo ensino-aprendizagem, identificando pontos sensíveis e corrigindo as falhas identificadas. É importante destacar que não se pode compreender a avaliação como instrumento apenas classificatório. Na verdade, ela se presta a verificar falhas da práxis escolar na relação de aprendizagem. A visão classificatória da avaliação faz com que se hipervalorize as notas em vez da aprendizagem (SÃO PAULO, 2007; JORDÃO, 2013).

Motokane *et al.*, 2013, destaca como pontos essenciais das sequências didáticas: partir de uma questão problematizadora; promover a participação ativa dos alunos nas atividades; planejamento das atividades de modo que sejam iniciadas e encerradas no tempo programado; apreensão de conceitos científicos como o foco explícito da aprendizagem; necessária produção de material escrito pelos alunos; diversas fontes de materiais de apoio e para pesquisa; o professor é um agente facilitador do processo de construção do conhecimento.

Especificamente na elaboração de sequências didáticas investigativas, o professor deve estabelecer de modo claro quais são seus desejos em relação ao aluno. No desenvolvimento da sequência investigativa o objetivo central é que os alunos reproduzam em sala de aula as etapas geradoras do conhecimento científico. No ensino por investigação são fornecidos aos estudantes os meios para a elaboração de hipóteses; condições para a resolução de problemas; busca de relação de causalidade entre variáveis; uso de raciocínios hipotético-dedutivos para a explicação da fenomenologia proposta na sequência; elaboração de conclusões, e disseminação dos resultados. Desse modo, o ensino por investigação deve possibilitar mudanças conceituais e o desenvolvimento de ideias que gerem leis, teorias e a construção de modelos (SCARPA; CAMPOS, 2018).

2.3 Alfabetização Científica, Ensino Investigativo e Mutações Genéticas

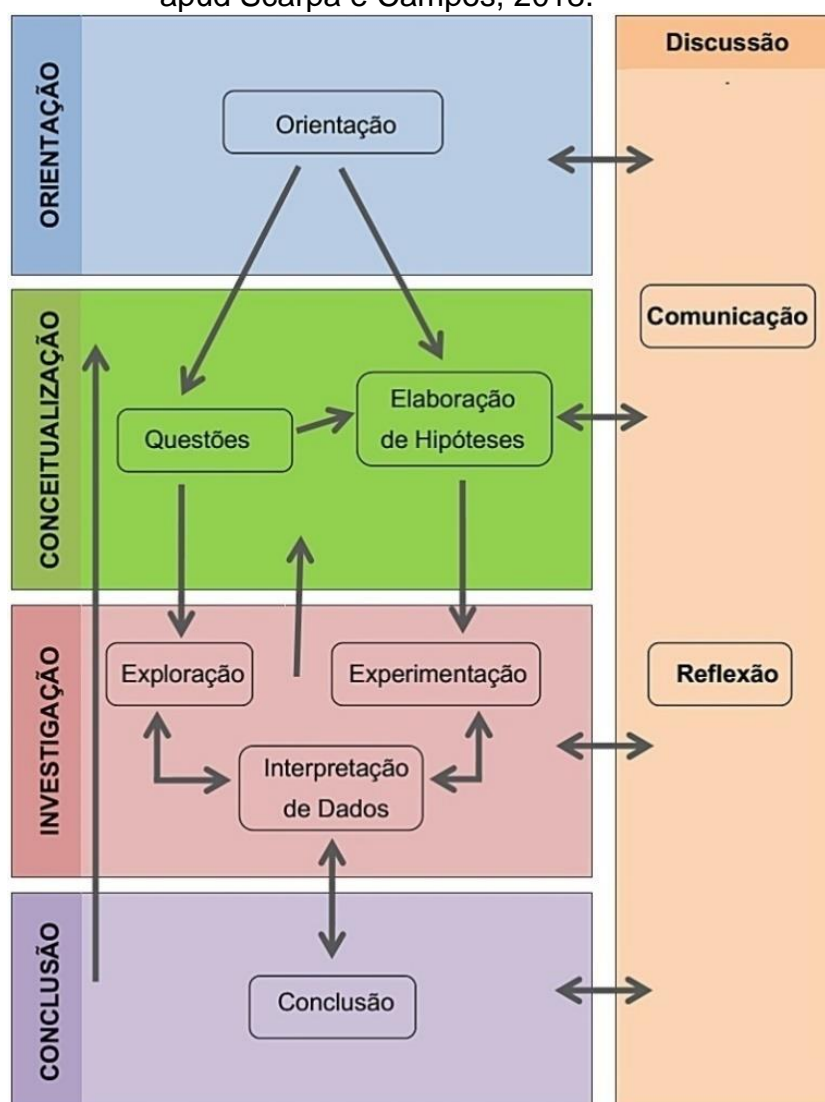
A alfabetização científica pode ser entendida como o processo através do qual aprendemos a "ler" e interpretar o mundo e os fenômenos naturais conforme as leis que homens e mulheres criaram para explicar o mundo natural, é desenvolver o conjunto de conhecimentos necessários para compreender e interagir no mundo da ciência e da tecnologia (CHASSOT, 2003).

O Ensino por Investigação é uma metodologia em que o processo ensino-aprendizagem tem por fundamento as etapas do método científico. Ele parte de situações-problema ou casos de investigação; estimula o questionamento; o planejamento; o recolhimento e a análise de evidências; a proposição de explicações com bases nessas evidências e a comunicação dos resultados. Em última análise o ensino por investigação auxilia os alunos a aprender a fazer ciência (CLEOPHAS, 2016). Portanto, dada a maneira como o ensino por investigação se desenvolve, é instrumento valioso capaz de promover a alfabetização científica dos alunos do Ensino Médio.

Portanto, no ensino por investigação os alunos participam ativamente do processo ensino-aprendizagem, e têm certa autonomia para propor, planejar e debater conjuntamente diferentes pontos de vista. Nesse processo a elaboração de hipóteses é o meio para a construção coletivamente do conhecimento. A coleta, a análise, a discussão dos dados, a proposição de soluções para os problemas levantados, bem como a elaboração de relatórios, auxiliam os alunos no desenvolvimento de habilidades lógico-cognitivas e de cidadania. Na abordagem investigativa, além de levantar as questões-problema, o professor tem o papel de orientador e guia que corrige possíveis trajetórias equivocadas, principalmente no que se refere ao método científico (SUART; MARCONDES, 2009; SCARPA; CAMPOS, 2018).

Uma das formas de representar o Ensino por Investigação é através do ciclo investigativo (Figura 2.1). Embora seja chamado de ciclo investigativo, ele consiste na verdade de uma inter-relação horizontalizada em que todas as etapas do ciclo investigativo exibem certo grau de interconexão (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Figura 2.1 – Representação do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015) apud Scarpa e Campos, 2018.



Fonte: Pedaste *et al.* (2015) apud Scarpa e Campos, 2018

Para Scarpa e Campos, 2018 a promoção do ensino por investigação é uma abordagem que pode ser facilmente adaptada a partir de estratégias tradicionais, como a aula expositiva. Por exemplo: na fase de orientação, procura-se estimular a curiosidade dos alunos acerca de determinado assunto, problematizando temas que possam ser investigadas em sala de aula, por exemplo: as mutações genéticas são prejudiciais para os seres vivos? Esse questionamento estimula a sala de aula discutir o assunto e propor hipóteses (fase de conceitualização): **hipótese 1** – as mutações são sempre malélicas, por exemplo, a síndrome de Down; **hipótese 2** – as mutações podem ser benéficas ou malélicas, depende do caso. A proposição

de apenas duas hipóteses, relativamente simples, abre um amplo campo para pesquisa e discussão.

Na etapa de investigação coletam-se dados que respondam às hipóteses levantadas. Esses dados podem ser reunidos a partir da pesquisa em livros, artigos, reportagens, documentários e filmes relacionados ao tema etc.

A fase de análise e interpretação deve ser desenvolvida a partir da inter-relação entre os dados levantados com as informações e conceitos estudados na etapa anterior. Sempre que possível deve-se estabelecer padrões e fazer uso da linguagem matemática e/ou científica para a organização dos textos, figuras, tabelas e gráficos. Todos esses procedimentos oferecem aos alunos a possibilidade de experimentar atividades frequentes do fazer ciências.

Na conclusão espera-se que os estudantes forneçam explicações corretas e posicionamentos que respondam a problematização inicial. Nessa fase também se pode comparar as hipóteses levantadas e verificar o porquê de uma estar correta e outra não. Também é possível que as conclusões gerem novas hipóteses e o ciclo é reiniciado. É importante destacar que embora a argumentação esteja presente em todas as etapas do ciclo investigativo, é na conclusão que os argumentos “finais” se articulam com as evidências, com os conhecimentos prévios e com os resultados da exploração para construir saberes. E sempre tendo os alunos como agentes ativos do ensino por investigação (SCARPA; CAMPOS, 2018).

É importante ainda destacar que a experimentação, embora fundamental nas ciências biológicas, é uma metodologia específica e muitas vezes indisponível no ambiente escolar. E essa é a razão pela qual a exploração de fontes diversificadas permite a coleta e a sistematização de dados e informações que podem conduzir a evidências que confirmem ou refutem as hipóteses levantadas e responder a problematização inicial (BRASIL, 2006).

Conforme já destacado nos trabalhos de: Rodríguez, 1995; Silveira; Amabis, 2003; Paiva; Martins, 2005; Cid; Neto, 2005; Goldbach *et al.*, 2009 o processo ensino-aprendizagem no campo da genética e das mutações genéticas é afetado por importantes entraves que dificultam o processo ensino-aprendizagem desse conjunto de conhecimentos. Embora essa dificuldade tenha múltiplas fontes uma das maneiras mais eficientes de minimizar as deficiências no ensino e na aprendizagem é o uso de estratégias diferenciadas, especialmente as sequências didáticas investigativas. O uso dessas ferramentas, como o ensino por investigação,

viabiliza condições para sanar os déficits de aprendizagem constatados nos diversos níveis de ensino (LEÃO et al., 2018; SCARPA; CAMPOS, 2018).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

- ❖ Avaliar a percepção docente e discente em escolas públicas no interior do Piauí no que se refere ao estudo das mutações, bem como propor uma sequência de ensino investigativo para tratar o tema em sala de aula.

3.2 Objetivos Específicos:

- ❖ Analisar as principais dificuldades que impedem o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem em relação ao estudo das mutações genéticas;
- ❖ Verificar o conhecimento prévio dos alunos e suas principais dúvidas e curiosidades acerca das mutações;
- ❖ Desenvolver uma sequência didática investigativa para o estudo das mutações genéticas;
- ❖ Proporcionar um momento de reflexão aos alunos em relação a inclusão na sociedade das pessoas portadores de síndromes genéticas;
- ❖ Avaliar a aceitação e contribuição da sequência didática para a aprendizagem dos conteúdos de genética/mutação;
- ❖ Elaborar produtos didáticos que auxiliem no processo ensino aprendizagem de mutações genéticas.

4. METODOLOGIA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com Seres Humanos, do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), em 17 de abril de 2019, conforme o parecer nº 3.271.619 (Anexo I).

Para uma melhor compreensão da trajetória metodológica, sua descrição foi dividida nas seguintes etapas: 1) avaliação da percepção dos docentes que atuam nas escolas da 1ª Gerência Regional de Educação (GRE); 2) comunidade escolar e percepção discente; 3) práxis escolar e construção do conhecimento; e 4) disponibilização online dos produtos desenvolvidos.

4.1. Avaliação da percepção dos docentes que atuam nas escolas da 1ª GRE

O Território Planície Litorânea está localizado no norte do estado do Piauí (Figura 4.1). É formado por 11 municípios: Bom Princípio do Piauí, Buriti dos Lopes, Cajueiro da Praia, Caraúbas do Piauí, Caxingó, Cocal, Cocal dos Alves, Ilha Grande, Luís Correia, Murici dos Portelas e Parnaíba. O território tem uma área aproximada de 6.194 Km², o que corresponde a 6% do território estadual. Parnaíba abriga 55% da população da Planície, e estima-se que a população desse município alcance a marca de 153.078; sendo a única cidade do interior que apresenta população acima de 100 mil habitantes (IBGE, 2019).

Em Parnaíba está sediada a 1ª Gerência Regional de Educação (GRE), órgão vinculado à Secretaria de Educação e Cultura (SEDUC), que é responsável, dentre outras funções, pela implementação das políticas educacionais nas escolas públicas estaduais nos 11 municípios da Planície Litorânea. A GRE assiste 41 escolas, das quais 35 oferecem Ensino Médio Regular. Dados da Superintendência de Ensino (SUPEN) demonstram que, em 2019, havia 58 turmas da 3ª série que atendiam um público de 1.905 alunos.

Figura 4.1 – Municípios sob Jurisdição da 1ª Gerência Regional de Educação na Planície Litorânea do Piauí



Fonte: Sistema de Informações Territoriais – SIT

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de questionário semiestruturado (Apêndice A). Foram incluídos no estudo apenas os docentes atuantes do ensino médio e que ministraram conteúdo de genética nos últimos 3 anos. Todos os municípios da Planície Litorânea foram alcançados pela coleta de dados (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Instituições de Ensino Médio sob Jurisdição da 1ª Gerência Regional de Educação na Planície Litorânea do Piauí

	Município	Escola
1.	Bom Princípio	UE Darcy Ribeiro
2.	Buriti dos Lopes	CEJA Leônidas Melo CETI Deputada Francisca Trindade UE Pedro Mariano Freitas UE Prof. ^a Luzia Seixas de Oliveira Aquino
3.	Cajueiro da Praia	UE Manoel Ricardo
4.	Caraúbas do Piauí	UE Amaro Alves Portela
5.	Caxingó	Colégio Estadual Prof. ^a Maria do Socorro Sampaio

	Martins
6. Cocal	Ensino Médio Pinheiro Machado CEEPRU Deputado Ribeiro Magalhães UE Emília Soares Araújo
7. Cocal dos Alves	Ensino Médio Augustinho Brandão
8. Ilha Grande	UE Marocas Lima
9. Luís Correia	UE Pedro II UE Raimundo Miranda Brito CETI Zulmira Xavier UE Manoel Rodrigues Vieira UE Ricardo Augusto Veloso
10. Murici dos Portelas	UE Otávio Escórcio Gomes
11. Parnaíba	CEEP Liceu Parnaibano CETI Lima Rebelo CETI Polivalente Lima Rebelo UE Cândido Oliveira UE Deputada Francisca Trindade II UE Dr. João Silva Filho UE Edson da Paz Cunha UE Jeanete Sousa UE José Euclides de Miranda UE Padre Raimundo José Vieira Colégio Estadual Senador Chagas Rodrigues CEEP. Ministro Petrônio Portela CEJA Jonas Correia UE Edison Cunha UE Epaminondas Castelo Branco UE Ozias Correia

Fonte: Relatório da Superintendência de Ensino (SUPEN); UE: Unidade Escolar, CEEP: Centro Estadual de Educação Profissional; CEEPRU - Centro Estadual de Educação Profissional Rural; CEJA: Centro de Educação de Jovens e Adultos; CETI: Centro de Ensino de Tempo Integral.

Os dados oriundos da aplicação dos questionários foram tratados com o auxílio do *software Microsoft Excel*® 2010. A partir da análise dessas informações, construíram-se tabelas e gráficos a partir dos quais se avaliou a maneira pela qual alunos e professores percebem o conjunto de conhecimentos associados às mutações genéticas.

4.2. Comunidade escolar e percepção discente

As atividades de aplicação da sequência didática investigativa foram desenvolvidas em uma unidade escolar do município de Buriti dos Lopes (PI). Essa escola atende tanto aos alunos da própria localidade, como assiste alunos de outras regiões adjacentes e mais afastadas: Barrocas, Buritizinho, Emparedado, Carrasco e Novo Jatobá.

Nos anos de 2019 e 2020 estavam matriculados, especificamente no Ensino Médio, um total de 77 alunos e 84 alunos, respectivamente (Tabela 4.2). Trata-se, portanto, de uma escola de pequeno porte, cuja estrutura insuficiente dificulta o atendimento em condições mais favoráveis e de um número maior de alunos.

Tabela 4.2 - Distribuição de Alunos por Turma de Ensino Médio na Unidade Escolar

Turma	Quantidade de Alunos em 2019	Quantidade de Alunos em 2020
1ª Série	35	32
2ª Série	18	34
3ª Série	24	18

Fonte: Relatório da Superintendência de Ensino (SUPEN, 2019)

Participaram do estudo 34 discentes regularmente matriculados na 3ª série do Ensino Médio, sendo 16 do ano de 2019 e 18 no ano de 2020. Inicialmente os alunos responderam ao questionário discente (Apêndice B). A análise das informações coletadas identificou os principais óbices e desafios associados ao processo ensino-aprendizagem no que se refere ao estudo das mutações genéticas. Em seguida, uma sequência didática foi desenvolvida buscando potencializar a qualidade da apreensão dos conteúdos fundamentais relacionados ao tema mutação. No decorrer desse processo e em todas as atividades produzidas, os alunos foram estimulados a participarem como sujeitos ativos do processo ensino-aprendizagem.

4.3. Aplicação da sequência de ensino e construção do conhecimento

A práxis docente teve por objetivo a aplicação da sequência didática: “Mutações Genéticas: Mitos e Realidade”. Essa sequência foi desenvolvida ao longo de 7 aulas distribuídas no período de 6 a 22 de agosto de 2019 (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Cronograma de Atividades Desenvolvidas na Sequência Didática Sobre Mutações no Ensino Médio

Nº	Carga Horária (min.)	Atividade Proposta
1.	50	Aplicação de Teste de Sondagem: Núcleo Celular. Mitose e Meiose. Atividades de Revisão de Conceitos e <i>Quiz</i> .
2.	45	Exposição Dialogada: O que são mutações Genéticas – Aspectos Práticos.
3.	150	Compilação dos filmes “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015) e debate relacional entre as mutações genéticas, conceitos apresentados no filme; e a criação de questões norteadoras. Trabalhando em equipe - Desenvolvimento de pesquisa orientada acerca das questões norteadoras.
4.	180	Visita à Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) e roda de conversa sobre as impressões dos alunos em relação à visita.
5.	50	Avaliação da aceitação da sequência de ensino proposta.

Fonte: Próprio Autor

Atividade 1: considerando as informações obtidas a partir da análise dos dados coletados por meio do Apêndice B e tendo em vista que o estudo das mutações genéticas requer preliminarmente a compreensão de temas como: núcleo celular, cromossomos e divisão celular que foram estudados na 1ª série, uma revisão desses conceitos foi necessária. Nesse sentido, aplicou-se um teste de sondagem que procurou verificar os conhecimentos prévios dos alunos que tratou dos temas acima relacionados (Apêndice C). Durante o processo de correção oral dessas questões, os alunos puderam analisar os conceitos abordados na avaliação diagnóstica e melhorar a compreensão dos mesmos. Esse processo foi permeado por exposições dialogadas que trataram de: núcleo celular, cromossomos e divisão celular; nesse momento vários conceitos foram retomados e a eles se agregou exemplos práticos. Nos instantes finais da aula promoveu-se de forma oral, um

“Quiz” cujas questões estavam inseridas na própria apresentação da aula, e que foi resolvido pelos alunos.

Atividades 2: na aula seguinte promoveu-se uma exposição dialogada sobre mutações genéticas. No decorrer da atividade os alunos foram desafiados com as seguintes questões: o que são mutações genéticas? Como ocorrem as mutações genéticas? Que fatores são capazes de ocasionar as mutações? Quais são as principais mutações genéticas em seres? Qual a influência das mutações genéticas na agricultura? Que diferenças podemos observar entre um vegetal diploide e um poliploide? Como podemos relacionar as mutações genéticas com o processo evolutivo? Que diferenças podemos estabelecer entre variabilidade genética e mutações genéticas?

Atividade 3: Na segunda parte da aula, exibiu-se uma compilação dos filmes “O Parque dos Dinossauros® (1993)”; e “Jurassic World: O Mundo dos Dinossauros® (2015)” que se encontra disponível através do link: https://drive.google.com/file/d/1nxUGcAEYjlyMa8CR_8azvN6-4Ld_gw3K/view cujo objetivo foi estimular reflexões a respeito das mutações genéticas. Embora a franquia seja composta por cinco filmes: *Jurassic Park® (1993)*, *The Lost World: Jurassic Park® (1997)*, *Jurassic Park III® (2001)*, *Jurassic World® (2015)* e *Jurassic World: Fallen Kingdom® (2018)*. Optou-se pela edição e uso do primeiro e do quarto por conterem cenas que abordam conceitos como: DNA, manipulação genética, determinação do sexo etc. Também foram inseridas poucas “cenas de ação” a fim de manter a atenção dos alunos ao longo da exibição do material. A compilação das cenas fez um tempo de 54min. e 35s. Na aula seguinte promoveu-se um debate relacional entre o filme e os conceitos relacionados à mutação genética, a partir desse debate 10 questões norteadoras foram geradas pelos alunos. Os alunos foram divididos em 4 (quatro) grupos e orientados a pesquisar em livros didáticos e em bases de dados confiáveis da internet (*Scielo®*, *Bireme®*, *Lilacs®* e *Scholar Google®*) acerca dos assuntos tratados em cada questão norteadora. Tais aprofundamentos geraram novas questões norteadoras que ao final totalizaram 22. Destas, 10 foram escolhidas pelos alunos e pelo professor para compor um estudo dirigido que deveria ser entregue por escrito na aula seguinte. As demais questões, não incluídas no estudo dirigido, e suas respectivas respostas e fontes consultadas formaram um material complementar. Ficou estabelecido que a entrega deste

material seria realizada em até 15 dias a contar da proposição das atividades. Essas pesquisas foram enviadas online nos formatos: *.doc* ou *.docx*.

Atividade 4: Visando contemplar também a formação cidadã, os alunos visitaram a APAE de Buriti dos Lopes-PI. Nessa oportunidade os alunos coletaram informações sobre a história da instituição (Anexo B), participaram de uma roda de conversas com professores, pais e assistidos e conheceram a difícil realidade cotidiana dos entes acompanhados e envolvidos na assistência e processo de inserção social dos portadores de síndromes genéticas e outras condições clínicas que necessitam de atendimento especial. Na tarde desse mesmo dia, os alunos foram estimulados a refletir oralmente sobre as experiências vividas durante a visita a APAE.

Atividade 5: Ao término do desenvolvimento das atividades de aplicação da sequência didática, os alunos avaliaram quantitativamente o conjunto de atividades propostas e puderam atribuir notas cujos valores variaram de 0 a 5 pontos de acordo com o índice de satisfação (Apêndice D). Cada atividade foi avaliada em cinco perspectivas: Metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem; Nível de satisfação com as técnicas empregadas durante a pesquisa; Contribuição da metodologia utilizada para a sua aprendizagem em mutações genéticas; Nível de interesse durante a aplicação das metodologias e Nível de dificuldade em compreender e executar as atividades propostas.

4.4. Disponibilização on-line dos produtos desenvolvidos.

Visando promover a divulgação dos produtos desenvolvidos ao longo da construção do processo de aplicação da sequência didática investigativa, elaborou-se o *blog*: “Mutações Genéticas”, hospedado no sítio eletrônico: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>. Nesse endereço eletrônico é possível acessar integralmente os materiais produzidos, atualizar-se sobre notícias que tratam de mutações genéticas e colaborar com o crescimento do processo ensino-aprendizagem que trata das mutações genéticas.

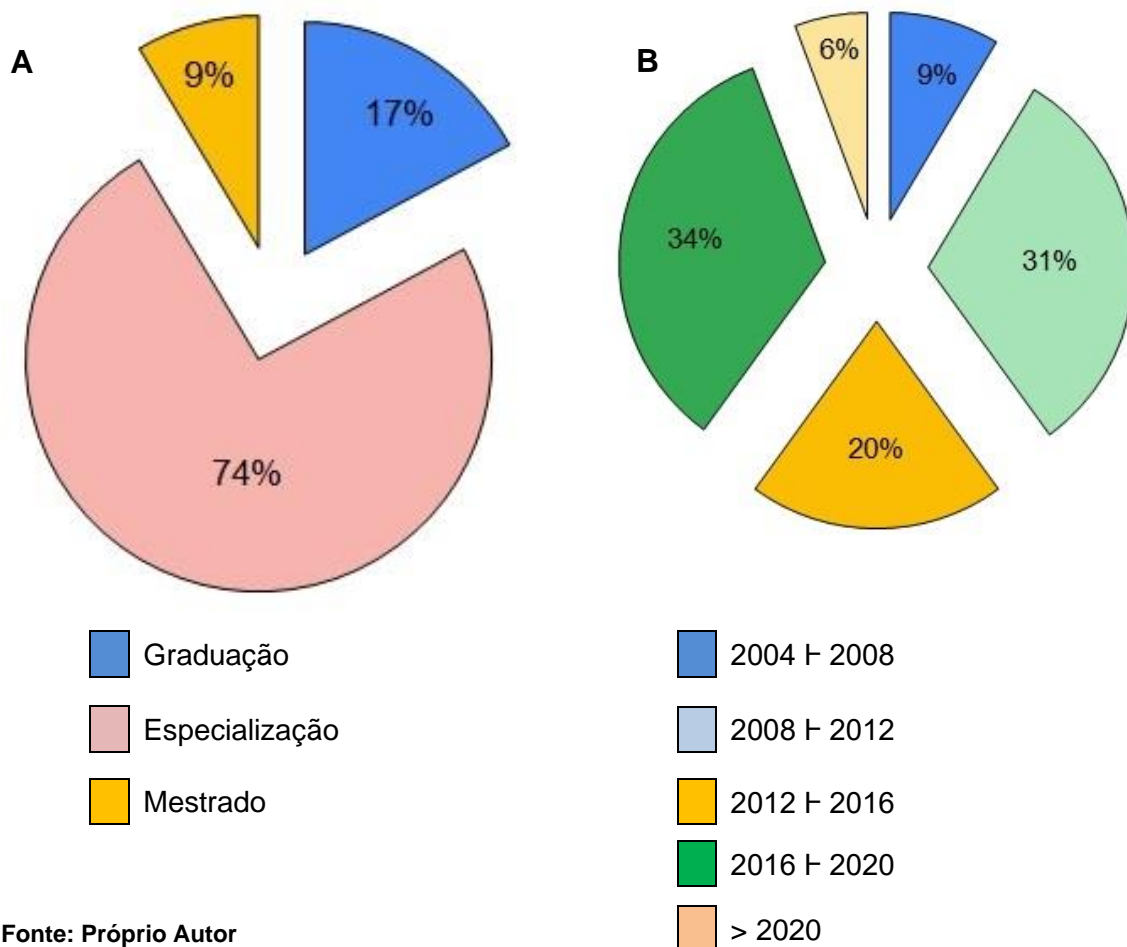
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Percepção dos docentes que atuam nas escolas da 1ª GRE

Participaram da pesquisa 35 docentes atuantes nas 35 escolas da planície litorânea que oferecem ensino médio. Em todas as cidades pelo menos uma das escolas foi representada e em Parnaíba, maior município da planície litorânea, a taxa de participação foi de 89%.

Constatou-se que 83% dos professores possuem pós-graduação, destes 74% com especialização e o restante com mestrado. É importante destacar que 40% desses títulos foram obtidos nos últimos 5 anos (Figura 5.1).

Figura 5.1 – A) Titulação mais elevada dos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI). B) Ano de obtenção do título.



A formação docente para atuação na Educação Básica deve ser realizada em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação (BRASIL, 1996). No entanto, dentre os docentes participantes da pesquisa, observou-se que em constante busca por aprimoramento profissional. A maior parte dos entrevistados cursou pós-graduação, principalmente em nível de especialização, e uma menor parcela em nível de mestrado. Na prática docente a formação permanente do educador é uma ferramenta mandatória tanto para se manter atualizado com os constantes avanços das ciências biológicas, da genética e das mutações, como para agregar esse conjunto de conhecimentos na melhoria da qualidade do processo ensino-aprendizagem em sala de aula (SOARES, 2020).

A busca pela atualização profissional foi evidenciada no fato de que 89% dos participantes manifestaram desejo de participar de um curso de qualificação que abordasse metodologias diferenciadas no estudo de mutações genéticas. É importante destacar que embora a formação docente seja importante para a promoção de um processo ensino-aprendizagem de qualidade ela é um dos fatores, mas não o único. Uma formação docente extremamente qualificada, por si só, não tem como promover o salto qualitativo tão necessário para a educação nacional. Fatores como: estrutura física inadequada, ausência e/ou precariedade de materiais didáticos de apoio, tempo de permanência na escola, inadequação curricular, falta de apoio dos pais são algumas realidades que também podem influenciar negativamente a qualidade do ensino (FREIRE; FERREIRA, 2014).

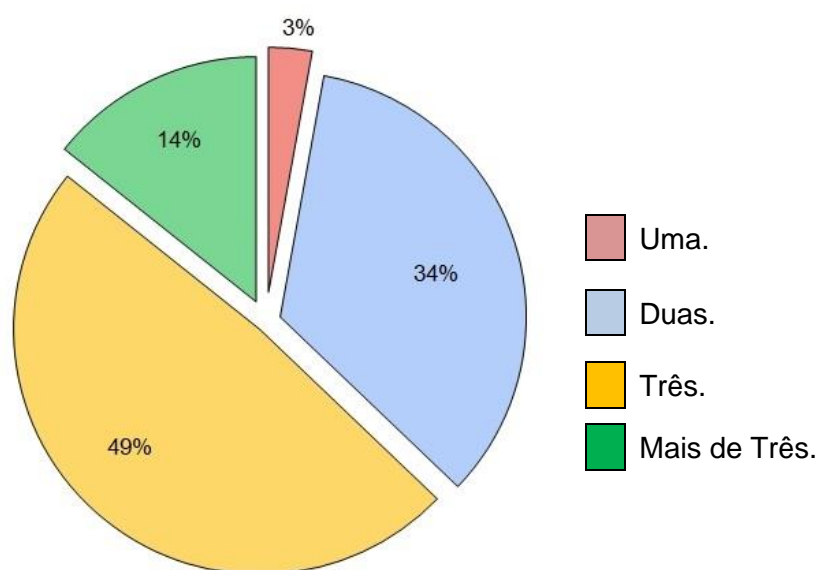
A maior parte dos professores se dedica exclusivamente a rede pública, apenas 11% dos docentes se dividem entre a escola pública e a privada. Uma informação que merece ser considerada é que 74% dos docentes afirmaram que mantêm vínculo efetivo com o Estado e o restante é contratado temporariamente. Pertencer ao quadro de efetivos garante uma maior estabilidade e segurança, os docentes contratados normalmente têm seu vínculo desfeito, por exemplo, no final do ano letivo, ao término de licenças de outros professores etc. Dessa forma, o vínculo efetivo garante continuidade à prática professoral maior segurança e sentimento de continuidade no desenvolvimento das ações pedagógicas (GOUVEIA *et al.*, 2006).

Ademais por conta de trâmites legais e burocráticos, os professores substitutos demoram a entrar em efetivo exercício, gerando descompasso no

desenvolvimento das atividades docentes e também gerando dificuldades organizacionais para a escola, pois com a chegada de um novo professor é necessário reorganizar o horário de aulas considerando especificidades de carga horária em outra escola, deslocamento e disponibilidade. Ainda em relação a esse tipo de vínculo, é importante destacar que a remuneração dos docentes contratados é, salvo raras exceções, menor do que a dos professores efetivos. Isso faz com que professores de salário mais baixo também exerçam outras atividades profissionais para a complementação da renda (DOURADO; OLIVEIRA, 2009).

Embora se verifique que a maioria dos professores seja efetivo, um regime de dedicação exclusiva é praticamente inexistente. Observou-se que 97% dos professores atuam em duas ou mais escolas (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Número de escolas em que lecionam os docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI)

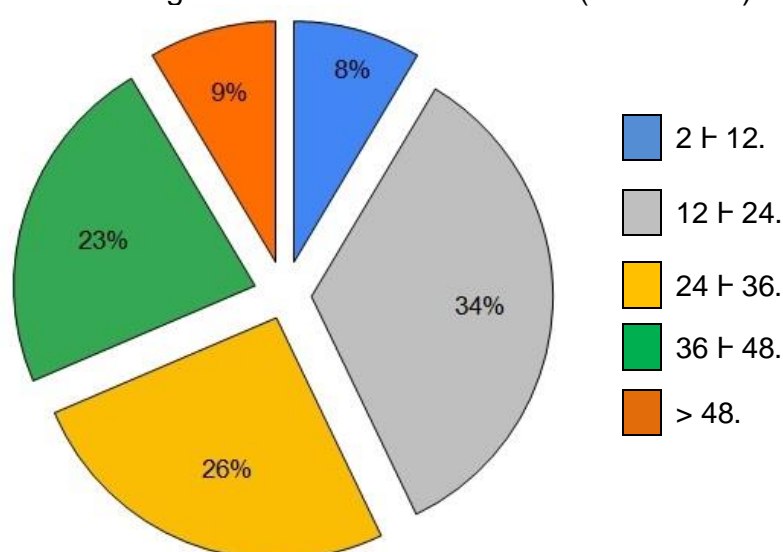


Fonte: Próprio Autor

A dedicação à uma única escola é um fator que impacta positivamente tanto a qualidade do ensino oferecido, como a relação do docente com a instituição e com a comunidade escolar. Por outro lado, quando os professores precisam trabalhar em outras unidades, o desgaste relacionado com o número elevado de escolas é um problema que pode inclusive afetar a saúde dos professores (GOUVEIA et. al. 2006).

Considerando apenas o efetivo exercício em sala de aula, sem contar o tempo dedicado a preparação das aulas, preenchimento dos instrumentos de registro das atividades, correção de trabalhos e/ou avaliações, verificou-se que 58% dos docentes ministram um mínimo de 24 aulas semanais (Figura 5.3). Cargas horárias exaustivas além de afetarem negativamente a saúde do docente, também dificultam o processo de atualização e requalificação profissional (DOURADO; OLIVEIRA, 2009; PENTEADO; SOUSA NETO, 2019).

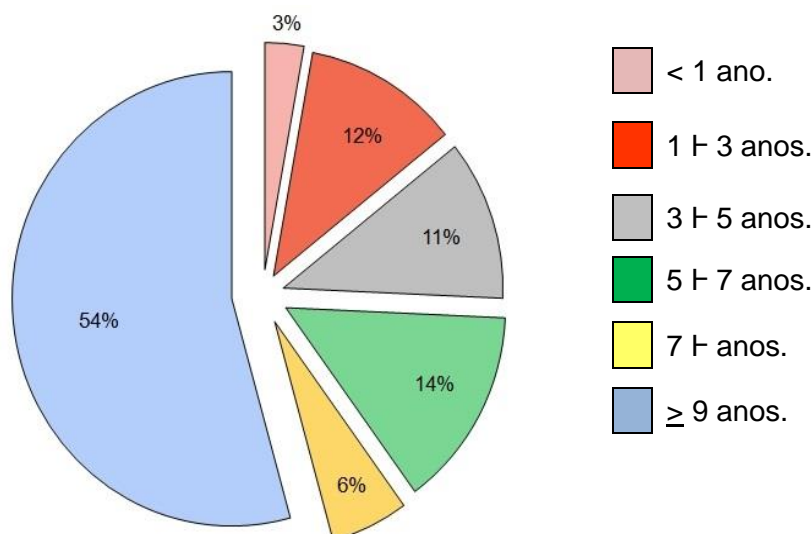
Figura 5.3 – Número de aulas ministradas semanalmente pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI)



Fonte: Próprio Autor

Em relação ao tempo de atuação no Ensino Médio, 60% exercem suas atividades há 7 anos ou mais (Figura 5.4). Embora seja uma visão predominante de que “quanto maior a experiência de ensino, melhor o processo ensino-aprendizagem”; contudo, também podemos especular que: “quanto maior a experiência prática, maior o cansaço”. Pois para muitos docentes, com o passar dos anos e com muitos anos de magistério vivencia-se tanto um desgaste profissional, como um processo de estagnação nos métodos de promoção de uma aprendizagem significativa (FREIRE; FERREIRA, 2014).

Figura 5.4 – Tempo de experiência e atuação no ensino dos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI)

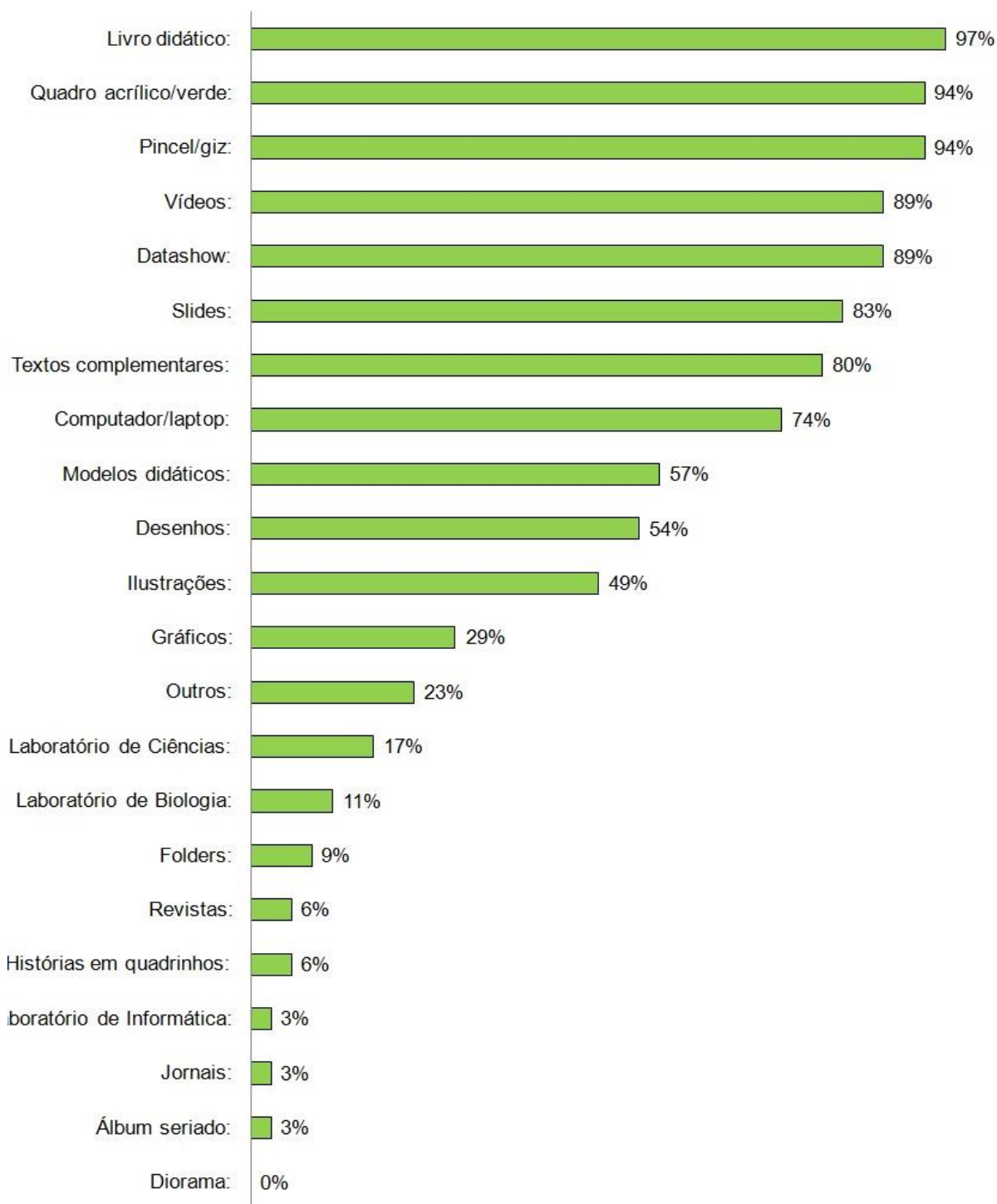


Fonte: Próprio Autor

No que se refere aos materiais e/ou metodologias usadas constatou-se a predominância dos seguintes instrumentos: livro didático (97%); quadro acrílico/verde e pincel/giz (94%); vídeos e datashow (89%); slides (83%) e textos complementares (80%) (Figura 5.5).

O livro didático é o material pedagógico mais usado pelos docentes na práxis em sala de aula. Embora seja um instrumento pedagógico importante, ele não deve funcionar como uma insubstituível “muleta”, sem a qual não se pode caminhar cognitivamente. Portanto, embora amplamente usado e necessário, o processo ensino-aprendizagem não pode se limitar as informações nele contidas (SILVA, 1996; SANTOS; MARTINS, 2009).

Com base registros históricos, podemos situar o aparecimento do quadro negro entre o final do século XVIII e o início do século XIX. Ele foi criado como um instrumento que permitia a alfabetização coletiva e simultânea de uma boa quantidade de alunos (BARRA, 2013). Já o quadro acrílico e pincel são sucessores “modernos” da lousa criada há 400 anos.

Figura 5.5 – Materiais e/ou Ambientes Pedagógicos utilizados pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI)

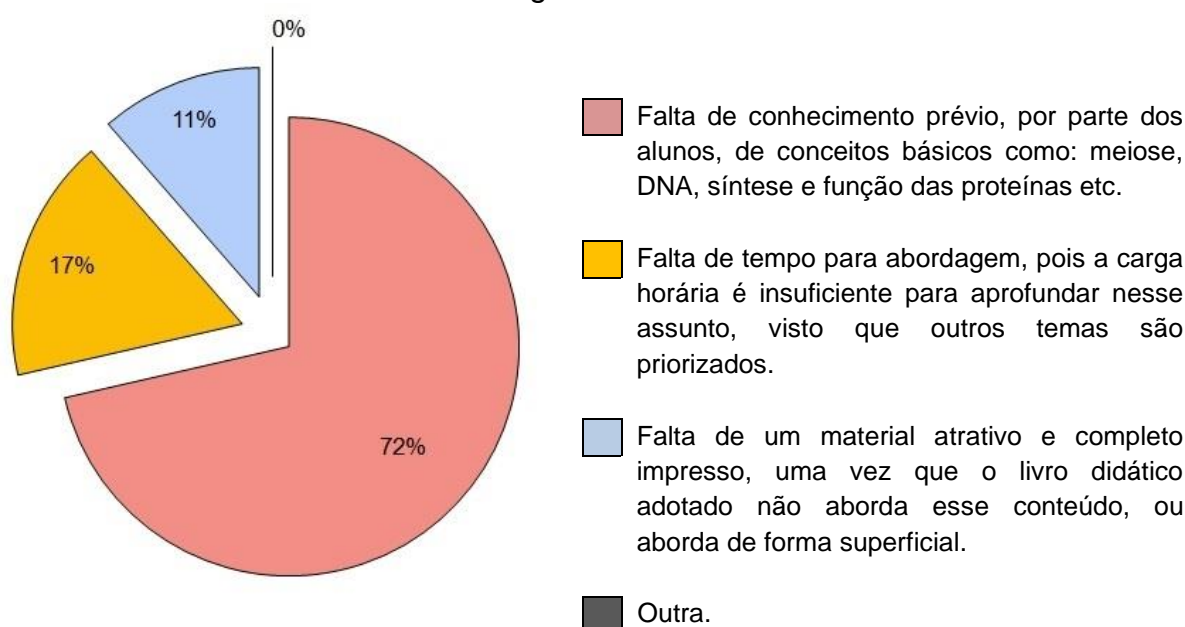
Fonte: Próprio Autor

O *data-show* (ou projetor multimídia) é um equipamento capaz de espelhar a tela do *laptop* (ou de outro dispositivo) de forma ampliada, facilitando a exposição de imagens, *slides*, gráficos, vídeos, conceitos, *GIFs* etc. Esses são

alguns exemplos de ferramentas tecnológicas que, juntamente com o livro didático, transformaram-se em recursos essenciais para o desenvolvimento da práxis em sala de aula, nas diversas modalidades e níveis educacionais (BRASIL, 2008).

Ao analisarmos as principais dificuldades enfrentadas em sala de aula em relação ao ensino de mutações genéticas, 72% dos professores declararam que o principal entrave é a falta, por parte dos alunos, de conhecimento prévios (Figura 5.6).

Figura 5.6 – Dificuldades enfrentadas pelos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI) no processo ensino-aprendizagem em relação às mutações genéticas



Fonte: Próprio Autor

Para muitos professores as dificuldades dos alunos na aprendizagem em genética está relacionada com o excesso de terminologias (gene, genótipo, fenótipo, mitose, meiose, relação gene - cromossomo - DNA, síntese de proteínas etc.), dificuldade de interpretação e relação com outros conteúdos e disciplinas como: matemática e química, por exemplo (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018).

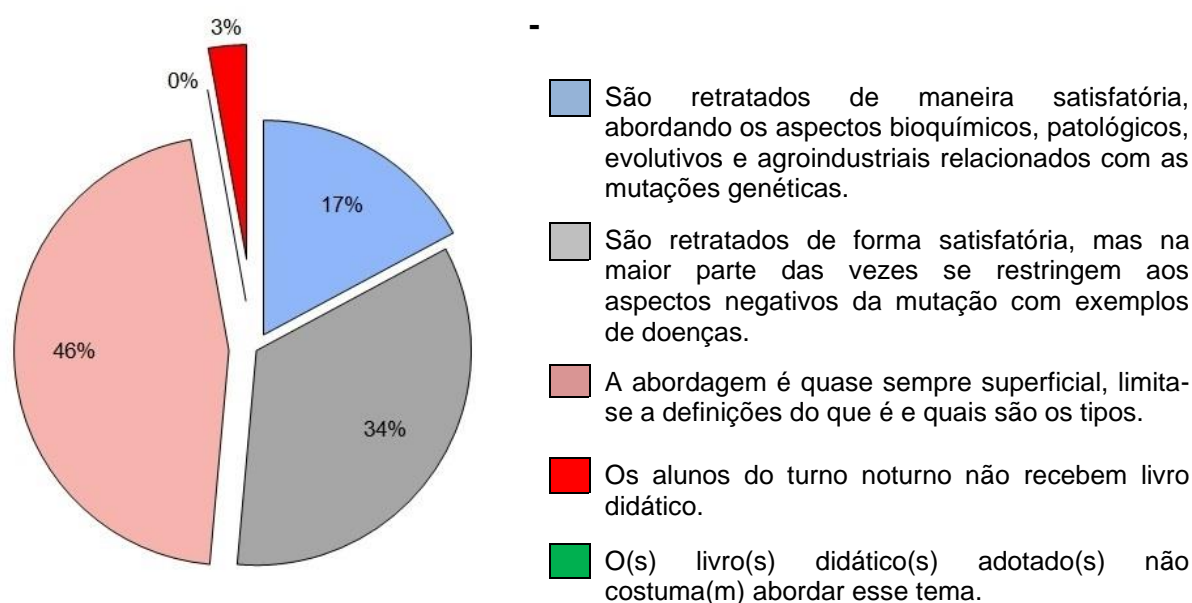
Griffiths (2008) aponta 12 aspectos que dificultam o ensino de genética, entre eles destacamos: incompreensão de conceitos como: mutação, segregação, classificação, ligação gênica etc. e o vocabulário próprio da genética. De uma forma geral, em se tratando do ensino de genética, muitos estudantes têm dificuldade em assimilar conceitos elementares, o que torna essa área do conhecimento restrita, e

em muitas situações se desenvolve apenas um conhecimento superficial. Quando na verdade os estudantes deveriam aprender os conceitos e os princípios gerais em genética e aplicá-los criativamente em situações novas (PEDREIRA, 2014).

A maneira segunda a qual as mutações genéticas são abordadas nos livros didáticos tem sido superficial para 46% dos docentes, limitando-se a definições elementares (Figura 5.7). Também é importante considerar que erros pontuais são encontrados ao longo dos livros didáticos, muitos deles derivam tanto do processo de “simplificação didática”, como da falta de rigor científico na exposição dos conceitos (PENNONE, 2012).

Contudo, é importante ressaltar que tais falhas não afetam decisivamente a construção de conhecimentos em genética e em relação às mutações. Em seu conjunto, a comparação entre as obras didáticas produzidas por vários autores são uma fonte de pesquisa fundamental para que os professores possam aprimorar e ministrar os conteúdos de forma significativa (VILAS-BOAS, 2006; PENNONE, 2012).

Figura 5.7 – Percepção dos docentes de Biologia da Rede Pública 1ª GRE (SEDUC-PI) acerca da abordagem do assunto “Mutações Genéticas” nos livros didáticos

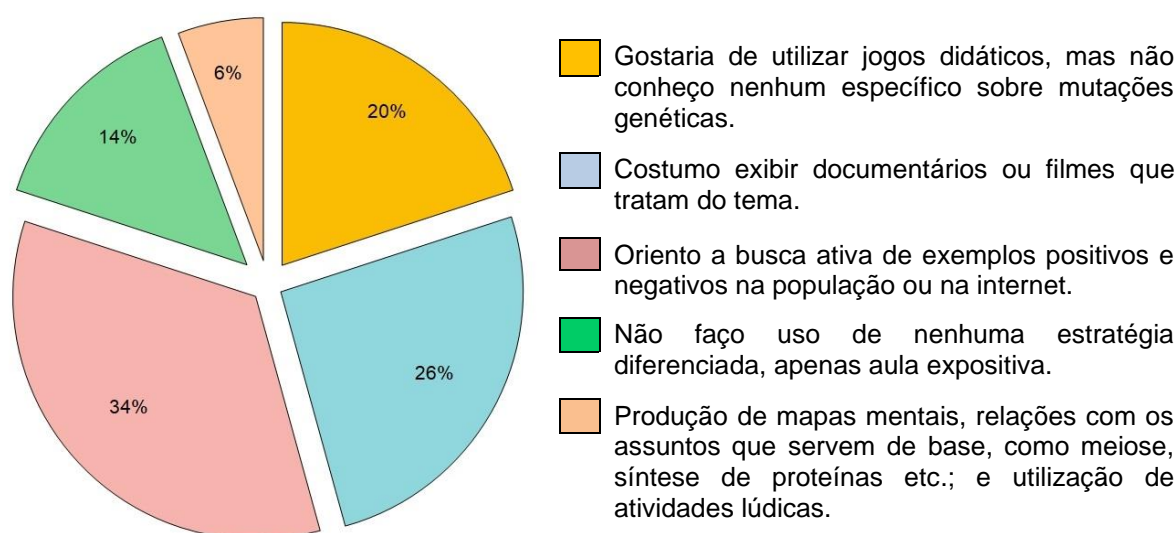


Fonte: Próprio Autor

Em relação ao uso de estratégias de ensino que facilitam o processo ensino-aprendizagem em se tratando de mutações genéticas, observou-se que 34%

dos docentes orientam os alunos na busca ativa de exemplos positivos e negativos na população ou na internet (Figura 5.8). Parte dos professores (26%) costuma exibir vídeos ou documentário, enquanto 20% gostariam de usar jogos para abordar o assunto, mas desconhecem jogos específicos para o tema. Apenas 14% declararam não fazer uso apenas de aula expositiva; e 6% desenvolvem de mapas mentais e estabelecem com como meiose, síntese de proteínas etc. e utilização de atividades lúdicas.

Figura 5.8 – Estratégias utilizadas pelos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI) como facilitadoras no processo ensino – aprendizagem de mutações genéticas



Fonte: Próprio Autor

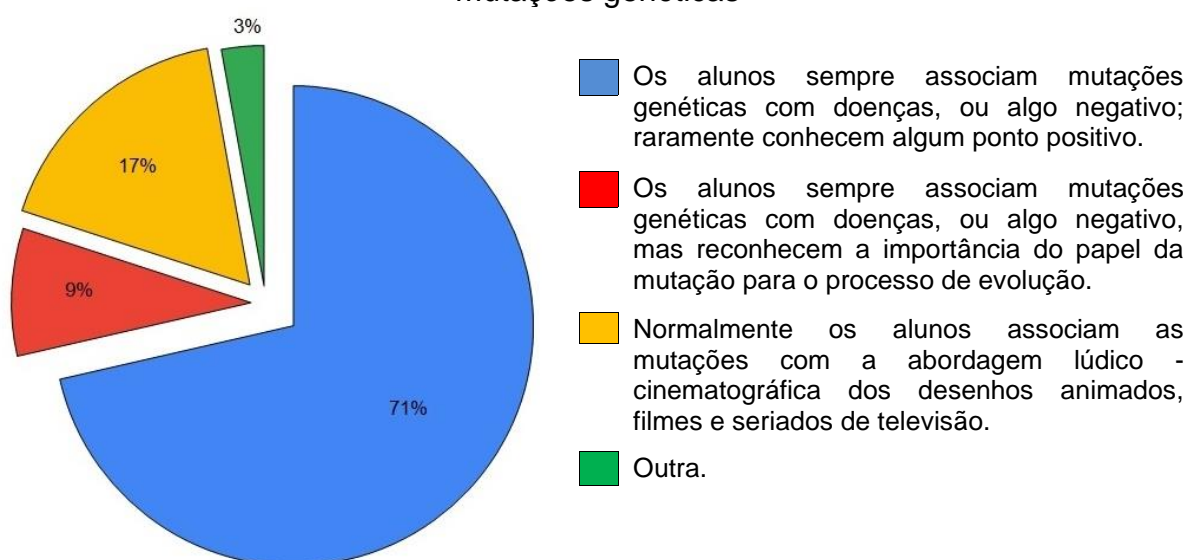
Quando questionados sobre a percepção acerca da maneira como os alunos concebem as mutações genéticas, os docentes afirmam que 71% dos alunos sempre associam mutações genéticas com doenças, ou algo negativo; raramente conhecem algum ponto positivo (Figura 5.9).

Também merece ser destacado o fato de que 17% dos professores afirmam que os alunos associam as mutações com a abordagem lúdico - cinematográfica dos desenhos animados, filmes e seriados de televisão.

A utilização de recursos audiovisuais como animações, documentários e vídeos são frequentemente usados em todos os níveis de ensino como uma ferramenta, que se bem aplicada, permite contextualizar certos saberes e práticas relacionados com mutações genéticas e outros campos de estudo em genética. Um

exemplo desse processo de contextualização ocorre com o filme: "O Óleo de Lorenzo, 1992". Baseado em fatos reais, esse filme retrata a história de Lorenzo Odone, um garoto com adrenoleucodistrofia (ALD), cujos pais se dedicaram ao estudo da doença do filho e chegam a patrocinar um congresso entre cientistas que poderiam contribuir para o melhor entendimento da doença. Porém, é importante destacar que o público em geral apresenta uma miscelânea de percepções que associam saberes científicos com concepções originadas em obras de ficção científica como: *Jurassic Park*® (1993); *X-Men*® (2000); *Homem-Aranha*® (2002); *Capitão América: O Primeiro Vingador*® (2011) etc., o que tende a deturpar e confundir ficção com realidade (MAESTRELLI; FERRARI, 2006; NASCIMENTO *et al.* 2016).

Figura 5.9 – Percepção dos docentes de Biologia da Rede Pública da 1ª GRE (SEDUC-PI) acerca dos conhecimentos prévios dos alunos relacionados às mutações genéticas



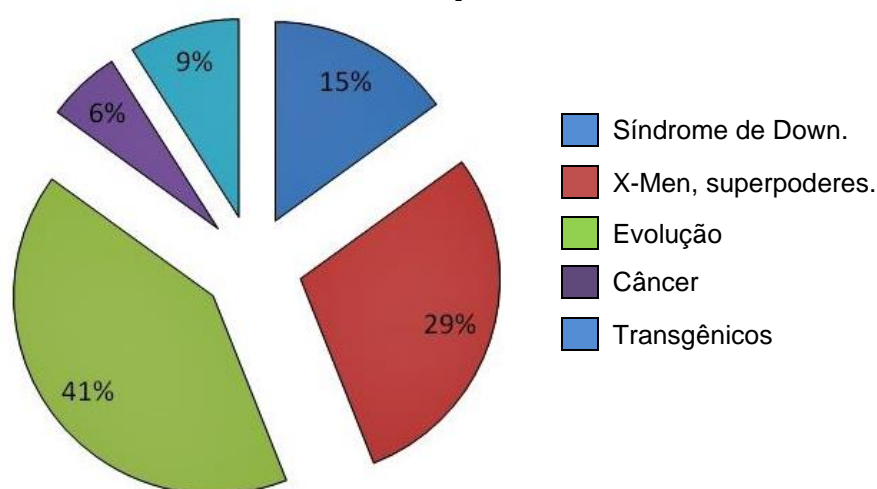
Fonte: Próprio Autor

5.2. Percepção Discente

A análise geral dos resultados obtidos do questionário discente revelou importante desconhecimento, por parte dos alunos, de aspectos fundamentais no estudo das mutações genéticas. Quando os estudantes foram indagados sobre o que pensam primeiro quando ouvem a palavra MUTAÇÃO a maior parte deles, 41% do total escolheu a alternativa: evolução (Figura 5.10). Esse resultado diverge

numericamente da percepção dos docentes (Figura 5.9), para os professores apenas 9% dos alunos reconhecem a íntima associação entre mutações genéticas e o processo de evolução. É fundamental destacar que não podemos sobre-exceder esse resultado, pois a amostra dos professores alcançou a maioria das escolas de todos os municípios da planície litorânea, enquanto o questionário discente foi aplicado apenas na escola de aplicação da sequência de SEI.

Figura 5.10 – Frequência percentual das respostas dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio à Questão 1: “O que pensam primeiro quando ouvem a palavra mutação?”



Fonte: Próprio Autor

É importante ressaltar embora todas as alternativas disponíveis pudessem ser associadas, real ou ficcionalmente, com mutações genéticas, os 41% dos alunos que escolheram evolução foram fortemente influenciados pelo livro didático de biologia adotado na instituição. Trata-se da coleção: “Bios”, cujos autores são Sônia Lopes e Sérgio Rosso (2016). Esta bibliografia foi adotada pela escola para o quadriênio (2017-2020), ela tem grande preocupação em integrar e interligar a biologia com suas diversas subáreas, sempre com enfoque evolutivo e relacionando o saber biológico com outros campos do conhecimento humano, desenvolvendo nos alunos um espírito crítico-reflexivo e potencializando os valores da cidadania.

Em todos os volumes da coleção, conforme destacado anteriormente, há uma preocupação em se conceder aos processos biológicos uma abordagem evolutiva. Isso pode ser demonstrado pela quantidade de vezes em que a palavra evolução/evolutivo é citada em contexto próprio. Ao longo dos 3 volumes há um total

de 525 citações, dessas 19% no volume da 1ª série; 34% no da 2ª série; e 47% no volume da 3ª série. Portanto, é plausível afirmar que a forma de abordagem adotada facilitou a associação entre mutações genéticas e evolução (e seus termos derivados) pelos alunos.

Um segundo ponto a ser destacado é o fato de que 29% dos alunos relacionaram mutações com personagens de seriados de televisivos como os *X-Men*, *Spider – Man*, tartarugas ninja, ou outros indivíduos dotados de superpoderes. Os fatos descritos em obras de ficção científica não têm a intenção de ensinar conceitos científicos, mas se bem usados, podem servir como valiosos recursos para se pensar e refletir sobre os feitos da ciência (NASCIMENTO *et al.* 2016).

A considerável percentagem observada nessa associação revela uma deficiência no processo de Alfabetização Científica (AC). A AC é uma linguagem a partir da qual podemos explicar o nosso mundo natural (CHASSOT, 2003). Uma pessoa alfabetizada cientificamente desenvolve uma compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; analisa a natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam práticas e saberes; e considera as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011). Assim, a incorreta associação entre mutações genéticas e personagens de seriados televisivos revela uma deficiência na AC que pode levar os alunos a terem uma visão distorcida do conhecimento científico.

Outro dado que merece destaque é o fato de que apenas 6% dos alunos associaram mutação genética a câncer. As neoplasias malignas no mundo são a 2ª causa de morte; só em 2018 elas ceifaram a vida de 9,6 milhões de pessoas; estimativas apontam que uma em cada seis mortes no planeta são relacionadas à doença (OPAS, 2018).

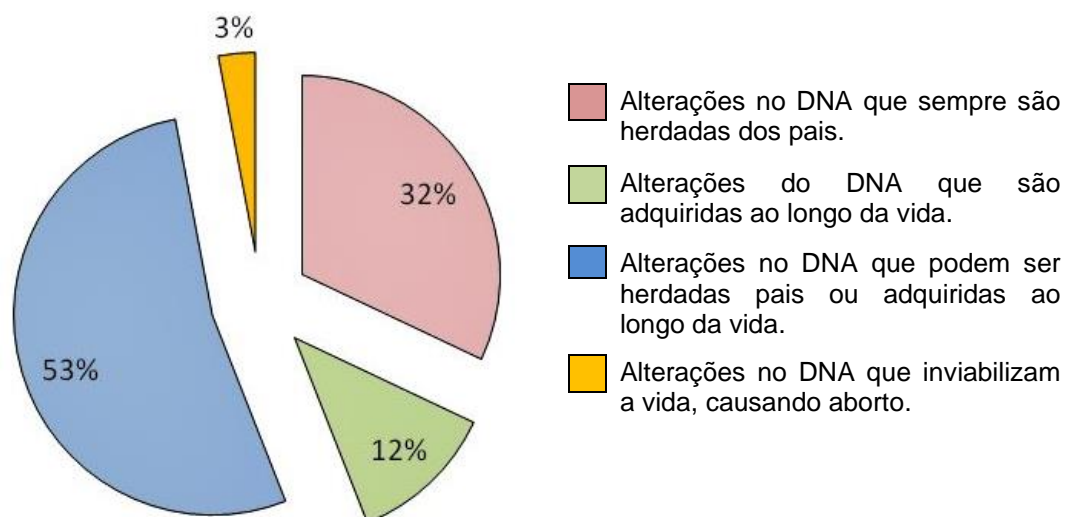
O desenvolvimento de tumores malignos é um dado social e epidemiologicamente relevante. Em 2020, o nosso país contará com cerca de 626.030 pessoas (INCA, 2020). As neoplasias malignas representam a 12ª causa de óbito no país, ficando atrás de patologias como: doença isquêmica do coração, doença cerebrovascular, infecção das vias aéreas inferiores, Alzheimer e outras demências, doença pulmonar obstrutiva crônica, violência interpessoal, diabetes mellitus, acidentes de trânsito, doença renal crônica, cirrose e outras doenças hepáticas crônicas, e transtornos do período neonatal. O tratamento contra o câncer

tem um alto custo e gera muito sofrimento tanto para os familiares como para o paciente (BRASIL, 2017).

Esse desconhecimento acerca da associação entre tumores malignos e mutações genéticas revela que a qualidade da aprendizagem está abaixo do desejável. E essa é a realidade do ensino médio oferecido pela maioria das escolas. Dentre as razões para essa precariedade podemos citar: baixa qualidade da aprendizagem já no ensino fundamental; caráter enciclopédico dos conteúdos e das aulas; passividade das metodologias de construção do conhecimento; currículos extensos e com muitas disciplinas; pouco tempo de dedicação as atividades escolares; deficiências na formação dos professores; ensino descontextualizado da vida real e profissional dos alunos; e multiplicidade de objetivos do Ensino Médio (CASTRO, 2009 apud MESQUITA; LELIS, 2015; ZIBAS, 2005).

Quando questionados sobre a herdabilidade das mutações, 53% dos alunos, pouco mais da metade, responderam que as alterações no DNA podem ser herdadas dos pais ou adquiridas ao longo da vida (Figura 5.11).

Figura 5.11 – Frequência percentual das respostas dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio à Questão 2: “Em relação às mutações genéticas marque a alternativa correta.”



Fonte: Próprio Autor

É importante destacar que os meios de comunicação frequentemente abordam temas como: terapias gênicas, células-tronco, teste de paternidade, clonagem, transgênicos etc. em suas programações. Esses assuntos, embora não

estejam diretamente relacionados com mutações genéticas, são temas que atraem a atenção da população geral pela sua relevância, pelo seu forte apelo social e por despertarem espanto e curiosidade (XAVIER *et al.* 2006). E essa é a razão pela qual 53% dos alunos puderam estabelecer corretamente essa associação entre Mutações e esse tipo de alteração.

É importante destacar que 32% alunos afirmaram que as mutações são alterações no DNA que sempre são herdadas dos pais; e 12% dizem que essas alterações no DNA são adquiridas apenas ao longo da vida; e apenas 3% sustentam que as mutações são incompatíveis com a vida, portanto não herdáveis e levando a um processo de aborto. Totalizando, 47% de associações incorretas e que necessitam de uma melhor capacidade de associação esses conceitos com aspectos do cotidiano.

Ao compararmos esse resultado com as dificuldades enfrentadas pelos docentes no processo ensino-aprendizagem das mutações genéticas (Figura 5.6), 72% afirmam que a falta de conhecimento prévio, por parte dos alunos, de conceitos básicos como: meiose, DNA, síntese e função das proteínas etc., dificultam o processo ensino aprendizagem. Contudo, esse resultado demonstra que a maioria dos alunos são capazes de estabelecer uma correta relação do que é mutação. Essa contraposição entre a percepção docente e as respostas fornecidas pelos alunos (Figura 5.11) revela que embora, na visão dos professores, os discentes não conheçam os detalhes atinentes a morfologia e ao funcionamento do núcleo celular (Figura 5.6), eles são capazes de associar o nível de conhecimento adquirido na escola com algumas situações mais concretas do cotidiano, como: terapias gênicas, células-tronco, teste de paternidade etc.

O processo de Alfabetização Científica (AC) é um desafio que permeia a realidade escolar. É através da AC que os alunos podem compreender a realidade segundo os conhecimentos e conceitos científicos que são os elementos estruturantes para a vida em sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011). Convém destacar ainda que a AC não ocorre apenas nos espaços formais, uma visita a um parque, a observação e análise de um ser vivo, uma reportagem ou documentário que abordem temas científicos etc. são todas oportunidades para o desenvolvimento de ações de AC (CHASSOT, 2003). Portanto o professor deve estimular o aluno a perceber a realidade a partir das ferramentas disponibilizadas pela AC.

A associação de casos de câncer e a geração de indivíduos portadores de síndrome de Down com mutações foi assinalada por 68% dos discentes (Tabela 5.1). Ao compararmos esse resultado com aquele da Figura 5.2, em que apenas 6% dos alunos associou mutações com neoplasias, há uma aparente dissonância numérica. Contudo, é fundamental destacar que a forma como a questão foi proposta influenciou o valor encontrado. A questão diz: “As mutações são causas de várias doenças, dentre as mais comuns podemos citar: o câncer e a síndrome de Down”; a síndrome de Down é uma aneuploidia muito frequente, estima-se que 1 em cada 700 nascimentos seja de criança com essa síndrome (MOVIMENTO DOWN, 2013 - A).

Tabela 5.1 – Percentual de acertos dos alunos em relação às afirmativas da Questão 3: “Julgue (F) se falso, (V) se verdadeiro e (-) não sei”

Questão	% Acertos
(3.1) As mutações são causas de várias doenças, dentre as mais comuns podemos citar: o câncer e a síndrome de Down.	68,0
(3.2) Em humanos, a perda ou a duplicação de um cromossomo é incompatível com a vida.	47,0
(3.3) Qualquer alteração no DNA danifica o material genético inviabilizando a vida.	35,0
(3.4) Nas plantas é muito comum a multiplicação do número de cromossomos.	53,0
(3.5) As alterações cromossômicas podem ser atribuídas a problemas durante a meiose da célula	59,0
(3.6) As mutações são eventos raros nos seres vivos. Mas alguns fatores tais como: exposição continuada a agrotóxicos e a radiação UV, raios X, uso de tabaco e outras drogas podem aumentar a incidência de mutação.	56,0
(3.7) As alterações no DNA nem sempre são percebidas nos indivíduos.	38,0
(3.8) As mutações são fonte de variabilidade genética, importante ferramenta do processo evolutivo das espécies.	82,0
(3.9) As mutações são fonte de variabilidade genética, que nos animais normalmente podem levar a extinção de uma espécie.	35,0

Fonte: Próprio Autor

Os alunos têm acesso a campanhas publicitárias veiculadas em horário nobre tratando desse assunto e explicando, mesmo que superficialmente, sobre a origem da síndrome. A esse conhecimento do senso comum se adicionam os conceitos científicos aprendidos na escola, e essa é a razão pela qual houve esse percentual não desprezível de acertos. E a questão do “câncer” veio por arrasto. Vale destacar que o objetivo dessas propagandas é o de sensibilizar a população geral sobre a síndrome, promovendo a inserção social dos portadores, e conhecer a gênese dessa condição é a parte cujo processo ensino-aprendizagem se realiza na escola (MOVIMENTO DOWN, 2013 - B).

A prevalência de pessoas com síndrome de Down e sua associação com mutações genéticas é algo simples e até intuitivo. E embora seja de baixa prevalência, seus portadores são facilmente identificados, principalmente em comunidades pequenas. Mas quando questionados sobre a inviabilidade de humanos portadores de perdas ou duplicação de cromossomos (3.2) apenas 47% discordaram da afirmação, o que demonstra que a maioria desconhece o tipo de mutação que determina a síndrome de Down.

Muitas pessoas acreditam que alterações cromossômicas sempre são incompatíveis com a vida e a maior parte dos discentes também. Embora constituam uma das maiores causas de deficiência mental, existem alterações, como as pômbero-estaturais, as dismorfismos faciais, as cardiopatias congênitas, a esterilidade, as anomalias esqueléticas, o acometimento de outros órgãos internos e outras anomalias severas. Apesar desse conjunto de sinais e sintomas, é comum esses indivíduos sobrevivem até a idade adulta. E a taxa de nascimentos de portadores dessas anomalias é relativamente frequente em alguns casos (ANDERLID *et al.*, 2002; HOROVITZ, 2005).

Pouco mais da metade dos alunos concordaram com a afirmação que nas plantas é muito comum a multiplicação do número de cromossomos. A obtenção desses resultados revela que embora muitos alunos não compreendam de forma aprofundada conceitos como: gene, cromossomo, DNA ou cromatina, eles conseguem associar esse conhecimento a aspectos mais práticos e cuja compreensão do resultado prático não requer elevado grau imaginativo (BELMIRO; BARROS, 2017).

A correta associação entre alterações cromossômicas com problemas durante a meiose (item 3.5) foi realizada em 59% das respostas. Essa dificuldade de

associação é revelada, por exemplo, no fato de que parcela considerável dos alunos concluem a 3ª série do ensino médio acreditando que as Leis de Mendel são apenas “letrinhas” que se combinam durante um cruzamento (BORGES; LIMA, 2007; MARTINS *et al.*, 2006).

Os conteúdos de genética têm sido considerados abstratos, sem conexões com fatos da realidade e distanciados do meio social no qual os alunos estão inseridos. Muitos discentes não associam o "AA", "Aa" ou "aa" com símbolos que representam os genes que estão localizados nos cromossomos, se segregando durante a meiose para a formação dos gametas, portanto, falhas no processo de meiose podem ocasionar alterações cromossômicas. Assim, a compreensão das leis de Mendel e transmissão das características hereditárias são essenciais para a análise dos processos de mutação (MOURA *et al.*, 2013).

Mais da metade dos discentes concordaram com a afirmação de que as mutações são eventos raros nos seres vivos, podendo a frequência de ocorrência ser aumentada com a exposição a alguns fatores tais como radiação UV, raios X, uso de tabaco e outras drogas. Reconhecer que alguns fatores podem induzir mutação pode ser um ponto chave na prevenção de ocorrência de determinadas doenças, por exemplo, o câncer de pele que pode ser evitado com o uso de proteção solar (BORGES-OSÓRIO; ROBINSON, 2013; GARCIA, 2015).

Em se tratando das mutações em seres humanos, a frequência de mutações por *locus* da doença por geração é de difícil quantificação, pois embora seja mais provável ocorrerem em regiões não codificantes do DNA, muitas mutações estão associadas com letalidade embrionária precoce, cujo diagnóstico é de difícil determinação. Outra possibilidade é a manifestação tardia da condição patológica (como no caso da Doença de Huntington) ou sua não manifestação durante a vida (NUSSBAUM, 2016).

Apenas 1,5% do nosso material genético contém genes que codificam proteínas ou que são transcritos em moléculas de RNA ribossômico (RNAr) ou RNA transportador (RNAt), os outros 98,5% representam íntrons, outras sequências reguladoras, DNA repetitivo (REECE *et al.*, 2015). Desse modo, a probabilidade de ocorrência de mutações em regiões não diretamente relacionadas com a codificação de proteínas tende a ser mais frequente, razão pela qual as mutações não são em grande medida percebidas pelo indivíduo. No entanto, esse não foi o entendimento

da maior parte dos alunos, pois apenas 38% afirmaram que as alterações no DNA nem sempre são percebidas nos indivíduos.

A questão com maior índice de acerto, 82%, relacionou mutações, variabilidade genética e evolução. A razão para esse nível de acerto está intimamente associada à forma como o livro didático usado pelos alunos (LOPES; ROSSO, 2016) sempre enfatiza as dimensões evolutivas do conteúdo. Dentre os exemplos práticos dessa associação entre mutações genéticas e processo evolutivo está o surgimento de bactérias resistentes a antibioticoterapia. A aquisição de resistência por uma célula bacteriana sensível é sempre decorrência de uma alteração genética que se expressa bioquimicamente. Em bactérias essas alterações podem ser originadas: por mutações cromossômicas, por plasmídeos de resistência ou por transposons, sendo que as mutações são geralmente as mais frequentes e simples (TRABULSI; ALTERTHUM, 2015).

Assim, a análise dos dados contidos na Tabela 5.1 revelaram que mesmo que as questões sejam de formulação simples e que abordem aspectos elementares associados ao estudo das mutações genéticas, a baixa frequência de acertos corrobora com as dificuldades observadas por Oliveira (2008); Pedreira (2014); Sousa *et al.* (2016); Belmiro e Barros (2017); Oca apud Grösz e Almeida (2017); Oliveira *et al.* (2017); Silva e Kalhil (2017); Pereira-Ferreira (2017); Araújo (2018); Temp e Bartholomei – Santos (2018); Branco *et al.* (2019).

Ainda em relação aos processos evolutivos, a maior parte dos alunos, embora considerem as mutações como fonte de variabilidade genética, também acredita que as mutações levam a extinção de espécies. No entanto, em se tratando de extinção de espécies, embora faça parte do processo evolutivo e ocorra naturalmente, no atual contexto, os processos de extinção de seres vivos são resultado da ação antrópica: caça predatória, queimadas, desmatamento, poluição, promoção de catástrofes ambientais, introdução de espécies invasoras e não atribuído às mutações como imaginado pelos alunos (ROOS, 2012).

Na última parte do questionário diagnóstico, os alunos foram indagados sobre suas principais dúvidas ou curiosidades que gostariam que fossem exploradas no decorrer das aulas. As principais questões levantadas foram as seguintes: 1) Explique: o que são, como ocorrem e de que forma podem ser classificadas as mutações genéticas? 2) Quais são as principais consequências e riscos das mutações genéticas? 3) É possível identificar sinais de que as mutações ocorreram?

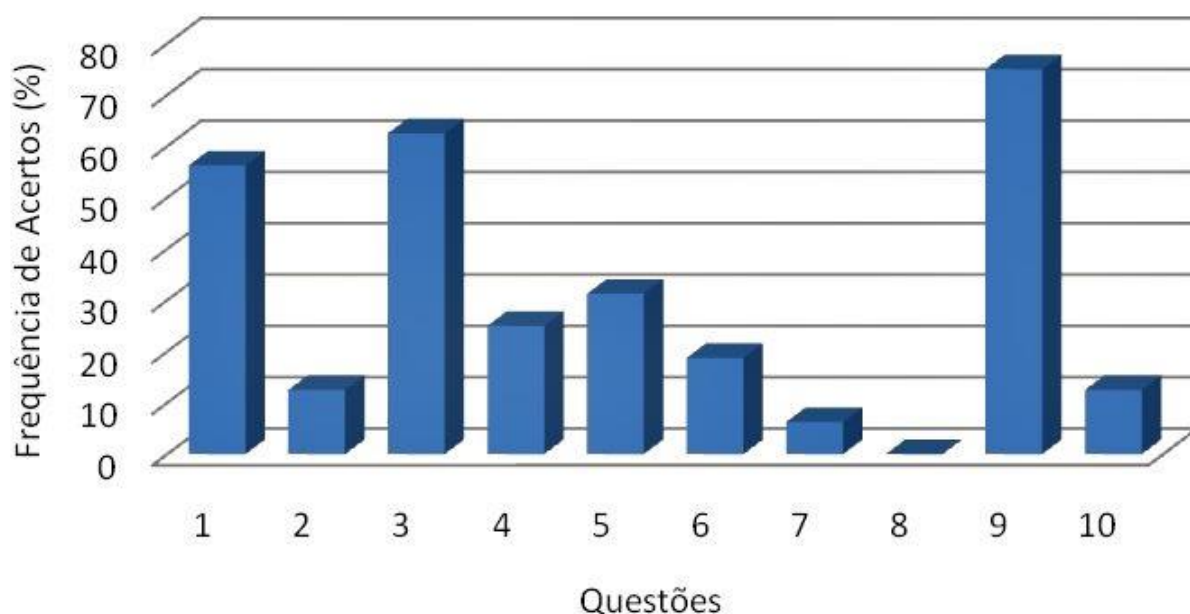
4) As mutações genéticas/cromossômicas resultam em doenças como câncer ou predisposição a vícios? 5) Todos os seres vivos estão sujeitos a mutações ou existe alguma forma de evitá-las? 6) Explique a importância das mutações genéticas para os seres vivos e o que aconteceria se elas não existissem? 7) As mutações ocorrem de forma aleatória ou podem ser induzidas por fatores externos? 8) Assim como ocorre nos filmes, as mutações podem gerar a aquisição de alguma característica especial?

Uma vez identificadas as principais dificuldades e curiosidades dos alunos uma sequência didática foi planejada e desenvolvida com a turma (Apêndice A).

5.3. Aplicação da Sequência de Ensino e Construção do Conhecimento

Para a Atividade 1, promove-se junto aos alunos um teste de sondagem com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de temas como: núcleo celular, mitose e meiose. Foram propostas 10 questões. A tabulação dos dados revelou que o percentual de acertos só superou o de erros em 30% das vezes (Figura 5.12). A maior parte dos alunos compreendem as diferenças entre procariotos e eucariotos (questão 1); apresentam clareza conceitual em relação ao estudo de genoma, gene, cromossomo e cariótipo (questão 3); e conhecem a constituição cromossômica da espécie humana e a diferenciação entre os sexos (questão 9).

Quando se requisitou um nível mais aprofundado de saberes relacionados com a funcionalidade do nucléolo, da bioquímica e da morfologia dos cromossomos; o desempenho dos alunos foi insatisfatório, variando de 10 a 30% de acertos, respectivamente para as questões 2, 4 e 5 do questionário.

Figura 5.12 – Frequência percentual de acertos no teste de sondagem (Apêndice C)

Fonte: Próprio autor

Conceitos abordados em cada Questão: 1) Diferenciação entre procariotos e eucariotos; 2) Nucléolo: Morfologia e funções; 3) Definições de Genoma, gene, cromossomo e cariótipo; 4) Bioquímica dos cromossomos; 5) Morfologia dos cromossomos; 6) Divisão celular: Meiose; 7) Organização dos cromossomos durante a mitose; 8) Diversidade genética da meiose; 9) Classificação dos cromossomos: autossomos ou cromossomos sexuais, presentes na espécie humana; 10) Fase da divisão celular a partir da análise da quantidade de cromossomos na célula e na ploidia.

Nas questões que envolviam os processos de divisão celular, mitose (questão 7) e meiose (questões 6, 8 e 10) a taxa de acertos foi ainda menor. Vale destacar que esses resultados estão em consonância com a percepção dos docentes (Figura 5.6). Pois para 72% dos professores a falta de conhecimento prévio dos alunos de conceitos como: meiose, DNA, síntese e função das proteínas etc. dificultam o processo ensino aprendizagem. Portanto, quando se trata de associar mutações genéticas com situações amplas e do dia a dia, os discentes demonstram certo nível de conhecimento, mas quando há a necessidade de aprofundamento temas mais delicados, uma maior taxa de insucesso é constatada.

O processo ensino-aprendizagem em genética e em temas associados, como o das mutações genéticas, requer que o aluno rememore alguns saberes elementares (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018). E a ausência desses conhecimentos pode dificultar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Assim, após o teste de sondagem, devido à grande dificuldade observada, desenvolveu as atividades de revisão de conceitos, e nos momentos finais da aula

aplicou-se oralmente um *Quiz*, composto por 10 perguntas que foram respondidas e discutidas com toda a turma de forma satisfatória.

Durante a exibição do filme foi observado que os alunos se mantiveram atentos, faziam anotações e quase nunca desenvolviam conversas paralelas. Embora o compilado tenha pouco mais de 50 minutos de duração, a sequência de cenas escolhidas procurou valorizar tanto os aspectos "científicos" retratados no filme, com as cenas de maior ação. Como resultado das discussões, 10 questões norteadoras foram definidas com os alunos para a próxima etapa. As questões foram as seguintes: 1) É possível "ressuscitar" animais extintos como os dinossauros? 2) É possível estabelecer uma relação entre Evolução e Mutação Genética? 3) É possível prevenir as Mutações Genéticas? 4) É possível, com o desenvolvimento de técnicas modernas, reverter síndromes genéticas como a síndrome de Down? 5) Em quais fases do desenvolvimento embrionário as mutações podem ocorrer? 6) Há alguma relação entre mutações genéticas e a predisposição a vícios? 7) Há alguma relação entre os Organismos Geneticamente Modificados e as Mutações Genéticas? 8) Mutações Genéticas e doenças relacionadas; 9) O que são Mutações Genéticas? Seus tipos? Suas Causas? Suas consequências? e 10) Sabemos que alguns animais, como algumas espécies de sapos e de peixes, sob certas condições ambientais são capazes de mudar de sexo. Como esse fenômeno se relaciona com as mutações genéticas?

Divididos em equipes os alunos, com auxílio do professor e da literatura, foram em busca de respostas, no entanto, o aprofundamento das pesquisas gerou novos questionamentos. E ao final dessa etapa, os alunos delinearam 22 questões. Desse total de questões, por se relacionarem mais diretamente a aspectos tratados no filme, 10 perguntas foram escolhidas para gerar um estudo dirigido, que foi respondido individualmente e em casa. Os alunos foram orientados realizar pesquisas em livros, na internet etc. O consolidado das respostas está na Tabela (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Compilação das respostas dos alunos ao Estudo Dirigido sobre os Filmes: “O Parque dos Dinossauros (1993)” e “Jurassic World (2015)”

Questão	Respostas
01. De que maneira os cientistas do filme “criaram” os dinossauros?	<i>Os cientistas partiram de resquícios de DNA coletado em mosquitos conservados (fossilizados) em âmbar que sugaram o sangue de dinossauros. A partir de técnicas de manipulação genética e completando as lacunas de informação genética com o DNA de sapos tropicais pôde – se recriar esses animais.</i>
02. Por que foi necessário o uso de DNA de sapos para a desextinção dos dinossauros?	<i>Foi necessário para corrigir as falhas do material genético e preencher lacunas que faltavam no DNA dos dinossauros. E mais tarde ficou demonstrado que essa mistura de genes deu a eles a habilidade de mudar de sexo.</i>
03. Como o estudo das mutações genéticas pode ser associado com a história dos retratada no filme?	<i>Como o estudo das mutações genéticas está bem avançado, provavelmente os cientistas já são capazes de “criar” animais já extintos. Contudo, tais procedimentos devem ser mais bem estudados para que não haja falhas, pois nem sempre experiências saem como esperado. Pois sabe-se que o material genético sofre ocasionalmente alterações espontâneas ou provocadas por fatores mutagênicos.</i>
04. Algumas dessas técnicas de manipulação genética são usadas na atualidade?	Tipo I: <i>Sim, produção de insulina humana através de bactérias modificadas, uso da técnica CRISPR. Porém, o que é retratado no filme, ou seja, os cientistas descobriram um método de regenerar os dinossauros através do DNA encontrado em âmbar preservados, não é uma possibilidade real.</i> Tipo II: <i>Não</i>
05. É viável usar essas técnicas de manipulação genética para corrigir problemas genéticos em seres humanos?	Tipo I: <i>Não, porque no processo de manipulação pode ocasionar problemas maiores. Sem contar que o ser humano não suportaria uma mudança genética em seu corpo.</i> Tipo II: <i>Sim, pois as técnicas de manipulação genética de espermatozoides, óvulos e embriões humanos já geraram várias manifestações negativas da Comunidade Científica Internacional.</i>
06. Realize uma pesquisa sobre alguns tipos de animais que mudam de gênero a depender das condições ambientais?	Tipo I: <i>choco, um tipo de molusco; dragão-barbudo; lesmas do gênero Ariolima; peixe-palhaço; peixe-papagaio; peixes da família Labridae; e sapo.</i> Tipo II: <i>lula, borboleta, tartaranhão, Cynthia gigante australiano. Sendo ratos resistentes à veneno, elefantes sem presas, traças e corujas que mudam de cor, percevejos que não podem ser envenenados</i>
07. Você acredita que esses dinossauros seriam capazes de sobreviver nas atuais condições ambientais do planeta?	Tipo I: <i>Não, pois eram animais de sangue frio. Além disso, as mudanças climáticas, o próprio meio ambiente e o homem representam uma ameaça.</i> Tipo II: <i>Talvez sim. Pode haver alguma vegetação que tenha resistido à mudança do clima permitindo a eles comer.</i>
08. Os animais do filme sofreram mutações ou são transgênicos?	Tipo I: <i>Sofreram mutação, pois havia alguns dinossauros mais inteligentes.</i> Tipo II: <i>São seres transgênicos.</i>
09. Seria eticamente correto “ressuscitar” espécies de seres já extintos?	Tipo I: <i>Não, porque poderia acontecer a mesma coisa do filme e causariam vários problemas. Outro aspecto a ser considerado é que ao se investir na reversão da extinção (dos dinossauros) o orçamento destinado a conservação de espécies já existentes poderia ser</i>

sacrificado.

Tipo II: *Sim. Está cada vez mais próximo da realidade, pois os estudos no campo da genética se desenvolvem a cada dia.*

10. Você considera que um dia será possível reproduzir os fatos narrados no filme?

Tipo I: *Seria impossível isso, porque o processo descrito no filme envolve o uso de um DNA que não existe mais em sua forma original.*

Tipo II: *Sim, porque a ciência com o passar dos anos ela se aperfeiçoam e o homem já desenvolveu tecnologias que no passado pareciam absurdas.*

Fonte: Próprio autor

No que se refere ao conjunto das respostas apresentadas pelos alunos destacam-se os seguintes aspectos: muitos erros em termos vernaculares, sejam ortográficos, sejam de natureza gramatical; uma caligrafia que dificulta e em muitas situações impossibilita a compreensão do raciocínio escrito; e muitas respostas idênticas, o que pode indicar pesquisa conjunta, ou que as respostas foram simplesmente copiadas do colega.

A despeito das problemáticas anteriormente destacadas, no que se refere ao conteúdo, à verificação qualitativa das respostas demonstra que a exibição do filme, associado com o debate relacional foi capaz de estimular os alunos a pesquisar novas informações e a refletir detidamente sobre a temática. Embora as obras cinematográficas de ficção científica não tenham a intenção de disseminar conhecimento científico, elas podem ser a porta de entrada para processos mais integrativos com o saber sistematizado (NASCIMENTO *et al.* 2016).

Conforme o cronograma (Tabela 4.3) a próxima etapa desenvolvida foi a visita à Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE). A visita foi realizada no contraturno e dela participaram apenas 11 alunos. Eles puderam conhecer o histórico desta associação, desde sua fundação no Rio de Janeiro em meados dos anos 50, sua disseminação pelo Brasil, sua chegada ao Piauí (que atualmente conta com 32 unidades), sua implantação inicial em no município de Buriti dos Lopes e sua desativação em 2015, bem como sua reativação em 2018 (PORTO, 2020).

Os alunos puderam conhecer sobre o atendimento promovido pela instituição, as adversas condições de funcionamento, entrar em contato com alguns dos alunos atendidos e ouvir vários relatos emocionados e emocionantes tanto dos profissionais que atendem na instituição como dos pais e responsáveis pelos assistidos. A partir dos relatos, os alunos puderam verificar o quanto as pessoas que necessitam desse tipo de atendimento excepcional são vítimas de uma brutal discriminação, que em muitas situações se inicia no ambiente familiar.

Dentre os relatos dessa experiência, um dos alunos destacou o drama vivenciado por uma mãe de uma das crianças atendidas pela APAE:

“A Senhora que estava lá com o filho disse que a APAE era p’ra ela foi algo muito importante, antes dela (APAE) funcionar aqui em Buriti a Sra. tinha que levar o filho até Parnaíba o que é muito dispendioso... porque ela tem três filhos e mora no interior, tem que atravessar o rio de batelão... chegar na Barra e depois pegar um moto táxi (...) A Sra. reclamou que muitas pessoas não quer entender que uma criança dessa agente tem que ter muita paciência [momento de emoção]” (Relato de um dos alunos que visitou a APAE).

Na tarde do mesmo dia em que se realizou a visita à APAE promoveu-se uma roda de conversas na qual se debateu as impressões dos alunos acerca da visita a Instituição. A roda de conversas é uma possibilidade metodológica que se caracteriza pela dinâmica comunicativa e produção de debates entre alunos adolescentes. A roda de conversas torna os alunos sujeitos ativos do processo de discussão, estimulando a exposição de suas percepções e a reflexão (MELO; CRUZ, 2014).

Essa dinâmica permitiu aos alunos discutir suas impressões acerca da atividade. Desse conjunto de reflexões, os seguintes pontos foram destacados: 1) A maioria dos alunos já tinha “ouvido falar” na APAE (principalmente em campanhas televisivas), mas não sabiam que o município contava com esse serviço; 2) A estrutura física, assim como a escola em que estudam, é adaptada e requer melhorias para atender de forma mais digna os usuários do serviço; 3) a APAE necessita de muito apoio, tanto da comunidade buritiense como do poder público, pois há muita escassez de recursos humanos e materiais; 4) As pessoas e os portadores de necessidades especiais são alvo de preconceitos e de indiferença tanto na família como na sociedade em geral.

Dentre as várias funções da escola e da educação formal, está a formação cidadã dos discentes, contudo, esse objetivo é, em muitas situações, colocado em segundo plano. Nas palavras de Fourez apud. Nascimento e Meirelles (2015), “A educação representa o patrimônio científico-cultural da humanidade que é transmitido a cada geração”; ela é o meio através do qual o desenvolvimento técnico – científico é apropriada pelos atores sociais. Para Hobsbawn (1995) a submissão cultural e econômica observada nas sociedades modernas ao longo do século XX

está, em grande medida, relacionada com falta de acesso à educação de qualidade e ao desenvolvimento científico - tecnológico *super-high-tech*.

As afirmações anteriores estabelecem que as sociedades têm a educação como um de seus sustentáculos; contudo ela não pode contemplar apenas os aspectos técnico-científicos. A educação deve ter por finalidade a ampliação dos horizontes científicos e tecnológicos; a educação e a escola são essenciais na formação de pessoas socialmente responsáveis.

Esse objetivo foi contemplado na Lei 9.394/1996 que trata das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Essa norma estabelece que a “educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. Desse modo, constata-se que uma das preocupações da legislação é a formação cidadã dos indivíduos.

A escola deve ir além da preparação para o trabalho, da formação científica, tecnológica, histórica e social. Ela deve promover uma formação ampla para a leitura de mundo e da realidade nacional a fim de promover uma atuação cidadã dignamente integrada ao contexto social. Neste sentido, formação supõe a compreensão das relações sócio-políticas entremeadas a todas essas realidades. Ao assumir esse papel, a escola forma uma geração de cidadãos participativos e comprometidos com o próprio bem estar e com o de seus semelhantes, ampliando os conhecimentos sobre cidadania e a participação do cidadão (CIAVATTA, 2008).

Desse modo, a escola não deve se ocupar apenas da formação intelectual dos educandos, mas também e fundamentalmente, da geração de um ser humano ético, participativo e que está permanentemente repensando o seu papel de cidadão na sociedade. Ao promover a formação integral dos estudantes, a escola se torna um espaço vivo, onde os saberes técnico-científicos, a cidadania e valores como: afetividade, amizade, companheirismo, honestidade, respeito, responsabilidade, solidariedade, tolerância etc. são cultivados e vivenciados a todo momento. E todas essas realidades são constituintes de um cidadão crítico, autônomo, participativo e convicto de sua responsabilidade perante a sociedade (THOMAZ; OLIVEIRA 2009).

Corroborando as perspectivas acima apresentadas, a visita a APAE, da qual participaram apenas 11 alunos, foi o ponto alto da sequência didática. Essa visita consolidou os aspectos teóricos estudados na sala de aula com o cotidiano

das pessoas que são atendidas na instituição, essa satisfação refletiu na avaliação final das atividades da sequência didática, a partir da aplicação de um questionário no qual os alunos avaliaram com notas crescente de 0 a 5 (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Avaliação da Sequência Didática pelos alunos que participaram das atividades propostas, com notas de 0 a 5

	Revisão de Conceitos	Filme e Debate Relacional	Criação de questões Norteadoras	Pesquisa Orientada	Visita à APAE	Média Geral
1. Metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem.	4,44	4,40	3,81	4,27	5,00	4,38
2. Nível de satisfação com as técnicas empregadas durante a pesquisa.	4,13	4,29	4,29	4,13	4,38	4,24
3. Contribuição da metodologia utilizada para a sua aprendizagem em mutações genéticas	4,47	3,79	3,71	4,53	4,62	4,22
4. Nível de interesse durante a aplicação das metodologias.	3,8	4,43	3,86	4,13	4,00	4,04
5. Nível de dificuldade em compreender e executar as atividades propostas.	2,87	3,00	3,07	3,07	2,77	2,96

Fonte: Próprio Autor

A análise das informações contidas na tabela indica que, dentre as atividades propostas na sequência didática, as que apresentaram maior nível de dificuldade na sua execução foram: a criação das questões norteadoras e a pesquisa orientada. Ao considerarmos parâmetros como: metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem; nível de satisfação com as técnicas empregadas durante a pesquisa; contribuição da metodologia utilizada para a sua aprendizagem

em mutações genéticas; e o nível de interesse durante a aplicação das metodologias, a visita a APAE alcançou o maior nível de satisfação.

Esses resultados demonstram que as atividades práticas, como as que se desenvolvem fora do ambiente escolar, estimulam a refletir sobre suas práticas e saberes, ao mesmo tempo em que o insere o aluno em uma realidade totalmente nova e que ele, em grande medida, desconhecia. Nesse sentido as SEI, quando bem planejadas e desenvolvidas, são capazes de associar virtuosamente diferentes atividades no sentido de promover um processo ensino-aprendizagem satisfatório e eficiente (BRASIL, 2006; LEÃO *et. al*, 2018; BRASIL, 2017).

Durante o desenvolvimento do conjunto de atividades que compuseram a SEI pode-se constatar que essa metodologia de construção do conhecimento contém importantes ferramentas através das quais o aluno torna-se protagonista do processo ensino aprendizagem da sequência o engajamento dos alunos foi satisfatório.

Se considerarmos as dificuldades destacadas pelos docentes, verificamos que elas podem ser prontamente superadas com a criação, desenvolvimento e implantação de SEI's, em que os alunos com a orientação do professor são estimulados a refletir e a buscar respostas para a problematização proposta no início do ciclo investigativo. E nesse processo de busca, os alunos agregam saberes e práticas essenciais tanto para a construção do conhecimento como para o exercício da cidadania.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse estudo possibilitou uma melhor compreensão da maneira como alunos e professores apropriam-se do conjunto de saberes e práticas associadas com o estudo das mutações genéticas. A análise dos dados relacionados com o nível de aceitação dos alunos que participaram da SEI permitiu que pudéssemos reconhecer o potencial que esse tipo de metodologia ativa tem de melhorar a qualidade do processo de construção do conhecimento por meio do envolvimento dos alunos.

Em relação ao exercício do magistério, as principais dificuldades encontradas foram: atuação em diversas várias escolas; quantidade elevada de aulas ministradas semanalmente; e predominância de metodologias tradicionais de ensino, embora o uso de recursos tecnológicos modernos como *datashow* e *laptop* seja frequente.

Para os docentes, as dificuldades específicas do processo ensino-aprendizagem de mutações genéticas estão relacionadas à ausência de conhecimentos prévios essenciais para a compreensão das mutações genéticas e dos fenômenos a ela associados. Quanto aos livros didáticos, a maioria dos docentes afirma que o conteúdo de mutações genéticas é abordado de forma superficial restringindo-se a conceitos elementares, ressaltando predominantemente aspectos negativos das mutações, como quando relacionam mutações com doenças genéticas.

No que se refere à percepção discente, constatou-se que os alunos participantes da pesquisa associam as mutações genéticas com o processo evolutivo e o acerto dessa afirmação pode ser relacionado tanto à qualidade do livro didático usado, em que a abordagem evolutiva é uma constante; como no fato dessa ser uma preocupação permanente do professor daquelas turmas.

A sequência de ensino proposta se desenvolveu em 5 etapas que buscaram sanar as dificuldades verificadas a partir do questionário discente e do teste de sondagem realizado da primeira etapa. Todas as atividades desenvolvidas durante a SEI foram bem avaliadas, embora os estudantes tenham revelado um nível médio de dificuldade na execução das mesmas. A visita a APAE com a

posterior roda de conversas para a discussão acerca das impressões de que os alunos experienciaram durante aquela visita destacou-se entre as atividades como a mais proveitosa. Nela, os alunos puderam conhecer e refletir sobre as dificuldades que os familiares e os portadores de necessidades especiais enfrentam para exercer sua cidadania com dignidade.

Partindo da análise dos dados coletados nas etapas desenvolvidas ao longo da aplicação percebeu-se que o uso de estratégias diferenciadas, como as sequências didáticas de viés investigativo, torna os alunos agentes promotores no processo de construção do conhecimento. Dentre os benefícios dessa estratégia podemos citar sua fundamental contribuição na AC dos alunos, pois as SEI's geram nos alunos um ímpeto problematizador capaz de buscar as respostas para seus próprios questionamentos, sob a tutela do saber científico. Outro benefício percebido está no fato de que esse tipo de estratégia contribui para desmistificar temas cuja abordagem em sala de aula tende a ser fragmentada, superficial e desvinculada da realidade discente.

A SEI descrita e desenvolvida nesse trabalho é de relativa facilidade de implantação, os materiais que a compuseram são de fácil acesso e de baixo custo. Por essas características essa sequência é perfeitamente aplicável e pode ser reproduzida quaisquer escolas nas quais os professores desejem que seus alunos aprendam sobre mutações genéticas a partir de abordagens investigativas. Mesmo em instituições de ensino que há escassez de recursos materiais, como é a realidade da grande maioria das escolas públicas estaduais.

Espera-se que este estudo possa subsidiar o desenvolvimento de novas metodologias que busquem analisar de forma mais aprofundada e sob outras perspectivas a maneira como as mutações genéticas são estudadas no Ensino Médio e colaborar efetivamente para o desenvolvimento de estratégias em que o Ensino por Investigação das mutações genéticas seja o aspecto predominante. Todo material produzido está disponível no sítio eletrônico: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>, e pode ser acessado e aplicado em sala de aula conforme a realidade docente e da instituição escolar.

Convém ainda ressaltar que nesse período tão conturbado da história humana, em o conhecimento científico é substituído por pseudociência, o Ensino por Investigação possa ser usado como a ferramenta que é para banir essas

obscuridades, a fim de que possamos (re) descobrir e (re) aprender a "fazer ciência", colocando-a num lugar de destaque em nossa sociedade.

7. REFERÊNCIAS

- ANDERLID, B.; SCHOUMANS, J.; ANNERÉN, G.; SAHLÉN, S.; KYLLERMAN, M.; VUJIC, M.; HAGBERG, B.; BLENNOW, E.; NORDENSKJÖLD, M. Subtelomeric rearrangements detected in patients with idiopathic mental retardation. **American Journal of Medical Genetics**, v.107, n.4, p. 275-284, 2002.
- ARAÚJO, M. S.; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. A Genética no Contexto de Sala de Aula: Dificuldades e Desafios em uma Escola Pública de Florianópolis. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RenCiMa**, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.
- BARRA, V. A lousa de uso escolar: traços da história de uma tecnologia da escola moderna. **Educar em Revista**, v. 1, n. 49, p. 121-137, 2013.
- BATISTA, R. C.; OLIVEIRA, J. E.; RODRIGUES, S. F. P. Sequência Didática - Ponderações Teórico - Metodológicas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO (ENDIPE), 18, 2016, Mato Grosso. **Anais [...]**. Campo Grande. Universidade Federal de Mato Grosso, 2016. p. 5380-5385.
- BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, v. 9, n. 17, p.95-102, 2017.
- BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.
- BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. **Genética Humana**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- BRANCO, P. V. C.; CASTRO, M. S.; SILVA, V. L. M. O Desafio de Ensinar e Aprender Genética em uma Escola Pública de Ensino Fundamental. **Pesquisa em Foco**, v. 24, n. 1, p. 121-141, 2019.
- BRASIL, Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 26 jun 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/13005.htm>. Acesso: 9 Out. 2020.
- _____, Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília, DF: MEC/Semtec, 2006.
- _____, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS. **Informações de Saúde, Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) de 2017**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br/catalogo/sim.htm>>. Acesso: 20 Mai. 2020.
- _____. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 01 Out. 2017.

- _____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/559748/lei_de_diretrizes_e_bases_3ed.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 3 Out. 2017.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2002.
- CARNEIRO, R. P. Reflexões acerca do processo ensino-aprendizagem na perspectiva freireana e biocêntrica. **Revista Thema**, v. 9, n. 2, p. 1-18, 2012.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 1, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CIAVATTA, M. A formação integrada à escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. **Revista Trabalho Necessário**, v. 3, n. 3, p. 1-20, 2008.
- CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las ciencias**, v.1, n. extra, p. 1-5, 2005.
- CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**, v. 17, n. 34, p. 266-298, 2016.
- DOURADO, L. F.; OLIVEIRA, J. F. A qualidade da educação: perspectivas e desafios. **Cadernos Cedes**, v. 29, n. 78, p. 201-215, 2009.
- FEIJÓ, A. A. **Fatores determinantes de Motivação/Desmotivação de alunos do Curso Técnico em Informática do Colégio Agrícola de Camboriú - UFSC**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- FRANZOLIN, F. Conteúdos básicos de genética para o ensino médio: comparando as opiniões dos professores da educação básica, dos docentes do ensino superior e dos documentos curriculares estaduais. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [en línea], v. 1, n. extra, p. 1373-1377, 2013
- FREIRE, E. S.; FERREIRA, L. G. Qualidade de Ensino e Formação de Professores: inter-relação com o IDEB e a Prova Brasil. **Revista Meta: Avaliação**, v. 5, n. 15, p. 298-326, 2014.
- GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. 2ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2015.
- GOLDBACH, T.; DYZARS, F. F.; SARDINHA, R.; PAPOULA, N.; DA CARDONA, T. Para repensar o ensino de genética: levantamento e análise da produção acadêmica da área do ensino de ciências e Biologia no Brasil. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 1, n. extra, p. 1830-1834, 2009.
- GOUVEIA, A. B.; CRUZ, R. E.; OLIVEIRA, J. F.; CAMARGO, R. B. Condições de trabalho docente, ensino de qualidade e custo-aluno-ano. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 22, n. 2, 2011.

- GRIFFITHS, A. J. F. **Why do students find genetics so difficult to learn?** Berlin, Germany, 12-17 jul 2008. XX International Congress of Genetics. Disponível em: <http://www.sciencebridge.net/uploads/akt-ver-attachments/Griffiths_icg_08.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2020.
- GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à genética**. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- GRÖSZ, L. C. B.; ALMEIDA, R. H. F. Ensinando Genética de Forma Lúdica: Utilização de um Jogo de Tabuleiro para Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio. **Revista Prática Docente**, v. 2, n. 2, p. 336-350, 2017.
- HOBSBAWM, E. **A Era dos Extremos – O Breve Século XX (1914-1991)**. 2ª Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- HOROVITZ, D. D. G.; LLERENA JR, J. C.; MATTOS, R. A. Atenção aos defeitos congênitos no Brasil: panorama atual. **Caderno de Saúde Pública**, v. 21, n. 4, p. 1055-1064, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Parnaíba**. Rio de Janeiro: Ibge, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/parnaiba.html>. Acesso: 12 set. 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Causas e Prevenção - Estatísticas de Câncer 2020**. Rio de Janeiro: Inca, 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2019**. Brasília: Inep, 2020. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- JORDÃO, R. S. Diários de estudo como meios para a avaliação da aprendizagem no ensino superior. **Olhares: Revista do Departamento de Educação da Unifesp**, v.2, n. 1, p. 129-154, 2013.
- JURASSIC World: O Mundo dos Dinossauros*. Direção de *Colin Trevorrow*. Estados Unidos: *Universal Pictures*, 2015. 1 DVD (124 min.).
- KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, v. 5, n.1, p. 1-19, 2001.
- LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores**. Uberlândia–MG: Edibrás, 2018.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. Vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2016.
- MAESTRELLI, S. R. P.; FERRARI, N. O óleo de Lorenzo: o uso do cinema para contextualizar o ensino de genética e discutir a construção do conhecimento científico. **Genética na Escola**, v.1, n. 2, p. 35-39, 2006.
- MARTINS, L. A. C. P.; BRITO, A. P. P. O. M. As concepções iniciais de Thomas Hunt Morgan acerca da evolução e hereditariedade. **Grupo de História e Teoria da Ciência (GHTC)**. Filosofia e História da Biologia I. São Paulo: Mack Pesquisa, 2006.
- MELO, M. C. H.; CRUZ, G. C. Roda de Conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no Ensino Médio. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014.

MELVILLE, W.; FAZIO, X.; BARTLEY, A.; JONES, D. Experience and Reflection: Preservice Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v.19, n. 5, p. 477-494, 2008.

MESQUITA, S. S. A.; LELIS, I. A. O. M. Cenários do Ensino Médio no Brasil. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, n. 89, p. 821-842, 2015.

MOTOKANE, M.; VERSUTE-STOQUI, F. M.; TRIVELATO, S. L. F. Características de sequências didáticas promotoras da alfabetização científica no ensino de Biologia. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [en línea], v.1, n. extra, p. 2421-2424, 2013.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 32, n. 2, p. 167-174, 2013.

MOVIMENTO DOWN (A). **Estatísticas sobre síndrome de Down**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.movimentodown.org.br/2013/08/estatisticas-sobre-sindrome-de-down/> Acesso em: 9 ago. 2020.

MOVIMENTO DOWN (B). **Campanhas Down por aí - Ser Diferente é Normal! Instituto Meta Social promove campanhas pela inclusão**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.movimentodown.org.br/2013/08/ser-diferente-e-normal-instituto-meta-social-promove-campanhas-pela-inclusao/> Acesso em: 9 ago. 2020.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S.; SILVA, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; BARROS, M. D. M. Guia do Educador para o Filme X-Men Primeira Classe. **Genética na Escola**, v. 11, n.1, p.28-35, 2016.

NASCIMENTO, J. M.; MEIRELLES, R. M. Conectando saberes e 'superpoderes' para mediar tópicos em genética e saúde no ensino médio. **Revista Práxis**, v. 7, n. 14, p. 47-56, 2015.

NUSSBAUM, R. L.; MCINNES, R. R.; WILLARD, H. F. **Genética Médica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

OLIVEIRA, E. B. **Análise da percepção docente e discente sobre os conteúdos de genética aplicados na 3ª série do Ensino Médio de duas escolas públicas do município de Apucarana-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Licenciatura em Ciências Biológicas) Faculdade de Apucarana, Paraná, 2008.

OLIVEIRA, H. T. A. S.; FERREIRA, K. E.; RIBEIRO, P. A. C.; ROCHA, M. L.; COSTA, F. J.; MARTINS, É. M. Metodologias Alternativas para o Ensino de Genética em um Curso de Licenciatura: um Estudo em uma Universidade Pública de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 497-507, 2017.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Folha informativa – Câncer**. Brasília: Opas, 2018. Disponível em:

https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=1094. Acesso em: 30 jul. 2020.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 182-201, 2005.

PARQUE dos Dinossauros. Direção de *Steven Spielberg*. Estados Unidos: *Universal Pictures*, 1993. 1 DVD (126 mim.).

PEDREIRA, M. M. **Desenvolvimento e Avaliação de Estratégia de Ensino de Genética para o Ensino Superior**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2014.

PENNONE, S. L. S. **Erros Conceituais de Genética nos Livros Didáticos do PNLDEM 2012**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) Universidade Federal do Paraná, 2011.

PENTEADO, R. Z.; SOUZA NETO, S. Mal-estar, sofrimento e adoecimento do professor: de narrativas do trabalho e da cultura docente à docência como profissão. **Saúde e Sociedade**, v. 28, n. 1, p. 135-153, 2019.

PEREIRA-FERREIRA, C.; PAIVA, R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; GOLDBACH, T.; MERHY, T. S. M. Brincando com a dificuldade do ensino da genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11, 2017, Santa Catarina. **Anais [...]**. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-11.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**. Tradução Beatriz Araujo do Rosário. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

PORTO, F. V. N. História e Atualidade da APAE em Buriti dos Lopes. Entrevista realizada em 30 de Setembro de 2020 na Rua Antônio Honorato. Entrevistador: Flávio Ibiapina Rodrigues.

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; JACKSON, R. B.; MINORSKY, P. V.; CAMPBELL, N. A. **Biologia de Campbell**. 10ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2015.

RODRIGUEZ, B. A. La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 13, p. 379-385, 1995.

ROOS, A. A biodiversidade e a extinção das espécies. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1494-1499, 2012.

SANTOS, V. A.; MARTINS, L. A Importância do Livro Didático. **Candombá - Revista Virtual**, v. 7, n. 1, p. 20-33, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Educação. **Orientações curriculares e proposições de expectativas de aprendizagem para o ensino fundamental: ciclo II**. São Paulo, SP: SME/ EF/ Ciclo II, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

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

SILVA, E. T. Livro Didático: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Em Aberto**, v. 16, n. 69, p. 11-15, 1996.

SILVEIRA, J. L.; SILVA, J. R. Docência em Biologia com as ferramentas de autoria na internet. **Educação Pública**, v. 19, n. 20, p. 1-8, 2019.

SILVEIRA, R. V. M.; AMABIS, J. M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Anais [...]**. Bauru. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003. P. 1-12.

SOARES, M. P. S. B. Formação permanente de professores: um estudo inspirado em Paulo Freire com docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Educação & Formação**, v. 5, n. 13, p. 151-171, 2020.

SOUSA, E. S.; JUNIOR, F. H. N.; CAVALCANTE, C. A. M.; HOLANDA, D. A. S. A genética em sala de aula: uma análise das percepções e metodologias empregadas por professores das escolas públicas estaduais de Jaguaribe Ceará. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 16-24, 2016.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Revista Científica Schola**, n. 1, v. 2, p. 83-95, 2018.

THISELTON-DYER, W. T. The New "Origin of Species" The Mutation Theory. **Nature**, v. 83, n. 2115, p. 302-205, 1910.

THOMAZ, L.; OLIVEIRA, R. C. **A educação e a formação do cidadão crítico, autônomo e participativo**. Paraná: Seed, 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1709-8.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

TRABULSI, L. R.; ALBERTHUM, F. **Microbiologia**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2015.

VILAS-BOAS, A. Conceitos errôneos de Genética em livros didáticos do ensino médio. **Revista Genética na Escola**, v. 1, n. 1, p. 9-11, 2006.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAHA, A.; FERREIRA, H. B.; PASSAGLIA, L. M. P. **Biologia molecular básica**. 5ª ed. Porto Alegre (RS): ARTMED, 2014.

ZIBAS, D. M. L. A reforma do ensino médio nos anos de 1990: o parto da montanha e as novas perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 1, n. 28, p. 24-36, 2005.

8. PRODUTO

8.1 Sequência de Ensino

“MITOS E VERDADES SOBRE MUTAÇÕES GENÉTICAS”

Autores: Flávio Ibiapina Rodrigues¹; Emília Ordones Lemos Saleh¹; Tatiana Gimenez Pinheiro²; Pedro Marcos de Almeida¹; Francielle Alline Martins¹.

E-mail para correspondência: flavio.ibi@gmail.com

Instituições:¹Universidade Estadual do Piauí/ Campus Poeta Torquato Neto/ Laboratório de Genética/ Teresina/ PI.

Palavras-chave:Ensino médio; Mutações Genéticas; Processo Ensino-Aprendizagem.

1. Introdução

Durante o processo de transmissão do material genético, os segmentos de DNA que constituem os seres vivos estão em permanente estresse modificativo. Frequentemente, a composição química dos nucleotídeos pode ser alterada por agentes: físicos, químicos ou biológicos, sejam naturais; sejam artificiais. As mutações podem ser compreendidas como quaisquer alterações no conjunto gênico de um organismo que não podem ser atribuídas pela recombinação de variabilidade genética pré-existente. Essas mutações podem ser segmentadas em três grandes grupos: as que alteram o número de cromossomos (aneuploidia e euploidia), as modificações na estrutura cromossômica (aberrações cromossômicas) e as transformações nos genes individuais (Zaha *et al.*, 2014).

A sequência didática aqui proposta pauta-se na necessidade de desmistificar algumas concepções incorretas associadas com as mutações genéticas. Embora o senso comum propague a ideia segundo a qual as mutações genéticas são eventos deletérios, um olhar mais detalhado revela que as mutações associadas a processo de seleção natural são fenômenos essenciais para o processo evolutivo. Além disso, observa-se que o processo ensino aprendizagem dessa temática enfrenta algumas barreiras, dentre elas: práticas pedagógicas pautadas, em grande medida, apenas pelo livro didático; aulas de caráter eminentemente expositivo; abordagem dos assuntos de forma superficial, descontextualizado e mesmo equivocado (Oliveira, 2008).

Um das maneiras de reduzir essa carência e potencializar o processo ensino-aprendizagem é a elaboração e o desenvolvimento de atividades diferenciadas que valorizam a participação discente, na qual os alunos deixam de ser passivos e passam a ser protagonistas no processo de ensino. Nesse sentido pode-se abranger atividades em grupo, a exemplo: composição de paródias, elaboração de mapas conceituais, grupo de verbalização e grupo de observação, júri simulado, jogos didáticos, palestra (oportunização para complementar a formação), fórum de discussão, elaboração de portfólio, estudo de caso, uso de obras cinematográficas etc. (Leal *et al.*, 2018). Há ainda a possibilidade de se combinar várias dessas estratégias numa “sequência didática”.

A sequência didática é compreendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para o alcance de determinados objetivos educacionais (Zabala, 1998). Uma das formas de potencializar o alcance dos objetivos das sequências didáticas é através do enfoque investigativo. Essa é uma metodologia em que o processo ensino-aprendizagem se baseia nas etapas do método científico. A partir de situações-problema ou casos de investigação; estimula-se o questionamento; levantamento de hipóteses; o planejamento; o recolhimento e a análise de evidências; a proposição de explicações com bases nessas evidências e a comunicação dos resultados. Em última análise a sequência didática investigativa auxilia os alunos no aprender a fazer ciência (Cleophas, 2016). Dessa forma, a sequência didática “Mitos e verdades sobre mutações genéticas” foi proposta a partir desse viés investigativo com o intuito de contribuir para uma melhor compreensão acerca das mutações genéticas, seu papel no processo evolutivo, suas aplicações na agricultura e como fator determinante de várias condições patológicas.

2. Objetivos

- Revisitar conceitos e aspectos morfológicos e funcionais do núcleo celular;
- Analisar os processos geradores de mutações genéticas;
- Compreender como as mutações genéticas se associa com o processo evolutivo;
- Entender como as mutações genéticas estão relacionadas com a evolução e o surgimento de novas espécies vegetais.
- Proporcionar um momento reflexão aos alunos em relação a inclusão na sociedade das pessoas portadores de síndromes genéticas;

3. Temas abordados

- Núcleo Celular, Mitose e Meiose;
- Mutações Genéticas;
- Evolução Biológica;

- Patologias associadas com mutações genéticas.

4. Público-alvo

Alunos da 3º série do Ensino Médio.

5. Duração (em aulas)

11 aulas de 50 min

6. Materiais

Caixa de som, *laptop*, livro didático, pinceis atômicos (cores diversas), pincel para quadro branco, projetor multimídia, quadro branco, *smartphone*.

7. Desenvolvimento

Para melhor compreensão das etapas a sequência proposta foi dividida em 5 etapas, descritas no quadro abaixo:

7.1 Quadro Síntese

Etapa	Aula	Tema/Conceito	Descrição da Atividade
1	1	Núcleo Celular, Mitose e Meiose	Revisitando conceitos através de um bate-papo descontraído finalizado com um Quiz.
2	2	Mutações Genéticas e seus Aspectos Práticos.	Exposição Dialogada, problematização e levantamento de questões norteadoras
3	3	Manipulação Genética, Transgenia, Evolução, Uso de Animais em experimentos.	Exibição do compilado dos filmes “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015)”.
	4		Debate relacional entre as mutações genéticas, conceitos apresentados no filme. Estímulo ao questionamento e levantamento de hipóteses.
	5		Recolhimento e a análise de evidências através da pesquisa orientada.
	6		Consolidação do aprendizado com bases nessas evidências e comunicação dos resultados.
4	7-9	Leitura da realidade e Formação Cidadã.	Visita a instituição que preste assistência médica e/ou educacional a pessoas portadoras de síndromes genéticas e/ou outras condições clínicas patológicas. Por exemplo: Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE).

	10		Roda de conversa sobre as impressões dos alunos em relação à visita realizada a APAE.
5	11		Avaliação da proposta

7.2 Descrição das etapas

Etapa 1. Nessa etapa sugere-se aplicar um teste de sondagem (Apêndice I) cuja meta é rememorar alguns conceitos atinentes a estrutura e ao funcionamento do núcleo celular e suas estruturas correlatas; assim como o processo de divisão celular. Para facilitar a mediação uma sequência de slides deve ser usada a título de ilustração focando nos conceitos chave trabalhados nessa etapa: Núcleo Celular, Mitose e Meiose. Ao final do bate-papo um Quiz deve ser proposto na própria apresentação de slides. Essa atividade pode ser realizada oralmente. Sugestão de slides e de perguntas para o Quiz estão disponíveis no site: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>

Etapa 2. Na aula seguinte deve-se promover uma exposição dialogada tratando de aspectos gerais e práticos relacionados com as mutações genéticas. Sugestão de slides estão disponíveis no site: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>. É importante que no decorrer da aula os alunos sejam desafiados com as seguintes questões: o que são mutações genéticas? Como ocorrem as mutações genéticas? Que fatores são capazes de ocasionar as mutações? Quais são as principais mutações genéticas em seres? Qual a influência das mutações genéticas na agricultura? Que diferenças podemos observar entre um vegetal diplóide e um poliploide? Como podemos relacionar as mutações genéticas com o processo evolutivo? Que diferenças podemos estabelecer entre variabilidade genética e mutações genéticas?

Etapa 3. Nesse momento a proposta é exibir um compilado dos filmes: “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015)”, também disponível no site: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>. A escolha das cenas teve por fundamento: os trechos que tratavam de manipulação genética, cenas de ação, e momentos que tratavam de questões morais. O tempo final desses recortes foi de aproximadamente 56 minutos. Após a exibição do filme os alunos devem ser convidados a debater e relacionar mutações genéticas e os conceitos “científicos” apresentados no filme. Nessa etapa o ideal é que se use duas aulas seguidas. É importante solicitar aos alunos que façam anotações durante o filme e o debate para orientar as discussões posteriores. Exemplo de questionamentos e hipóteses que podem ser levantados durante o debate estão no Quadro 1.

Quadro 1. Exemplo de questionamentos e hipóteses que devem ser levantadas durante o debate sobre o compilado dos filmes: “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015)”

01. De que maneira os cientistas do filme “criaram” os dinossauros?
02. Por que foi necessário o uso de DNA de sapos para a “desextinção” dos dinossauros?
03. Como o estudo das mutações genéticas pode ser associado com a história dos retratada no filme?
04. Algumas dessas técnicas de manipulação genética são usadas na atualidade?
05. É viável usar essas técnicas de manipulação genética para corrigir problemas genéticos em seres humanos?
06. Realize uma pesquisa sobre alguns tipos de animais que mudam de gênero a depender das condições ambientais?
07. Você acredita que esses dinossauros seriam capazes de sobreviver nas atuais condições ambientais do planeta?
08. Os animais do filme sofreram mutações ou são transgênicos?
09. Seria eticamente correto “ressuscitar” espécies de seres já extintos?
10. Você considera que um dia será possível reproduzir os fatos narrados no filme?
11. As situações retratadas no filme estão “cientificamente corretas” ou são apenas ficção?
12. É ético “recriar animais” para o lazer?

Uma vez levantadas as questões norteadoras e hipóteses a turma deve ser dividida em grupos de aproximadamente 4 alunos para a atividade pesquisa orientada, na qual os alunos recolherão e analisarão evidências que respondam as situações-problema levantadas a partir de fontes diversas (sites confiáveis na internet, artigos, revistas e livros). Os resultados podem ser entregues na forma de relatório e/ou estudo dirigido, cartazes, mini-documentários.

Etapa 4. Visando fortalecer a visão da realidade social, bem como conhecer as dificuldades enfrentadas pelos portadores, pais, familiares, responsáveis e educadores; recomenda-se uma visita a instituições que prestam assistência aos portadores de síndromes genéticas e outros problemas deficiências. Dentre essas instituições a mais capilarizada pelo país é a APAE. Essa é uma atividade que deve ser realizada, preferencialmente no contra-turno. É importante que após a visita a APAE uma roda de

conversas seja promovida entre os alunos para que eles possam expor suas impressões acerca da visita, do trabalho realizado pela instituição e refletir como podem colaborar com o trabalho desenvolvido. Essa discussão deve ser mediada pelo professor para garantir que o propósito de formação cidadã seja alcançada.

Etapa 5. Essa etapa é opcional, no entanto recomenda-se fortemente que seja realizada a fim de avaliar a aceitação da sequência didática e evidenciar possíveis falhas na execução da proposta para que as mesmas não sejam repetidas numa aplicação futura (Apêndice II).

8. Proposta de Avaliação

A avaliação deve ser processual e contínua. Os alunos devem ser acompanhados e ter a atuação verificada em todas os momentos da aplicação como: participação no teste de sondagem, no Quiz, na exposição dialogada; atenção e anotações durante o filme; participação durante as atividades do ciclo investigativo; visita a APAE; e exposição das percepções durante a roda de conversas. O professor pode usar ainda o material produzido ao final da etapa 3 como parte da avaliação corrente. Para isso deve levar em conta o conteúdo abordado na sua profundidade, capacidade de síntese do aluno, a participação na atividade e a capacidade de trabalho em grupo.

9. Considerações Finais

Espera-se que ao final da aplicação dessa sequência didática o aluno tenha desenvolvido um novo olhar acerca das mutações genéticas. Percebendo que: elas são mais comuns e frequente do que aparentam; estão intrinsecamente associadas com o processo evolutivo, e que sem elas a vida no planeta nem seria possível; ocorrem espontaneamente, embora possam ser induzidas por agentes externos; que algumas são deletérias (causando doenças), mas para alguns seres podem ser até vantajosas (como nos vegetais). Ainda, espera-se que os alunos possam compreender que os portadores de síndromes genéticas enfrentam muito preconceito além de enormes barreiras para sua inserção social, que o apoio de instituições da APAE e da sociedade em geral são fundamentais para mitigar as dificuldades enfrentadas por essas pessoas.

10. Material de Apoio (textos, sites, vídeos, glossário)

Os materiais sugeridos como Slides, Quiz e a compilação dos filmes: “O Parque dos Dinossauros (1993)”; e “Jurassic World (2015)” estão disponíveis em: <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/> bem como um exemplo de atividade entregue ao final da Etapa 3 pelos alunos de uma escola no interior do Piauí.

11. Referências Bibliográficas

CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**, v. 17, n. 34, p. 266-298, 2016.

LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores**. Uberlândia–MG: Edibrás, 2018.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O Uso do Ensino por Investigação como Ferramenta Didático-Pedagógica no Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.13, n.5, p. 428-440, 2018.

OLIVEIRA, E. B. **Análise da percepção docente e discente sobre os conteúdos de genética aplicados na 3ª série do Ensino Médio de duas escolas públicas do município de Apucarana-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Licenciatura em Ciências Biológicas) Faculdade de Apucarana, Paraná, 2008.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

12. Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO).

13. Apêndice I

TESTE DE SONSAGEM – Núcleo Celular, Mitose e Meiose

01. (Cesgranrio- RJ) Dos constituintes celulares a seguir relacionados, qual está presente somente nos eucariontes e representa um dos critérios utilizados para distingui-los dos procariontes?

- a) DNA.
- b) Membrana celular.
- c) Envoltório nuclear.
- d) Ribossomo.
- e) RNA.

02. (Ufla-MG) Qual das seguintes alternativas é correta em relação ao nucléolo?

- a) É o local de síntese do RNA ribossômico e das subunidades ribossômicas.
- b) Não é visível no núcleo interfásico.
- c) É uma estrutura intranuclear envolvida por membrana.
- d) É o local de síntese das proteínas ribossômicas.

03. (UFSM-RS). Associe as colunas:

Coluna 1

1. Genoma
2. Gene
3. Cromossomo
4. Cariótipo

Coluna 2

- () Segmento de DNA que contém instrução para a formação de uma proteína.
- () Estrutura formada por uma única molécula de DNA, muito longa, associada a proteínas, visível durante a divisão celular.
- () Conjunto de genes de uma espécie.

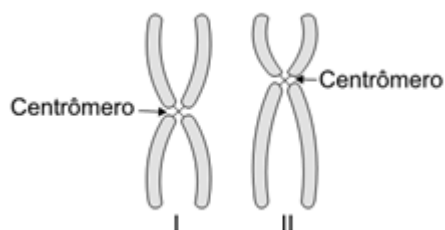
A sequência correta é:

- a) 3 – 4 – 1.
- b) 3 – 2 – 4.
- c) 2 – 4 – 1.
- d) 2 – 3 – 1.
- e) 1 – 2 – 3.

04. Os cromossomos são formados por:

- a) DNA exclusivamente.
- b) DNA e proteínas, como a proteína histona.
- c) DNA e RNA.
- d) RNA exclusivamente.
- e) RNA e proteínas, como a proteína histona.

05. Quanto à posição do centrômero, os cromossomos, representados abaixo, são respectivamente:



- a) I – telocêntrico; II – metacêntrico.
- b) I – acrocêntrico; II – telocêntrico.
- c) I – submetacêntrico; II – acrocêntrico.
- d) I – metacêntrico; II – acrocêntrico.
- e) I – metacêntrico; II – submetacêntrico.

06. A mitose e a meiose são dois processos importantes que garantem a divisão das células. Sobre a meiose, marque a alternativa incorreta:

- a) A meiose ocorre em células somáticas de animais.
- b) Na meiose são formadas quatro células-filhas.
- c) Na meiose observa-se a formação de células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe.
- d) Duas divisões celulares são observadas na meiose.
- e) Na prófase I da meiose, pode ser observado o *crossing-over*.

07. Analise as alternativas abaixo e marque aquela que indica corretamente uma etapa da mitose, que se caracteriza pela organização dos cromossomos na região mediana da célula.

- a) Prófase.
- b) Prometáfase.
- c) Metáfase.
- d) Anáfase.
- e) Telófase.

08. (UFJF – Pism/2017) Uma importante consequência da meiose é a geração de diversidade genética. Neste processo de divisão celular, o evento que gera maior diversidade é:

- a) a indução de mutações.
- b) a separação das cromátides irmãs.
- c) a ocorrência de permutação (*crossing-over*).
- d) a indução de homozigose nas células formadas.
- e) a segregação aleatória de cromossomos homólogos.

09. A espécie humana apresenta:

- a) 23 cromossomos, sendo apenas um sexual.
- b) 23 pares de cromossomos, sendo um par sexual.
- c) 23 pares de cromossomos, sendo dois pares sexuais.
- d) 46 cromossomos, sendo 44 sexuais e 2 autossomos.
- e) 46 cromossomos, sendo 45 autossomos e 1 sexual.

10. (Albert Einstein/2019) Uma célula animal foi analisada ao microscópio, o que permitiu visualizar 4 cromossomos duplicados se deslocando para cada um dos polos da célula. Sabendo que a ploidia do animal é $2n = 8$, a célula analisada encontra-se em

- a) anáfase II da meiose.
- b) metáfase da mitose.
- c) anáfase da mitose.
- d) anáfase I da meiose.
- e) metáfase I da meiose.

Gabarito: 1. C; 2. A; 3. D; 4. B; 5. E; 6. A; 7. C; 8. E; 9. B; 10. D

14. Apêndice II

Proposta de avaliação da Sequência de Ensino

	Revisão de Conceitos	Filme e Debate Relacional	Criação de questões Norteadoras	Pesquisa Orientada	Visita à APAE
1. Metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem.					
2. Nível de satisfação com as técnicas empregadas durante a pesquisa.					
3. Contribuição da metodologia utilizada para a sua aprendizagem em mutações genéticas					
4. Nível de interesse durante a aplicação das metodologias.					
5. Nível de dificuldade em compreender e executar as atividades propostas.					

8.2 BLOG

Esse sítio eletrônico também é resultado das atividades desenvolvidas durante a produção do Trabalho de Conclusão do Mestrado – TCM. O blog objetiva divulgar os materiais didático desenvolvido ao longo do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - ProfBio na Universidade Estadual do Piauí com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Os materiais produzidos estão disponíveis para *download* através do endereço eletrônico <https://mutacoesgeneticas.blogspot.com/>.

9. APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DOCENTE

MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO DOCENTE/ DISCENTE E ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS NA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ

QUESTIONÁRIO

1. Titulação mais elevada concluída e ano de término:

[] Graduação. Ano de Término: _____. [] Doutorado. Ano de Término: _____.

[] Especialização. Ano de Término: _____. [] Pós-Doutorado. Ano de Término: _____.

[] Mestrado. Ano de Término: _____.

2. Tipos de escolas em que atua: [] Pública. [] Pública e Privada.

3. Quantidade de escolas em que atua: [] Uma. [] Três.
[] Duas. [] Mais de Três.

4. Tempo de Docência (em anos): _____.

5. Tempo de Docência no Ensino Médio: _____.

6. Número de aulas ministradas na semana: _____.

7. Tipo de Vínculo: [] Efetivo. [] Cedido.
[] Substituto [] Permutado.
(Contratado).

8. Quais os materiais didáticos e/ou ambientes utilizados para apoio pedagógico da disciplina? (É possível marcar mais de uma alternativa)

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| [] Álbum seriado. | [] Ilustrações. | [] Pincel/giz. |
| [] Computador/laptop. | [] Jornais. | [] Quadro acrílico/verde. |
| [] Datashow. | [] Laboratório de Biologia. | [] Revistas. |
| [] Desenhos. | [] Laboratório de Ciências. | [] Slides. |
| [] Diorama. | [] Laboratório de Informática. | [] Textos complementares. |
| [] Folders. | [] Livro didático. | [] Vídeos. |
| [] Gráficos. | [] Modelos didáticos. | [] Outros. |
| [] Histórias em quadrinhos. | | |

NAS QUESTÕES A SEGUIR, MARQUE APENAS UMA DAS ALTERNATIVAS:

9. Considerando as mutações genéticas, qual a principal dificuldade enfrentada no processo ensino – aprendizagem?

- a) Falta de conhecimento prévio, por parte dos alunos, de conceitos básicos como: meiose, DNA, síntese e função das proteínas etc.
 - b) Falta de tempo para abordagem, pois a carga horária é insuficiente para aprofundar nesse assunto, visto que outros temas são priorizados.
 - c) Falta de um material atrativo e completo impresso, uma vez que o livro didático adotado não aborda esse conteúdo, ou aborda de forma superficial.
 - d).Outra,.Especifique:_____
-

10. Em sua concepção como tais assuntos são abordados nos livros didáticos?

- a) São retratados de maneira satisfatória, abordando os aspectos bioquímicos, patológicos, evolutivos e agroindustriais relacionados com as mutações genéticas;
 - b) São retratados de forma satisfatória, mas na maior parte das vezes se restringem aos aspectos negativos da mutação com exemplos de doenças;
 - c) A abordagem é quase sempre superficial, limita-se a definições do que é e quais são os tipos;
 - d) O(s) livro(s) didático(s) adotado(s) não costuma(m) abordar esse tema.
 - e).Outra,.Especifique:_____
-

11. Qual estratégia você utiliza com maior frequência para melhorar a construção do conhecimento no que se refere ao estudo das mutações genéticas?

- a) Gostaria de utilizar jogos didáticos, mas não conheço nenhum específico sobre mutações genéticas;
 - b) Costumo exibir documentários ou filmes que tratam do tema;
 - c) Oriento a busca ativa de exemplos positivos e negativos na população ou na internet;
 - d) Não faço uso de nenhuma estratégia diferenciada, apenas aula expositiva.
 - e).Outra,.Especifique:_____
-

12. Quando você aborda mutações genéticas em sala de aula, qual a sua percepção mais evidente acerca do conhecimento prévio do aluno sobre esse assunto?

- a) Os alunos sempre associam mutações genéticas com doenças, ou algo negativo; raramente conhecem algum ponto positivo;
 - b) Os alunos sempre associam mutações genéticas com doenças, ou algo negativo, mas reconhecem a importância do papel da mutação para o processo de evolução.
 - c) Normalmente os alunos associam as mutações com a abordagem lúdico - cinematográfica dos desenhos animados, filmes e seriados de televisão.
 - d).Outra,.Especifique:_____
-

13. Que metodologias você consideraria para estimular o processo ensino aprendizagem nessa área do conhecimento.

14. Gostaria de participar de um curso de reciclagem que abordasse metodologias ativas no estudo de mutações genéticas.

- a) sim;
- d) não;
- c) talvez

9. Apêndice B

QUESTIONÁRIO DISCENTE

Universidade Estadual do Piauí – UESPI
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO
Trabalho de Conclusão do Mestrado - TCM

MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO DOCENTE/ DISCENTE E ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS NA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ

QUESTIONÁRIO

1. Quando você houve a expressão MUTAÇÃO no que você pensa primeiro?
 - a) Síndrome de down;
 - b) X-men, superpoderes;
 - c) evolução;
 - d) câncer;
 - e) transgênicos.

2. Em relação às mutações genéticas marque a alternativa correta:
 - a) Alterações no DNA que sempre são herdadas dos pais;
 - b) Alterações no DNA que são adquiridas ao longo da vida;
 - c) Alterações no DNA que podem ser herdadas dos pais ou adquiridas ao longo da vida;
 - d) Alterações no DNA que inviabilizam a vida, causando aborto.

3. Julgue (F) se falso, (V) se verdadeiro e (-) não sei.
 - 3.1 () As mutações são causas de várias doenças, dentre as mais comuns podemos citar: o câncer e a síndrome de Down.
 - 3.2 () Em humanos, a perda ou a duplicação de um cromossomo é incompatível com a vida
 - 3.3 () Qualquer alteração no DNA danifica o material genético inviabilizando a vida.
 - 3.4 () Nas plantas é muito comum a multiplicação do número de cromossomos.
 - 3.5 () As alterações cromossômicas podem ser atribuídas a problemas durante a meiose da célula
 - 3.6 () As mutações são eventos raros nos seres vivos. Mas alguns fatores tais como: exposição continuada a agrotóxicos e a radiação UV, raios X, uso de tabaco e outras drogas podem aumentar a incidência de mutação.
 - 3.7 () As alterações no DNA nem sempre são percebidas nos indivíduos.
 - 3.8 () As mutações são fonte de variabilidade genética, importante ferramenta do

processo evolutivo das espécies.

3.9 () As mutações são fonte de variabilidade genética, que nos animais normalmente podem levar a extinção de uma espécie.

4. Em relação às mutações quais são suas principais dúvidas ou curiosidades que gostaria que fossem respondidas durante as aulas?

9. Apêndice C

TESTE DE SONDAGEM

01. (Cesgranrio- RJ) Dos constituintes celulares a seguir relacionados, qual está presente somente nos eucariontes e representa um dos critérios utilizados para distingui-los dos procariontes?

- a) DNA.
- b) Membrana celular.
- c) Envoltório nuclear.
- d) Ribossomo.
- e) RNA.

02. (Ufla-MG) Qual das seguintes alternativas é correta em relação ao nucléolo?

- a) É o local de síntese do RNA ribossômico e das subunidades ribossômicas.
- b) Não é visível no núcleo interfásico.
- c) É uma estrutura intranuclear envolvida por membrana.
- d) É o local de síntese das proteínas ribossômicas.

03. (UFMS-RS). Associe as colunas:

Coluna 1

- 1. Genoma
- 2. Gene
- 3. Cromossomo
- 4. Cariótipo

Coluna 2

- () Segmento de DNA que contém instrução para a formação de uma proteína.
- () Estrutura formada por uma única molécula de DNA, muito longa, associada a proteínas, visível durante a divisão celular.
- () Conjunto de genes de uma espécie.

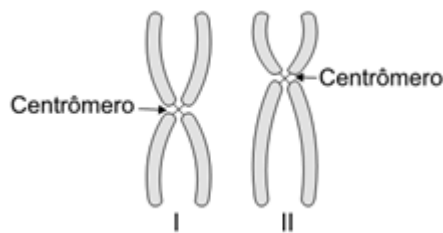
A sequência correta é:

- a) 3 – 4 – 1.
- b) 3 – 2 – 4.
- c) 2 – 4 – 1.
- d) 2 – 3 – 1.
- e) 1 – 2 – 3.

04. Os cromossomos são formados por:

- a) DNA exclusivamente.
- b) DNA e proteínas, como a proteína histona.
- c) DNA e RNA.
- d) RNA exclusivamente.
- e) RNA e proteínas, como a proteína histona.

05. Quanto à posição do centrômero, os cromossomos, representados abaixo, são respectivamente:



- a) I – telocêntrico; II – metacêntrico.
- b) I – acrocêntrico; II – telocêntrico.
- c) I – submetacêntrico; II – acrocêntrico.
- d) I – metacêntrico; II – acrocêntrico.
- e) I – metacêntrico; II – submetacêntrico.

06. A mitose e a meiose são dois processos importantes que garantem a divisão das células. Sobre a meiose, marque a alternativa incorreta:

- a) A meiose ocorre em células somáticas de animais.
- b) Na meiose são formadas quatro células-filhas.
- c) Na meiose observa-se a formação de células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe.
- d) Duas divisões celulares são observadas na meiose.
- e) Na prófase I da meiose, pode ser observado o *crossing-over*.

07. Analise as alternativas abaixo e marque aquela que indica corretamente uma etapa da mitose, que se caracteriza pela organização dos cromossomos na região mediana da célula.

- a) Prófase.
- b) Prometáfase.
- c) Metáfase.
- d) Anáfase.
- e) Telófase.

08. (UFJF – Pism/2017) Uma importante consequência da meiose é a geração de diversidade genética. Neste processo de divisão celular, o evento que gera maior diversidade é:

- a) a indução de mutações.
- b) a separação das cromátides irmãs.
- c) a ocorrência de permutação (*crossing-over*).
- d) a indução de homozigose nas células formadas.
- e) a segregação aleatória de cromossomos homólogos.

09. A espécie humana apresenta:

- a) 23 cromossomos, sendo apenas um sexual.
- b) 23 pares de cromossomos, sendo um par sexual.
- c) 23 pares de cromossomos, sendo dois pares sexuais.
- d) 46 cromossomos, sendo 44 sexuais e 2 autossomos.
- e) 46 cromossomos, sendo 45 autossomos e 1 sexual.

10. (Albert Einstein/2019) Uma célula animal foi analisada ao microscópio, o que permitiu visualizar 4 cromossomos duplicados se deslocando para cada um dos polos da célula. Sabendo que a ploidia do animal é $2n = 8$, a célula analisada encontra-se em

- a) anáfase II da meiose.
- b) metáfase da mitose.
- c) anáfase da mitose.
- d) anáfase I da meiose.
- e) metáfase I da meiose.

Gabarito:

- 1. C
- 2. A
- 3. D
- 4. B
- 5. E
- 6. A
- 7. C
- 8. E
- 9. B
- 10. D

9. Apêndice D

AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

Trabalho de Conclusão do Mestrado - TCM

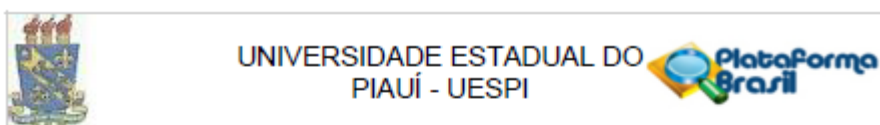
EM RELAÇÃO ÀS ATIVIDADES REALIZADAS:

Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para as metodologias utilizadas no ensino de Mutações Genéticas.

	Revisão de Conceitos	Filme e Debate Relacional	Criação de questões Norteadoras	Pesquisa Orientada	Visita à APAE
1. Metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem.					
2. Nível de satisfação com as técnicas empregadas durante a pesquisa.					
3. Contribuição da metodologia utilizada para a sua aprendizagem em mutações genéticas					
4. Nível de interesse durante a aplicação das metodologias.					
5. Nível de dificuldade em compreender e executar as atividades propostas.					

10. Anexo I

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MUTAÇÕES GENÉTICAS: PERCEPÇÃO DOCENTE/ DISCENTE E ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS DO PIAUÍ

Pesquisador: FRANCIELLE ALLINE MARTINS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 09344619.0.0000.5209

Instituição Proponente: Universidade Estadual do Piauí - UESPI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.271.619

Apresentação do Projeto:

O estudo será desenvolvido nas escolas públicas do PI do Território Planície Litorânea. Uma amostra de 40% das escolas por município será realizada, de forma que pelo menos uma escola de cada município seja amostrada. Como critério de inclusão, responderão ao questionário (ANEXO

1) apenas os docentes que ministraram conteúdo de genética nos últimos 3 anos. No que se refere aos discentes participantes, responderão ao questionário específico (ANEXO 2), um percentual de 30% (trinta por cento) dos alunos de cada turma do 3º ano das escolas em que houve a participação docente. A escolha dos discentes será estabelecida aleatoriamente por sorteio eletrônico. Tais questionários serão trabalhados na própria escola, conforme previamente acordado com a coordenação/direção da escola pesquisada e apenas após a aprovação do Comitê de Ética desta IES. As análises estatísticas serão realizadas através do software Bioestat 5.3 (Ayres, 2007). Os dados apresentados em gráficos e tabelas construídas no programa Excel/2010. Após a análise dos questionários trabalhados com os docentes e discentes (ANEXO 1 e ANEXO 2) e diagnosticadas as principais dificuldades e desafios relacionados ao ensino-aprendizagem acerca do tema mutações cromossômicas, serão elaboradas uma série de atividades de intervenção que potencializarão a descoberta e apreensão dos conteúdos fundamentais relacionados ao tema. Em todas as atividades, os alunos deverão ser agentes ativos do processo ensino aprendizagem. Participarão das atividades os alunos regularmente matriculados no 3º ano do Ensino Médio da Unidade Escolar Professora Luzia Seixas de Oliveira Aquino, de Buriti dos Lopes no ano de 2019.

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
Bairro: Centro/Sul **CEP:** 64.001-280
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3221-6658 **Fax:** (86)3221-4749 **E-mail:** comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
PIAUI - UESPI



Continuação do Parecer: 3.271.619

Para a contextualização do tema, inicialmente os alunos serão desafiados a compor um painel com notícias recentes, ressaltando pontos negativos e positivos acerca das mutações. Num segundo momento a turma assistirá a um filme de ficção científica indicado pelo professor, a partir do qual reflexões sobre a origem, vantagem, desvantagem, herança e natureza das mutações serão debatidas. Uma vez identificados os pontos de conflito e de maiores dificuldades de compreensão, os alunos serão orientados quanto ao desenvolvimento de História em Quadrinhos e Folders explicativos que visam à divulgação do tema numa linguagem não formal e mais acessível ao público externo ao ambiente escolar. Os alunos sob orientação do professor realizarão um levantamento junto a órgãos da área de saúde a fim de verificar a incidência de portadores e pessoas que apresentam síndrome genética nos municípios do Território Planície Litorânea do Piauí, a partir dessa atividade folhetos explicativos serão confeccionados a fim de dar maior visibilidade a esses casos que, em geral, necessitam de maior atenção básica e na maioria das vezes são negligenciados ou subnotificados. Visando contemplar também a formação do ser social, os alunos visitarão a APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) de Parnaíba para conhecer as formas de assistência e cuidados com os portadores de síndromes genéticas, visto que no município de Buriti dos Lopes esse serviço não está disponível, e a partir desta visita os mesmos serão desafiados a propor estratégias que minimizem as dificuldades observadas. Finalizado o conjunto de intervenções, a aprendizagem do conteúdo e a avaliação das metodologias desenvolvidas serão verificadas por meio de um questionário avaliativo final (ANEXO 3) trabalhado com os alunos que participarão das atividades. Uma vez concluídas as intervenções, juntamente com os alunos, serão selecionados, dentre materiais desenvolvidos (cartazes, histórias em quadrinhos, folders, folhetos) aqueles que melhor atendem a proposta para serem replicados e distribuídos nas escolas participantes da pesquisa inicial. Os professores de ensino médio das escolas da rede pública do Piauí localizadas no território Planície Litorânea serão convidados a participar de uma capacitação de 8h que será realizada no município de Parnaíba.

Objetivo da Pesquisa:

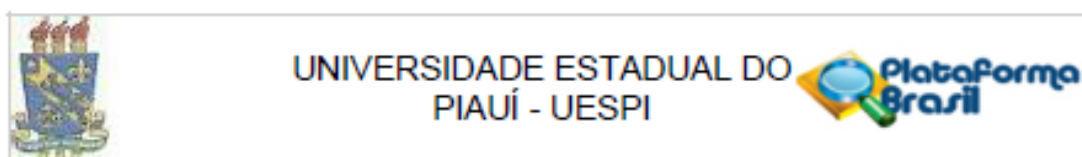
Objetivo Primário:

Avaliar a percepção docente e discente em escolas públicas no interior do Piauí no que se refere ao estudo das mutações cromossômicas, bem como propor metodologias e materiais de ensino que facilitem o ensino-aprendizado do tema.

Objetivo Secundário:

Conhecer as principais dificuldades docentes do processo ensino-aprendizagem em relação ao

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
Bairro: Centro/Sul CEP: 64.001-280
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (86)3221-6658 Fax: (86)3221-4749 E-mail: comtedeeticauespi@hotmail.com



Continuação do Parecer: 3.271.819

estudo das mutações cromossômicas;

Analisar os principais desafios docentes na promoção de uma aprendizagem significativa no que se refere ao estudo das mutações cromossômicas;

Desenvolver material didático e metodologias de ensino que facilitem o ensino-aprendizado relacionado a mutações cromossômicas com a participação dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da Unidade Escolar Professora Luzia Seixas de Oliveira Aquino, de Buriti dos Lopes/PI;

Difundir o material produzido aos demais professores da rede pública dos municípios da Planície Litorânea piauiense por meio de oficinas de capacitação docente e estímulo de adoção de metodologias de ensino mais atrativas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

o preenchimento dos questionários não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para os professores e alunos envolvidos. Se ocorrer algum tipo de constrangimento na resposta às perguntas, os mesmos podem se recusar a continuar na pesquisa. Havendo ainda algum desconforto de ordem emocional, se necessário os mesmos serão direcionados a um psicólogo para sanar a situação de constrangimento.

Benefícios:

Não há benefícios diretos para os alunos envolvidos, pois trata-se de um levantamento a cerca das dificuldades e percepção sobre a temática. Ao final do estudo espera-se propor metodologias de ensino inovadoras que possam contribuir para a melhoria do ensino aprendido. Já para os professores envolvidos, ao final do projeto os mesmos serão convidados a participar de um curso de capacitação no qual terá acesso às metodologias desenvolvidas durante esse estudo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

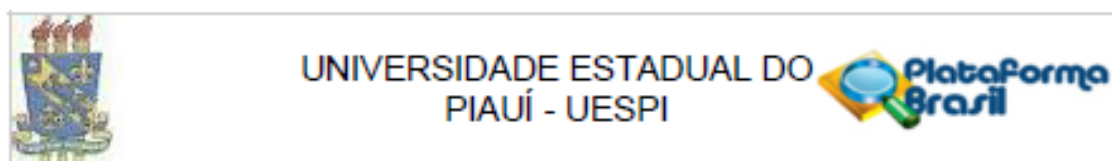
Pesquisa viável e de grande alcance social.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados:

- Folha de Rosto preenchida, assinada, carimbada e datada.

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
Bairro: Centro/Sul CEP: 64.001-280
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (86)3221-6658 Fax: (86)3221-4749 E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



Continuação do Parecer: 3.271.619

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em linguagem clara e objetiva com todos os aspectos metodológicos a serem executados e/ou Termo de Assentimento (para menor de idade ou incapaz);
- Declaração da Instituição e Infra-estrutura em papel timbrado da instituição, carimbada, datada e assinada;
- Projeto de pesquisa na íntegra (word/pdf);
- Instrumento de coleta de dados EM ARQUIVO SEPARADO(questionário/entrevista/formulário/roteiro);
- Termo de Consentimento da Utilização de Dados (TCUD).

LISTA DE INADEQUAÇÕES:

Recomendações:

APROPRIAR-SE da Resolução CNS/MS N°466/12 (que revogou a Res. N°196/96) e seus complementares que regulamenta as Diretrizes Éticas para Pesquisas que Envolvam Seres Humanos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a análise, conforme a Resolução CNS/MS N°466/12 e seus complementares, o presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por se apresentar dentro das normas de eticidade vigentes.

Apresentar/Enviar o RELATÓRIO FINAL no prazo de até 30 dias após o encerramento do cronograma previsto para a execução do projeto de pesquisa.

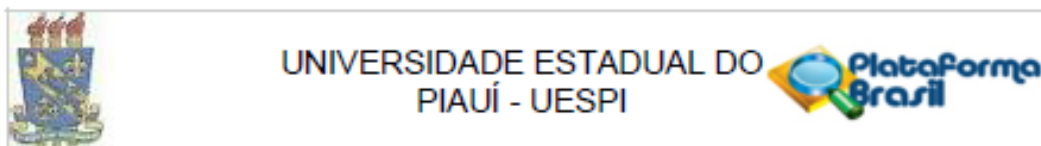
Considerações Finais a critério do CEP:

APRESENTAR/ENVIAR O RELATÓRIO FINAL APÓS O TÉRMINO DA PESQUISA.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1274145.pdf	06/03/2019 18:32:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	06/03/2019 18:31:07	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Outros	Anexo3_questionario_posintervencao.pdf	06/03/2019 18:28:09	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
 Bairro: Centro/Sul CEP: 64.001-280
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3221-6658 Fax: (86)3221-4749 E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



Continuação do Parecer: 3.271.619

Outros	Anexo2_questionario_discente.pdf	06/03/2019 17:48:42	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Outros	Anexo1_questionario_docente.pdf	06/03/2019 17:47:57	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo8_TALE.pdf	06/03/2019 17:46:12	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo5_TCLE_pais.pdf	06/03/2019 17:45:57	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo4_TCLE_professores.pdf	06/03/2019 17:45:46	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	InstituicaoParticipante.pdf	06/03/2019 17:45:22	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Pesquisadores.pdf	06/03/2019 17:30:59	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Infraestrutura.pdf	06/03/2019 17:28:33	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderostopreenchida.pdf	23/01/2019 17:10:49	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 17 de Abril de 2019

Assinado por:
LUCIANA SARAIVA E SILVA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
 Bairro: Centro/Gul CEP: 64.001-280
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3221-6658 Fax: (86)3221-4749 E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com

10. Anexo II

MEMORIAL DA APAE DE BURITI DOS LOPES

A história da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) em Buriti dos Lopes pode ser dividida em duas fases: a 1º Período que vai da fundação da Associação até suspensão das atividades em 2011; e o 2º Período que se inicia em 28 de fevereiro de 2019 e se estende até os dias atuais.

1. 1º Período

A APAE em Buriti dos Lopes iniciou suas atividades em 06 de julho de 2001, porém é importante ressaltar que as primeiras iniciativas para a implantação da associação no município começaram entre os anos de 1999 e os anos 2000.

No final dos anos 90, o casal Atanásio José Dourado de Sousa e Elisabeth de Resende Sobrinho Sousa geraram uma criança portadora uma síndrome de origem genética que nunca teve o diagnóstico estabelecido pelos médicos. Clinicamente essa síndrome afetava todo o desenvolvimento físico e intelectual da criança. Lamentavelmente ela faleceu anos mais tarde, devido a complicações.

Nessa época apenas a APAE da cidade de Parnaíba atendia aos excepcionais residentes na Planície Litorânea. Desse modo, todas as pessoas, inclusive o filho de Elisabeth e Atanásio, que precisassem de assistência: fosse na saúde, fosse no campo educacional ou na assistência social; precisavam se deslocar para aquele município.

Percebendo esse “vazio assistencial” em Buriti dos Lopes o casal Atanásio e Elisabeth juntamente com as senhoras: Clara Elisa de Sousa Furtado e Maria José da Silva Carvalho; com senhores Francisco Diniz Rodrigues e Sidney Raimundo Furtado Filho; e com a acessória técnica da APAE de Parnaíba começaram as primeiras ações para implantar APAE em Município de Buriti dos Lopes.

Uma das primeiras ações dos fundadores foi um levantamento junto a Secretaria Municipal de Saúde (SMS) e aos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) para identificar a quantidade, a faixa etária, o endereço do público que potencialmente poderia ser atendido pela instituição. Ao longo dessa sondagem se descobriu que muitos dos portadores de necessidades especiais viviam confinados em casa e eram “invisíveis” para a sociedade em geral.

A primeira sede da APAE foi em uma residência alugada e adaptada situada à Rua Isidoro Machado Torres. O primeiro serviço oferecido pela APAE foi na área educacional com a implantação da “escola de Educação Especial Kelvin Kennedy Sobrinho Dourado”. Essa foi uma homenagem prestada à saudosa memória do filho de Elisabeth e Atanásio. No início a escola contava com apenas 3 professores (dos quais 2 eram voluntários) e atendiam um público de 57 alunos. Posteriormente, a APAE firmou convênios com a secretaria municipal de saúde e passou a oferecer serviços de fisioterapia e fonoaudiologia.

No primeiro ano de fundação da APAE as principais dificuldades eram: a precariedade da estrutura física, a falta de recursos humanos, a carência de insumos para o cotidiano da instituição e a escassez de fontes de financiamento. Em busca de recursos a APAE realizava eventos como: rifas, bingos (como o famoso “bingo do boi”), APAEjoadas (feijoadas da APAE), sorteios e outros eventos para arrecadação de dinheiro. Essa estratégia surtiu efeitos e a Associação conseguiu arrecadar capital suficiente garantir o funcionamento nessa fase inicial.

Com o aumento da demanda dos alunos, a APAE firmou convênios com o Governo de Estado, que além de fornecer a merenda escolar, também que cedeu um prédio situado à Rua Domingos Moraes para servir de sede. A APAE contava agora com instalações amplas e mais confortáveis atender seus alunos. O Estado também cedeu 07 professores e 1 vigia.

O município de Buriti dos Lopes também colaborava com merenda escolar com a cessão de mais 03 professores. O município de Caxingó forneceu uma auxiliar de serviços gerais para atuar na instituição e aportava recursos financeiros para auxiliar na manutenção.

É importante destacar que para se desenvolver ações educacionais com alunos especiais os professores envolvidos no processo devem possuir um grau extra de *expertise*. Assim, os docentes que atuavam na APAE passavam por

qualificação em Parnaíba e em Teresina para que pudessem atuar satisfatoriamente com esse grupo de alunos.

Além do atendimento educacional e de assistência especializada à saúde, a APAE de Buriti também auxiliou as famílias dos excepcionais, a requerer junto ao Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) o Benefício de Prestação Continuada (BPC).

Um das ações mais importantes da APAE local foi promover a humanização e a inserção social dos portadores de deficiência. E isso era conseguido através da escolarização e de ações como: festa da páscoa, festas juninas, desfile cívico, dia das crianças, celebrações religiosas, natal e demais datas comemorativas. Através desse conjunto de ações a população da cidade pôde conhecer e integrar ao convívio social os portadores de deficiência em Buriti dos Lopes. Naquela época os principais tipos de deficiência física encontradas nos alunos eram: síndrome de Down, deficiência múltipla, autismo, deficiência física e deficiência mental.

Mesmo desenvolvendo um trabalho reconhecidamente importante no município uma sequência de eventos acabou levando a desativação da APAE. Embora já funcionasse há 10 anos a APAE ainda não estava habilitada junto Conselho Nacional das APAES. Caso obtivesse essa habilitação a APAE de Buriti dos Lopes passaria a receber recursos públicos do Sistema Único de Saúde (SUS) e ampliar sua capacidade de ofertar serviços como: atendimento médio, fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional etc. Mas como não contava nem com estrutura física nem com profissionais próprios a APAE não obteve a habilitação nacional e ficou impossibilitada de acessar essa fonte de financiamento.

Mudanças nas gestões estadual e municipais encerraram os convênios de atendimento fisioterápico e de fonoaudiologia. Os termos de cessão de quase todos os profissionais foram cancelados. Assim dos 12 profissionais que a APAE dispunha, restou apenas 1 professora, a Sra. Clara Elisa de Sousa Furtado. Com a retirada do vigia o prédio passou a ser alvo de meliantes que furtaram vários equipamentos da instituição.

Por fim, em 2010 uma decisão judicial determinou o fechamento de todas as APAES escola (como a de Buriti dos Lopes) e a obrigatoriedade de matricular os alunos oriundos da instituição em escolas regulares. Com essa determinação as APAES poderiam continuar em funcionamento, mas oferecer outros serviços que

não os de escola. Desse modo só continuaram a funcionar APAES de cidades maiores como a em Esperantina, Parnaíba e Piri-piri.

Por causa desse somatório de eventos adversos, no início de 2011, a Diretoria da APAE de Buriti dos Lopes foi convocada e deliberou que as atividades desenvolvidas pela instituição deveriam ser suspensas por tempo indeterminado. Contudo, a diretoria procurou manter o CNPJ e o cadastro dos alunos que da instituição para que no futuro uma possível retomada das ações pudesse ocorrer mais facilmente.

2. 2º Período

Depois de 9 anos suspensas, as atividades da APAE foram retomadas em 28 de fevereiro de 2019 graças a iniciativa do Sr. Francisco Valdo Nascimento Porto. Valdo e sua esposa Ana Cristina Dourado de Sousa geraram um diagnosticado com autismo. O neuropediatra recomendou que a criança fosse acompanhada pela APAE. E assim como aconteceu com o Sr. Atanásio, 19 anos atrás, Valdo também precisava ir frequentemente a APAE de Parnaíba para que seu filho pudesse ser desenvolver as terapias recomendadas pelo médico.

Centro dia, relatando a alguns amigos que o filho foi diagnosticado com autismo, e que necessitava de acompanhamento especializado em Parnaíba. Nesse momento Sr. Valdo foi questionado se em Buriti dos Lopes não havia APAE. A essa pergunta responde que a APAE do município havia sido desativada. Essa conversa com amigos fez com que Valdo considerasse a possibilidade de reativar essa instituição para garantir tanto o atendimento de seu filho como para a massa de pessoas que ficaram sem atendimento dedicado 9 anos atrás.

A partir daí Valdo entrou em contato com Sidney Raimundo Furtado Filho, um dos fundadores da APAE em Buriti para entender melhor como reativar a instituição. Nesse processo o apoio de da APAES em Parnaíba, Piri-piri e Teresina foram fundamentais para entender como funciona a instituição e destravar possíveis empecilhos burocráticos. E a prefeitura municipal também se comprometeu a apoiar a instituição.

Através de visitas domiciliares, realizou-se um novo levantamento, e se verificou que aproximadamente 130 famílias no município têm algum membro que necessita de atendimento da APAE. Alguns deles são assistidos em Parnaíba, outros simplesmente permanecem em casa sem atendimento.

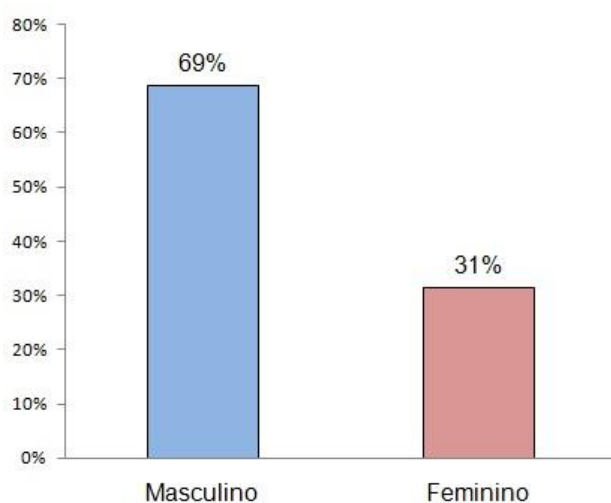
O passo seguinte foi encontrar um novo local onde seria instalada a nova sede da instituição. Desse modo foi alugado um prédio situado à Avenida Wenceslau de Sampaio. Por se tratar numa casa já muito velha e em más condições de conservação foi necessária uma reforma geral. Com a ajuda de voluntários reparamos as paredes; refizemos as instalações: elétrica e hidráulica; e pintamos todo o prédio.

Após 40 dias de muito trabalho e 9 anos inativa, em dia 28 de fevereiro de 2019 a APAE foi reaberta para atender a população buritiense. Para esse momento convidamos as autoridades do município, comerciantes, os voluntários que ajudaram na reforma e a população em geral. Como é obrigação da rede escolar garantir a matrícula e a permanência de alunos especiais no ensino regular, atualmente a APAE atende 83 alunos e os atendimentos se focam no reforço escolar; nas atividades lúdicas e desportivas; e na terapia ocupacional.

Para conhecer mais sobre as iniciativas e como ajudar a APAE de Buriti dos Lopes basta acessar: <https://apaeburitidoslopes.blogspot.com/>; ou nossa página do *Facebook*: <https://www.facebook.com/APAE-de-Buriti-dos-Lopes-PI-1199546306893730>

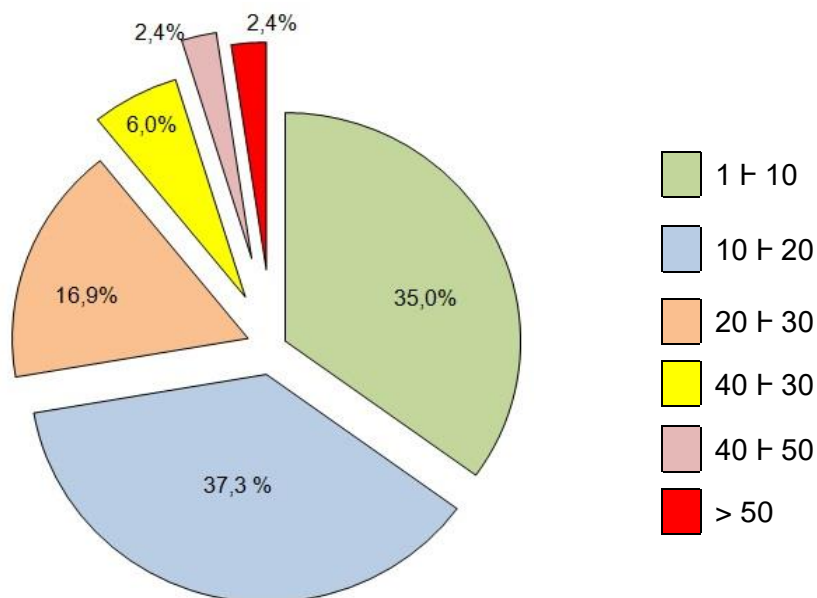
3. Alguns Dados Quantitativos da APAE de Buriti dos Lopes

3.1. Distribuição de Alunos por Sexo



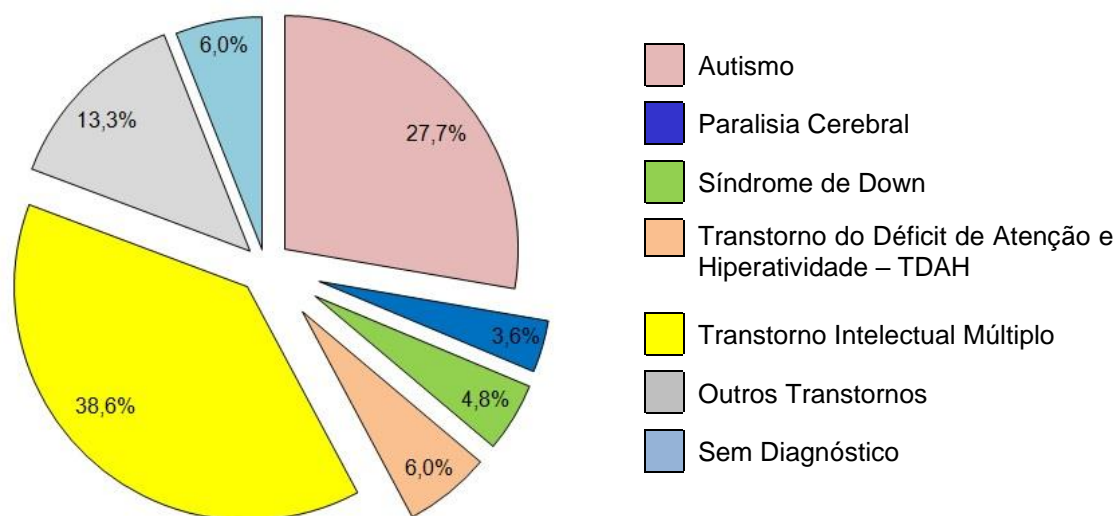
Fonte: Sistema de Informações da APAE

3.2 Distribuição de Alunos por Faixa Etária



Fonte: Sistema de Informações da APAE

3.3 Frequência de Diagnósticos nos Alunos Atendidos



Fonte: Sistema de Informações da APAE

4. Referências:

FURTADO, C. E. S. Cotidiano da APAE em Buriti dos Lopes. Entrevista realizada em 08 de Outubro de 2020 na Avenida Francisco Borges. Entrevistador: Flávio Ibiapina Rodrigues.

PORTO, F. V. N. História e Atualidade da APAE em Buriti dos Lopes. Entrevista realizada em 30 de Setembro de 2020 na Rua Antônio Honorato. Entrevistador: Flávio Ibiapina Rodrigues.

SOUSA, A. J. D. História da Fundação da APAE em Buriti dos Lopes. Entrevista realizada em 08 de Outubro de 2020 na Rua Tiradentes. Entrevistador: Flávio Ibiapina Rodrigues.