

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE
NACIONAL PROFBIO

Núbia dos Santos Dias

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
SÍNDROMES GENÉTICAS NO ENSINO MÉDIO

Juiz de Fora
2026

O presente trabalho possui apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Núbia dos Santos Dias

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
SÍNDROMES GENÉTICAS NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia em Rede Nacional –PROFBIO, do Instituto
de Ciências Biológicas da Universidade Federal de
Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Biologia.
Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Michele Munk Pereira

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

dos Santos Dias, Núbia.

Elaboração e aplicação de jogo didático para o ensino de síndromes genéticas no ensino médio : Elaboração e aplicação de jogo didático para o ensino de síndromes genéticas no ensino médio / Núbia dos Santos Dias. -- 2026.
103 p. : il.

Orientadora: Michele Munk Pereira

Coorientador: Michele MunK Pereira

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2026.

1. Aprendizado. 2. Metodologia Ativa. 3. Síndromes Genéticas. 4. Ensino de Biologia. 5. Jogo didático. I. Munk Pereira, Michele , orient. II. MunK Pereira, Michele , coorient. III. Título.

Núbia dos Santos Dias

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
SÍNDROMES GENÉTICAS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia da Universidade
Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em (Ensino de Biologia).
Área de concentração: Ciências Biológicas

Aprovada em 16 de março de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Michele Munk Pereira - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Heloísa DÁvila

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Eduarda Rocha de Oliveira

SEEMG

Juiz de Fora, 16/03/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Michele Munk Pereira, Professor(a)**, em 16/03/2026, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Heloisa D Avila da Silva Bizarro, Professor(a)**, em 16/03/2026, às 15:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduarda Rocha de Oliveira, Usuário Externo**, em 16/03/2026, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2906939** e o código CRC **3DA0A760**.

Relato do Mestrando - Turma 2024-2026

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF - JF.
Mestrando: Núbia dos Santos Dias
Título da Dissertação: Elaboração e Aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes
Data da defesa: 16-03-2026
O desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Mestrado transcendeu a dimensão puramente acadêmica. O processo foi marcado por desafios que exigiram disciplina, organização e constante busca por conhecimento. Cada etapa representou não apenas um avanço no projeto, mas uma profunda transformação pessoal e profissional — uma ressignificação pedagógica que refletiu diretamente na minha prática docente. O PROFBIO/UFJF constituiu o alicerce dessa trajetória. O programa não apenas ampliou meu repertório de estratégias didáticas, mas me instrumentalizou para enfrentar os desafios reais da sala de aula com maior segurança, criticidade e assertividade. A experiência se desenvolveu em um cenário que demandava mais do que conhecimento técnico: exigiu sensibilidade, escuta ativa e capacidade de adaptação. O mestrado profissional revelou-se muito além de um título acadêmico. O contato direto com a prática educativa possibilitou compreender a importância de transformar teoria em ação transformadora. Houve momentos de insegurança e dúvida, mas também de superação e reafirmação do meu compromisso com a educação. Concluo esta etapa com a convicção de que o mestrado não representa um ponto de chegada, mas um poderoso instrumento de transformação contínua, me fortaleceu para enfrentar os persistentes desafios de uma educação que ainda carece de maior alcance. O percurso reafirmou que o conhecimento se constrói de forma permanente, e que cada desafio enfrentado se converte em oportunidade de evolução profissional e humana.

AGRADECIMENTOS

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

A Deus, por ter sido meu guia, fonte de sabedoria, força e discernimento, por sustentar-me nos momentos de incerteza e renovar minhas esperanças ao longo desta caminhada. Por me conceder saúde e força para concluir este ciclo.

Aos meus professores, obrigada por compartilharem seus conhecimentos, pelas orientações e por me provocarem a pensar além do óbvio, contribuindo não apenas para este trabalho, mas para a minha formação como profissional. Às professoras Dra. Eduarda Rocha de Oliveira e Dra. Heloisa D' Avila da Silva Bizarro por aceitarem o convite para fazer parte da minha banca avaliadora. A minha orientadora, a Dra. Michele Munk Pereira pela orientação segura, pela escuta atenta e pela condução rigorosa e ética deste trabalho.

Aos colegas de curso, pelas trocas significativas, pelo companheirismo, pelos risos que tornaram esta jornada mais leve e pela construção coletiva do conhecimento ao longo dessa trajetória.

Aos meus alunos, que dão sentido à minha prática docente e inspiram minha busca permanente por metodologias inovadoras e por um ensino mais significativo, humano e transformador.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada gesto de apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Núbia dos Santos Dias

RESUMO

O ensino de Genética no Ensino Médio é essencial para a formação científica e cidadã dos estudantes, contribuindo para a compreensão de conceitos relacionados à hereditariedade, mutações e diversidade biológica. Devido à natureza abstrata desses conteúdos, torna-se importante integrar diferentes estratégias pedagógicas que favoreçam a participação ativa dos alunos e a construção significativa do conhecimento. Nesse contexto, o uso de jogos didáticos pode complementar as abordagens expositivas, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais interativo e contextualizado. O objetivo deste trabalho foi elaborar e aplicar um jogo didático para promover o ensino e a aprendizagem significativa de Genética e síndromes genéticas cromossômicas no Ensino Médio, estimulando a curiosidade, a reflexão crítica e o trabalho colaborativo. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e descritiva, com delineamento de pesquisa-ação, realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Astolfo Dutra, Minas Gerais. A intervenção pedagógica foi desenvolvida ao longo de quatro aulas e incluiu questionário diagnóstico inicial, aulas expositivas dialogadas, atividade colaborativa, aplicação do jogo didático “Aventura Genética: Desvendando as Alterações”, revisão dos conteúdos e produção individual de infográficos sobre síndromes cromossômicas. A coleta de dados foi realizada por meio de observação participante, registros em diário de bordo, questionário pós-intervenção e análise dos infográficos produzidos. Os resultados evidenciaram elevado engajamento, participação ativa e cooperação entre os estudantes, além de avanços na compreensão dos conceitos e no uso adequado da terminologia científica. A produção dos infográficos demonstrou capacidade de síntese, organização das informações e criatividade. Também foram observados indícios de desenvolvimento de empatia e ressignificação de concepções relacionadas às síndromes genéticas. Conclui-se que o jogo didático constitui uma estratégia pedagógica eficaz e complementar para o ensino de Genética, favorecendo a aprendizagem significativa e contribuindo para a formação científica e humana dos estudantes.

Palavras-chave: Aprendizado, Ensino de Biologia, Metodologia Ativa, Síndromes Genéticas.

ABSTRACT

The teaching of Genetics in high school is essential for students' scientific and civic education, contributing to the understanding of concepts related to heredity, mutations, and biological diversity. Due to the abstract nature of these topics, it is important to integrate different pedagogical strategies that encourage active student participation and promote meaningful learning. In this context, didactic games can complement expository approaches, making the teaching and learning process more interactive and contextualized. The objective of this study was to develop and implement a didactic game to promote the teaching and meaningful learning of Genetics and chromosomal genetic syndromes in high school, stimulating curiosity, critical thinking, and collaborative work among students. This research adopted a qualitative and descriptive approach, with a research-action design, and was conducted with first-year high school students from a public school in the municipality of Astolfo Dutra, Minas Gerais, Brazil. The pedagogical intervention was carried out over four classes and included an initial diagnostic questionnaire, dialogued expository lessons, a collaborative activity, implementation of the didactic game "Genetic Adventure: Unraveling the Alterations," content review, and individual production of infographics on chromosomal syndromes. Data collection was conducted through participant observation, field notes recorded in a reflective journal, a post-intervention questionnaire, and qualitative analysis of the infographics produced by the students. The results revealed high levels of student engagement, active participation, and cooperation, as well as improvements in conceptual understanding and in the accurate use of scientific terminology. The infographics demonstrated students' ability to synthesize information, organize concepts, and creatively communicate scientific knowledge. Evidence of increased empathy and the reframing of misconceptions related to genetic syndromes was also observed. It is concluded that the didactic game represents an effective and complementary pedagogical strategy for teaching Genetics, promoting meaningful learning and contributing to students' scientific and human development.

Keywords: Learning, Biology Teaching, Active Methodology, Genetic Syndromes.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1	A Importância Do Ensino De Genética	12
2.2	Ensino De Genética Humana E Síndromes	13
2.3	Práticas Das Metodologias Ativas	15
2.4	Uso De Jogos Didáticos No Ensino De Genética.....	16
3.	OBJETIVOS	
3.1	GERAL.....	19
3.2	ESPECÍFICO.....	19
4.	METODOLOGIA	19
4.1	DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
4.1.1	Primeiro Momento –Aula 1 - Diagnóstico Inicial e Exploração Conceitual.....	21
4.1.2	Segundo momento – Aula 2 - Ampliação Conceitual e Participação Ativa.....	22
4.1.3	Terceiro momento - Aula 3 - Consolidação por meio de Jogo Didático.....	22
4.1.4	Quarto momento – Aula 4 – Consolidação	24
4.2	AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	
5.1	Análise do Diagnóstico Inicial (Aula 1)	25
5.2	Ampliação Conceitual e Participação Ativa (Aula 2)	40
5.3	Eficácia do Jogo Didático (Aula 3)	44
5.4	Consolidação Final da Aprendizagem (Aula 4)	47
5.5	Análise dos Infográficos	52
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXO 1 - Declaração da Escola Estadual Deputado Edson Resende		65
ANEXO 2 - Termos de consentimento e assentimento assinados pelos alunos e responsáveis		66
ANEXO 3- Termo de consentimento livre e esclarecido.....		67
APÊNDICE 1 - Parecer de Aprovação do Comitê de Ética		68
APÊNDICE 2 - Estudo dirigido guiado pelo professor: síndromes genéticas		
APÊNDICE 3 - Questionário Diagnóstico sobre Genética e Síndromes Genéticas...		

APÊNDICE 4 - Slides Trabalhados em Aula	79
APÊNDICE 5 - Modelos das cartas utilizadas no jogo	
APÊNDICE 6 - Manual do jogo: “Aventura genética: Desvendando as Alterações”	
APÊNDICE 7: Questionário Diagnóstico pós aplicação do jogo “Aventura genética: Desvendando as Alterações.”	93
APÊNDICE 8: Produto educacional	94
APÊNDICE 9: Pannel com os nomes das síndromes	103
APÊNDICE 10: Ata de defesa	104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: “Você sabe a diferença entre alterações cromossômicas numéricas e estruturais?”.....	26
Gráfico 2: “Você sabe como as Síndromes Genéticas podem ser diagnosticadas?”.....	27
Gráfico 3: “Você sabe o motivo da ocorrência de Síndromes Genéticas?”.....	29
Gráfico 4: “Nem toda alteração cromossômica ocasionará uma síndrome”. Você concorda?.....	30
Gráfico 5: “Pessoas com síndromes são muito limitadas nas atividades do dia-a-dia”. Você concorda.....	31
Gráfico 6: “Toda mutação resultará sempre em alguma anormalidade negativa para a vida da pessoa.....	33
Gráfico 7: “Se um portador de alguma síndrome se casar com uma pessoa não portadora de síndrome e decidirem ter um filho, esse filho nascerá com síndrome, já que essa característica está na herança genética. “Saberia explicar se essa afirmação é verdadeira ou falsa?”.....	34
Gráfico 8: “Pessoas com síndrome sempre terão expectativa de vida menor em comparação com pessoas que não possuem síndrome.” Essa frase é verdadeira ou falsa.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: “Quais termos referentes a genética você conhece?”.....	36
Figura 2: Alunos participando da construção da nuvem de palavras.....	43
Figura 3: Alunos organizando a sala para iniciar o jogo.....	46
Figura 4: Alunos respondendo ao questionário diagnóstico pós aula.....	47
Figura 5: Infográficos produzidos pelos alunos.....	52

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Genética no espaço escolar é de fundamental importância, pois contribui para despertar o interesse científico e, sobretudo, para o desenvolvimento da compreensão de conceitos considerados complexos e que estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade. Sobretudo no Ensino Médio, etapa que marca a conclusão de um ciclo essencial da educação básica, é fundamental que os estudantes tenham acesso a uma construção do conhecimento de qualidade.

Neste momento formativo, a base de conhecimentos consolidada pelos discentes é determinante para sua inserção crítica na sociedade e para a continuidade de seus estudos acadêmicos. Torna-se, portanto, essencial que o ensino de genética ofereça um embasamento sólido e uma compreensão integrada e atualizada dos conceitos fundamentais (BRASIL, 2000). Isso é particularmente relevante diante do avanço acelerado da biotecnologia e da expansão de suas aplicações práticas (LOPES, 2023).

Apesar do potencial intrínseco da Biologia para despertar curiosidade, o ensino da disciplina frequentemente esbarra em metodologias tradicionais que priorizam a transmissão de uma linguagem excessivamente técnica e científica. Conforme destacado por Krasilchik (2000), essa abordagem expositiva predominante acaba por distanciar os conteúdos das realidades dos alunos, tornando a matéria percebida como difícil e desmotivadora, o que compromete diretamente o engajamento. Esse distanciamento é agravado pelo conflito entre os conceitos científicos e as explicações baseadas no senso comum, gerando obstáculos à construção de um conhecimento consistente (SILVEIRA, 2008).

Diante desse cenário, torna-se imperativo repensar as estratégias pedagógicas, integrando metodologias ativas que valorizem os saberes prévios e promovam a participação crítica do estudante. A adoção de aulas dialogadas, atividades práticas e jogos didáticos, longe de substituir por completo as aulas expositivas, surge como um complemento estratégico para criar ‘pontes’ entre a teoria e a realidade cotidiana. Como defendem Carabetta (2010) e Mizukami (1986), recursos diversificados são fundamentais para fomentar a autonomia, o pensamento crítico e, finalmente, uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Segundo Miranda (2001), o caráter lúdico, prazeroso e envolvente do jogo o torna uma estratégia muito eficaz, especialmente no enfrentamento de conteúdos que apresentam maior dificuldade de aprendizagem. Nessa perspectiva, o jogo didático configura-se como uma ferramenta pedagógica relevante, com potencial para favorecer os processos de ensino e aprendizagem em diferentes níveis educacionais e nas mais diversas áreas do conhecimento. De

acordo com Monteles (2023), pesquisas apontam que metodologias de aprendizagem ativa contribuem significativamente para a retenção do conhecimento e o aumento do engajamento dos estudantes.

Nesse sentido, Vygotsky (2001) ressalta que na aprendizagem o professor é o mediador entre o saber científico e o saber cotidiano, promovendo avanços no desenvolvimento intelectual. Dessa forma, inserir jogos didáticos no ensino de genética torna-se uma alternativa atrativa e acessível à aprendizagem. A metodologia baseada em jogos, portanto, deveria ser mais amplamente adotada nas aulas de Biologia.

O ensino de síndromes genéticas no Ensino Médio desempenha um papel fundamental na formação de estudantes mais conscientes sobre a diversidade genética humana. A abordagem promove a inclusão, o respeito às diferenças e o desenvolvimento do pensamento crítico, especialmente em questões relacionadas à saúde, à ética e à cidadania (SANTOS; OLIVEIRA, 2017).

Nesse contexto, considerando a importância de tornar o processo de ensino-aprendizagem em Biologia mais acessível e significativo, especialmente no que se refere aos conteúdos de síndromes cromossômicas, este estudo propõe a utilização do jogo didático como uma ferramenta pedagógica que favoreça a compreensão dos conceitos abordados. Por meio de uma abordagem lúdica e interativa, busca-se promover o envolvimento dos estudantes, contribuindo para a construção do conhecimento.

Segundo Vestena (2013), a elaboração e a aplicação de atividades pedagógicas baseadas em jogos didáticos têm se intensificado nos últimos anos no ensino de Genética, demonstrando seu potencial como estratégia de ensino-aprendizagem. O jogo didático não é apenas recreação, mas estratégia pedagógica fundamentada.

Em um cenário educacional cada vez mais influenciado pela tecnologia e pela dispersão de atenção, manter o interesse e o engajamento dos alunos tornou-se uma tarefa ainda mais desafiadora. No entanto, é igualmente importante inovar para tornar o aprendizado mais eficaz. É necessário, pensar no ensino de Biologia para além da esfera biológica, considerando também aspectos sociais, éticos e culturais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE GENÉTICA

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de genética é fundamental para que os estudantes compreendam os mecanismos de hereditariedade, os processos biotecnológicos e suas implicações éticas, sociais e ambientais. A BNCC reconhece a importância de desenvolver nos estudantes a compreensão sobre os processos genéticos que explicam a transmissão da vida e a biodiversidade, bem como suas implicações éticas (BRASIL, 2018).

Devido à sua natureza interdisciplinar e às implicações diretas na vida cotidiana, a genética é um dos temas que mais favorece a discussão sobre ciência, tecnologia e sociedade no ensino médio (SANTOS; MORTIMER, 2002). Temas genéticos possuem grande relevância social e científica e, quando abordados com metodologias apropriadas, despertam o interesse dos estudantes (REINHOLD, 2011).

Como apontado por Krasilchik (2000), estudar Biologia permite que o indivíduo desenvolva senso crítico e compreenda os mecanismos naturais e sociais que sustentam uma convivência consciente nas sociedades contemporâneas. A genética humana, ao ser abordada no contexto educacional, possibilita a articulação com temas transversais que, à primeira vista, podem parecer distantes da Biologia, como questões éticas, políticas e sociais, contribuindo para uma formação mais crítica e cidadã dos estudantes (BRASIL, 2000).

Além de aprofundar o conhecimento científico, a abordagem da genética em sala de aula impulsiona discussões sobre temas de relevância social, como testes genéticos, terapia gênica e bioética, estimulando o pensamento crítico. Dessa forma, a genética não só prepara os estudantes para tomar decisões informadas em questões de saúde e cidadania, mas também, ao abordar as múltiplas expressões genéticas presentes na sociedade, contribui para a valorização da diversidade humana e para a formação de sujeitos críticos e éticos.

O estudo dos mecanismos genéticos requer uma compreensão das alterações cromossômicas, tema fundamental para o entendimento das síndromes e suas implicações biológicas. Essas alterações envolvem modificações tanto no número quanto na estrutura dos cromossomos, abrangendo casos de euploidias - que afetam o conjunto cromossômico como um todo — bem como anomalias cromossômicas estruturais ou numéricas, resultantes de alterações em cromossomos isolados (JUSTINIANO et al., 2006).

2.2 ENSINO DE GENÉTICA HUMANA E SÍNDROMES

No ensino da genética, o estudo de síndromes desperta a curiosidade de muitos alunos, o professor deve aproveitar para integrar o lúdico ao processo de ensino aprendizagem. É importante que conceitos e termos científicos sejam apresentados de forma didática e atrativa, para evitar o

desinteresse dos alunos.

Os professores reconhecem a importância do ensino de síndromes cromossômicas, mas enfrentam dificuldades em transformar conteúdos teóricos em práticas pedagógicas eficazes e significativas (BARBOSA; NASCIMENTO, 2021). Ou seja, a complexidade e a sensibilidade dos temas frequentemente levantam desafios para a abordagem em sala de aula.

Apesar da relevância social e científica do tema, os livros didáticos abordam as síndromes genéticas de maneira superficial, muitas vezes enfatizando apenas características fenotípicas (RODRIGUES; PAVAN, 2013). Como destacam Santos e Costa (2015), a limitação de recursos materiais e a falta de acesso a tecnologias que poderiam auxiliar na visualização de conceitos complexos de genética são entraves significativos para o ensino eficaz de síndromes genéticas. Essa realidade evidencia a necessidade de inovação pedagógica, a fim de tornar o ensino de genética mais acessível, dinâmico e significativo para os estudantes.

A utilização de atividades e práticas dinâmicas revela-se importante instrumento para auxiliar a compreensão de muitos conceitos (HERMANN; ARAÚJO, 2013). Muitas vezes, a abordagem didática inadequada é um problema recorrente. O ensino pode se limitar à memorização de nomes e características, sem promover a compreensão dos mecanismos genéticos envolvidos ou a reflexão sobre as implicações sociais e éticas. Para Fernandes e Silva (2012), o caráter conteudista e a ausência de recursos didáticos diversificados dificultam a assimilação do tema e a desmistificação de preconceitos relacionados às síndromes genéticas.

Ao compreender o impacto das alterações cromossômicas, os alunos são mais propensos a desenvolver empatia e consciência social, contribuindo para a redução de preconceitos e estigmas que, frequentemente, limitam o pleno exercício da cidadania por pessoas com necessidades específicas. Nesse processo educativo, o uso de terminologias corretas e respeitosas deve ser constantemente enfatizado, a fim de evitar a perpetuação de estereótipos prejudiciais (LAGUNA; MARQUES, 2022).

No ensino de genética, é importante destacar as síndromes cromossômicas como a Síndrome de Down, Síndrome de Turner, Síndrome de Klinefelter, Síndrome de Patau e Síndrome de Edwards. Embora algumas características possam ser compartilhadas, cada síndrome possui especificidades que requerem uma abordagem diferenciada, tanto no tratamento quanto na conscientização. Essas síndromes são exemplos nas aulas de Biologia por estarem associadas a alterações numéricas dos cromossomos sexuais e autossomos, facilitando a introdução dos conceitos de cariótipo, trissomia e monossomia (RODRIGUES; SANTOS, 2020).

Ensinar sobre as condições de forma crítica e inclusiva não só contribui para o aprendizado científico, mas também forma cidadãos preparados para lidar com a diversidade genética e social

(GENÉTICA MÉDICA, 2020).

Segundo dados do Ensino Nacional do Ensino Médio (ENEM), temas relacionados à genética apresentaram um dos menores índices de acerto em questões de biologia (INEP 2020). Esse desempenho pode ser atribuído, em grande parte, à limitação do número de aulas dedicadas ao tema nas escolas. É preciso investir em formação docente, metodologias ativas e materiais didáticos que tornem o conteúdo mais próximo, compreensível e relevante.

2.3 PRÁTICAS DAS METODOLOGIAS ATIVAS

O uso de metodologias ativas nas salas de aula tem se tornado cada vez mais comum entre os professores, o docente assume o papel de mediador. Assim, a forma como o conhecimento é transmitido pelo professor passa a ser tão importante quanto o conteúdo. A didática dos professores tem se adaptado, incorporando novas práticas e abordagens. Na perspectiva vygotskyana a aprendizagem depende da riqueza do sistema de signos transmitido e de como são utilizados os instrumentos de ensino (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Diante dos desafios de abstração e da necessidade de promover empatia no ensino de síndromes genéticas, as metodologias ativas surgem como uma alternativa ao modelo expositivo tradicional. Ao posicionar o aluno como protagonista, estratégias de metodologias ativas oferecem caminhos para superar a memorização e promover uma aprendizagem crítica e contextualizada, como defendido por Paiva et al. (2016).

Sousa e Pereira (2019) argumentam que a sala de aula deve ser vista como um espaço que favorece a construção de conhecimento e valores, onde a negociação de ideias e perguntas é essencial para desenvolver o pensamento crítico.

Dentre as metodologias ativas pode-se citar os jogos didáticos, aprendizagem baseada em problema, gamificação do ensino, sala de aula invertida, aprendizagem baseada em projetos, estudos de casos entre outras (LOVATO; MICHELOTTI; DA SILVA, 2018).

A construção do conhecimento na educação exige mais do que a simples transmissão de conteúdos. Vygotsky (2001) amplia essa visão ao enfatizar o papel da interação social e da mediação docente no desenvolvimento do pensamento. Freire (1996) propõe uma pedagogia crítica e libertadora, baseada no diálogo e na problematização da realidade. Nesse cenário, Zabala (1998) e Moran (2000) defendem metodologias ativas que, ao incorporar tecnologias, interdisciplinaridade e ludicidade, promovem maior engajamento e tornam o aprendizado mais contextualizado e transformador. Dessa forma, práticas de protagonismo estudantil contribuem para uma educação mais dinâmica e participativa.

Contudo, mesmo ao adotar práticas pedagógicas inovadoras, o professor deve manter-se sensível às diferenças individuais dos alunos. Em muitos casos, são necessárias adaptações para garantir que todos tenham acesso equitativo ao conteúdo, algumas adaptações são necessárias para garantir e desenvolver plenamente o aprendizado de todos os alunos. Ostermann e Cavalcanti (2011), ressaltam que o professor é de extrema importância nas interações sociais do estudante e na mediação dos materiais didáticos.

O professor de Ciências e Biologia, ao longo de sua trajetória, enfrenta o constante desafio de articular conhecimentos científicos, recursos tecnológicos e estratégias didáticas inovadoras para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e significativo. Diante das transformações sociais, tecnológicas e educacionais da atualidade, superar práticas convencionais tornou-se uma necessidade, demandando dos professores uma postura inovadora, flexível e criativa.

Nesse cenário, a busca por inovação – que contribui não apenas para o aprendizado dos estudantes, mas também para o aperfeiçoamento profissional do próprio docente (SEIXAS et al., 2017) – encontra nas estratégias de ensino ativas uma alternativa eficaz, pois estas favorecem o desenvolvimento de competências essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o questionamento (SEGURA; KHALIL, 2015). Dessa forma, ao se sentir responsável por desenvolver novos métodos, o professor busca engajar os estudantes em uma aprendizagem verdadeiramente envolvente e satisfatória.

Apesar dos desafios inerentes à prática educativa, atividades recreativas com propósito facilitam a compreensão dos conteúdos teóricos e engajam os alunos. No entanto, os professores devem se atentar que o planejamento de aulas lúdicas é tão importante quanto o de aulas tradicionais, sendo necessário considerar aspectos como os materiais a serem utilizados, o tempo destinado às atividades e o número de alunos envolvidos (FONTOURA et al., 2009).

2.4 USO DE JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE GENÉTICA

A ausência de aulas que envolvam experimentação ou atividades práticas ainda é uma realidade comum nas escolas, o que compromete o desenvolvimento de habilidades investigativas. Essa lacuna revela um modelo de ensino ainda centrado na memorização, em detrimento da construção ativa do conhecimento.

De acordo com Vygotsky (1989), o jogo constitui uma importante atividade para o desenvolvimento humano, pois nele se aprende a agir, a curiosidade é estimulada, adquire-se iniciativa e autoconfiança, além de favorecer o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração. Nesse sentido, o uso de jogos didáticos no ensino de Biologia revela-se uma

estratégia pedagógica eficaz, uma vez que promove não apenas a compreensão de conceitos científicos, mas também estimula habilidades cognitivas e socioemocionais fundamentais. Segundo Zuanon et al., (2010) o ensino tradicional apresenta limitações em proporcionar uma aprendizagem profunda e duradoura.

Este envolvimento é particularmente crucial em disciplinas complexas como a Genética, onde conceitos abstratos podem ser notavelmente desafiadores (ALVES, 2023). O caráter lúdico e o uso de elementos visuais e interativos, como destacado por Gomes et al. (2011), são ferramentas para materializar conceitos abstratos como cariótipo e alterações cromossômicas. Dessa forma, além de desenvolver habilidades cognitivas superiores, como análise crítica e resolução de problemas, a utilização de jogos mantém os alunos motivados e engajados, transformando a dificuldade em um desafio prazeroso e eficaz.

A utilização das atividades lúdicas educativas, especialmente aquelas baseadas em cartas que envolvem análise de dados, discussão em grupo e tomada de decisões, tem se mostrado uma estratégia eficaz na aprendizagem. Além do aspecto cognitivo, o ambiente colaborativo do jogo, conforme aponta Spricigo (2014), cria um espaço seguro para o debate, permitindo abordar as implicações sociais e éticas das síndromes de forma empática e respeitosa, algo que a aula expositiva dificilmente alcança.

A adoção de jogos como metodologia pedagógica permite ao professor acompanhar mais de perto o progresso dos alunos, proporcionando um suporte contínuo e promovendo a autonomia dos estudantes na resolução de problemas. Essa abordagem lúdica no ensino de genética incentiva os alunos em seus aprendizados, favorecendo uma integração entre teoria e prática (SILVA et al., 2007). Portanto, é fundamental que as aulas de genética não sejam apenas informativas ou focadas na memorização de conteúdo, devem ser planejadas para promover o desenvolvimento de alunos mais autônomos, reflexivos e críticos. É importante criar um ambiente de aprendizado onde os discentes se sintam confortáveis para expressar suas ideias e dúvidas.

A utilização de jogos didáticos no ensino de conteúdos complexos, como as Síndromes Genéticas, representa uma estratégia pedagógica que alia ludicidade à construção crítica do conhecimento. Segundo Oliveira e Martins (2021), esses recursos aproximam o aluno do conteúdo científico ao simplificá-lo, ao mesmo tempo em que promovem reflexões sobre saúde e cidadania.

Essa abordagem não apenas facilita o entendimento de temas abstratos, mas também estimula o engajamento dos estudantes em discussões éticas e sociais. Complementando essa perspectiva, Mesquita, Cardoso e Vigário (2019) destacam que práticas lúdicas configuram-se como instrumentos eficazes para a revisão e ampliação do conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas. Assim, ao integrar jogos ao processo

de ensino-aprendizagem, o educador potencializa a formação integral do aluno, tornando o ambiente escolar mais inclusivo, dinâmico e significativo.

No entanto, muitos jogos focam em regras simples ou memorização, deixando de lado o aprofundamento teórico necessário para compreender os temas. Cabral et al. (2025) destacam que, embora os jogos didáticos promovam o engajamento dos alunos, a superficialidade de alguns jogos pode comprometer o aprofundamento conceitual necessário para compreender os mecanismos genéticos mais complexos.

Recursos didáticos interativos devem proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições. Os jogos em uso hoje em dia seguem o modelo comercial, pois são focados para o mercado e não estruturados pedagogicamente (MORATORI, 2013).

O jogo é uma ferramenta poderosa que vai muito além da diversão. Ele permite a ação intencional, a construção de representações mentais (cognição), a manipulação de objetos e o desempenho de ações sensório-motoras. Além disso, o jogo promove interações sociais. Conforme destaca Kishimoto (1999), todos esses elementos em conjunto podem potencializar a aprendizagem e criar condições ideais para a construção de conhecimentos. Os autores Neves, Albuquerque, e Yamaguchi (2024) argumentam que atividades práticas e jogos podem transformar a aprendizagem em uma experiência mais interativa e significativa.

As características que tornam esse engajamento possível são detalhadas por Huizinga (2004), que descreve elementos intrínsecos aos jogos, como o prazer, a natureza não séria, a presença de regras claras, o caráter fictício e a limitação no tempo e espaço. É precisamente esta combinação de elementos que cria um ambiente propício para a experimentação, a tomada de riscos sem medo de errar e a imersão em conceitos complexos.

A aplicação prática e bem-sucedida desses fundamentos é comprovada no campo da Genética por Campos et al. (2003). Os pesquisadores observaram que o uso de jogos não apenas aumentou a motivação dos alunos – um reflexo direto do "prazer" e da "natureza não séria" apontados por Huizinga –, mas também favoreceu significativamente a compreensão dos conceitos, resultando em um melhor desempenho e maior aprendizagem. Isso demonstra que a estrutura lúdica e regrada do jogo pedagógico, é capaz de criar um caminho eficiente para a assimilação de conteúdos complexos.

2. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Elaborar, aplicar e avaliar o uso do jogo didático no ensino de Genética e Síndromes Genéticas no Ensino Médio.

3.2 ESPECÍFICOS

- Estimular a curiosidade e a reflexão crítica dos alunos em relação ao tema de Genética e síndromes genéticas.
- Incentivar o trabalho em equipe e a troca de opiniões/saberes, garantindo que os estudantes se mantenham ativos e colaborativos durante a atividade.
- Promover diálogo entre os alunos por meio de roda de conversa, debate e da elaboração de um infográfico com as síndromes genéticas trabalhadas.
- Validar a ludicidade como ferramenta de ensino.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa e descritiva, uma vez que busca compreender as percepções, os processos de aprendizagem e as interações dos alunos diante de uma intervenção pedagógica lúdica (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

O delineamento metodológico adotado foi o da pesquisa-ação, uma vez que a pesquisadora atuou também como professora regente da turma, estando imersa em todo o processo. Dessa forma, planejou, aplicou e avaliou as práticas pedagógicas com o objetivo de transformar a realidade da sala de aula e refletir criticamente (TOLEDO; JACOBI, 2013).

A dissertação teve a criação e aplicação de um jogo didático denominado “Aventura Genética: Desvendando as Alterações” para o ensino de genética e síndromes genéticas. O jogo foi construído pela professora, autora. As atividades foram realizadas durante o horário regular de quatro aulas, 50 minutos cada, totalizando 3 horas e 20 minutos, com a turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por 27 alunos, na Escola Estadual “Deputado Edson Resende”, situada no bairro Centro, em Sobral Pinto, distrito do município de Astolfo Dutra, MG, sob a regência da professora Núbia dos Santos Dias. Não havia estudantes com deficiência visual, auditiva, motora ou cognitiva.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFJF com o número 86119125.5.0000.5147 e parecer: 7.414.997 em 03/02/2025 (APÊNDICE 1). A escolha do local de aplicação das atividades foi pautada no fato da pesquisadora estar efetivada nesta escola, entender sua realidade, e compreender a diversidade, motivação e necessidades dos alunos que ali estão.

A proposta do jogo didático foi construída com base nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere às competências gerais da Educação Básica e às competências e habilidades específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no componente curricular de Biologia (BRASIL, 2018).

Competências gerais da BNCC contempladas: Competência 6 – Valorizar a diversidade de saberes como formas de ampliar o respeito pelo outro e pelas diferenças, promovendo o diálogo e a convivência democrática; Competência 7 – Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns. Utilizar diferentes linguagens — verbal, corporal, visual, sonora, digital — para se expressar e compartilhar informações, experiências, ideias e sentimentos; Competência 9- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro; Competência 10 – Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

O jogo contribui diretamente para o desenvolvimento das seguintes habilidades da área de Ciências da Natureza (Biologia), conforme previsto na BNCC: (EM13CNT202) – Compreender os processos de hereditariedade e mutações, reconhecendo sua importância para a variabilidade genética e a ocorrência de síndromes genéticas; (EM13CNT201) – Relacionar os mecanismos de transmissão da informação genética com os processos de hereditariedade e expressão gênica; (EM13CNT205) – Discutir aspectos éticos, sociais e culturais relacionados à pesquisa e ao uso de conhecimentos genéticos, respeitando a diversidade humana.

Caso o aluno optasse por não participar da pesquisa, o conteúdo seria abordado simultaneamente por meio de métodos tradicionais, incluindo textos informativos e estudos dirigidos sobre o tema. (APÊNDICE 2 : Estudo dirigido guiado pela bibliotecária da escola).

Iniciada a metodologia, com o intuito de capturar a experiência de forma genuína e em tempo real, a docente utilizou um diário de bordo para registros diários. Em cada aula, a professora fez anotações, fez questão de anotar as falas e dúvidas que achou mais criativas no decorrer das aulas, foram feitos também registros por meio de fotos.

As cartas do jogo foram personalizadas no aplicativo Canva, uma plataforma de design gráfico. A diagramação das cartas foi feita utilizando o login institucional de professora da rede estadual, possibilitando o uso de elementos gráficos específicos para educação e facilitando a organização estética do produto final. As informações, para contemplar as diferentes síndromes cromossômicas foram escolhidas pela própria docente e foram trabalhadas em aulas. Cada carta continha pistas sobre uma síndrome específica, desafiando os alunos a mobilizarem seus

conhecimentos. As dicas que poderiam gerar mais dúvidas foram colocadas nas primeiras opções, as características mais comuns das síndromes foram colocadas nas últimas opções. A escolha por organizar as pistas em ordem crescente de complexidade teve por objetivo permitir que alunos com diferentes níveis de conhecimento possam participar, construindo o raciocínio gradualmente e experimentando o sucesso ao desvendar o enigma. As cartas foram impressas em papel fotográfico e posteriormente foram plastificadas para melhor durabilidade. As descrições apresentadas nas cartas do jogo são apenas exemplos, professores podem realizar adaptações de acordo com a temática da aula, permitindo uma maior plasticidade no ensino e evitando um condicionamento em função de um banco de questões. O design do material foi concebido para ser adaptável.

4.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A seguir, serão apresentadas, separadamente, cada uma das atividades que compõem a sequência:

4.1.1 Primeiro Momento – Aula 1- Diagnóstico Inicial e Exploração Conceitual.

A sequência didática teve início com a aplicação de um questionário diagnóstico impresso, composto por 10 questões, dentre elas, oito foram de múltipla escolha e abordaram aspectos relacionados aos conhecimentos prévios e percepções pessoais dos discentes sobre o tema. As duas últimas perguntas foram dissertativas. A penúltima exigia a elaboração de uma resposta fundamentada em conhecimentos e a última questão, foi optativa e de cunho pessoal como instrumento para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos (APÊNDICE 2). No questionário, ficou a critério dos alunos se identificarem com seus nomes ou realizarem de forma anônima. A aplicação teve duração de aproximadamente 10 minutos. Os resultados foram plotados e quantificados sobre a forma de gráficos para permitir uma melhor análise visual. Na sequência, nos 40 minutos restantes, iniciou-se a explanação teórica, aula expositiva dialogada, com o suporte de slides projetados via datashow. Os 7 primeiros slides foram de perguntas norteadoras, formuladas para promover a curiosidade, o pensamento crítico e a reflexão ética. As respostas foram interativas e houveram esclarecimentos pontuais da professora, que enriqueceu o debate. Logo em seguida, os slides tiveram explicações dos termos: alterações cromossômicas numéricas e estruturais, DNA, mutação, meiose, genes, cromossomos, hereditariedade e conceito de cariótipo e aneuploidias. Ao todo foram projetados 14 slides, contendo linguagem verbal e não verbal

(APÊNDICE 4). Durante a aula, a pesquisadora realizou anotações em seu diário de bordo, focando nas dúvidas e comentários iniciais dos estudantes.

4.1.2 Segundo momento – Aula 2 - Ampliação Conceitual e Participação Ativa.

No segundo encontro, a aula começou com uma revisão dialogada dos conteúdos anteriores e o esclarecimento de dúvidas, o que durou aproximadamente 15 minutos. A partir disso, introduziram-se os estudos sobre síndromes cromossômicas, com foco nas condições: Síndrome de Down, Síndrome de Turner, Síndrome Klinefelter, Síndrome Patau e Síndrome Edwards. Seguindo a perspectiva curricular, o presente trabalho focou nessas síndromes por serem exemplos que permitem explorar conceitos-chave de alterações cromossômicas numéricas. Foi ministrado: características principais, alterações numéricas nos cromossomos, mecanismos de formação das síndromes, erros na meiose, não disjunção cromossômica. Foram projetados slides 15 até o 30, também contendo linguagem verbal e não verbal.

Como estratégia de fixação e envolvimento, foi realizada uma atividade colaborativa de construção de uma ‘nuvem de palavras’ no quadro da sala de aula. Para essa atividade, os alunos foram instruídos com a seguinte pergunta norteadora: “Quais são os termos que julgam mais importantes que aprenderam sobre genética e sobre as síndromes?”

4.1.3 Terceiro momento- Aula 3: Consolidação por meio de Jogo Didático.

A terceira aula foi dedicada à consolidação dos conteúdos sobre genética e síndromes genéticas por meio de uma atividade lúdica e interativa: o jogo didático ‘Aventura Genética: Desvendando as Alterações’, idealizado pela própria docente. A coleta de dados neste momento se deu por meio da observação participante, registrada no diário de bordo, e de registros fotográficos da interação dos grupos.

A dinâmica do jogo contou com os seguintes recursos:

- Manual de instruções: Lido pela professora no início para garantir que todos os participantes compreendessem as regras e objetivos do jogo (APÊNDICE 6).
- Dado.
- Cartolinas coloridas (azul, verde, amarelo, roxo e vermelho): Representavam as equipes, facilitando a identificação dos grupos.
- Vinte e oito cartas com perguntas (APÊNDICE 5): As cartas foram confeccionadas em papel fotográfico nas dimensões 6,00 x 9,00. Optou por cores vibrantes para chamar ainda mais

a atenção dos alunos.

- As cartas eram embaralhadas antes de cada rodada para garantir a aleatoriedade.
- Ampulheta com duração de 1 minuto: estabelecia tempo máximo para resposta, estimulando o raciocínio rápido e a tomada de decisão sob pressão.
- Painel com os nomes das síndromes (APÊNDICE 8): servia como um guia visual e um "banco de respostas" para os jogadores, facilitando a associação entre as pistas e os nomes das síndromes.
- Tabela de pontuação: preenchida pela professora ao longo da partida para manter a transparência e o registro do progresso de cada equipe.

A afinidade entre os estudantes foi o critério para a formação dos grupos, a professora não interferiu nas escolhas das equipes dos discentes. Cada equipe escolheu uma cor para identificação. Carteiras foram organizadas para permitir visibilidade entre as equipes, favorecendo a competitividade saudável. Um representante de cada equipe lançou o dado, e a equipe com o maior número iniciou o jogo, seguida pelas demais em ordem decrescente. A presença do dado introduziu um elemento de sorte e aleatoriedade,

A lógica da pontuação foi importante para estimular a profundidade do raciocínio:

- Cada carta apresentava até quatro pistas sobre uma síndrome genética.
- A pontuação da equipe variava inversamente ao número de dicas utilizadas. Isso significa que, quanto menos pistas fossem necessárias para acertar, maior seria a pontuação (tabela 1.1).
- Caso a equipe não acertasse a síndrome mesmo após todas as pistas, perdia 8 pontos, reforçando a importância da precisão nas respostas.
- Em caso de empate final, foram elaboradas 3 perguntas bônus de desempate, valendo 5 pontos extras para a equipe que respondesse corretamente primeiro.

Ao final, a pontuação de cada equipe foi somada e a vencedora foi anunciada.

Tabela 1.1 - A tabela de pontuação foi organizada da seguinte forma:

EQUIPES	25 PTS	20PTS	15 PTS	10 PTS	-8 PTS	TOTAL	5 PTS BÔNUS
VERDE							
AZUL							
AMARELA							

ROXA							
VERMELHA							

Fonte: Elaborada pela própria professora

4.1.4 Quarto momento – Aula 4. Consolidação.

Após os três encontros iniciais, este momento foi destinado à consolidação e ampliação do conhecimento. A aula iniciou-se com a retomada colaborativa das informações presentes nas cartas utilizadas no jogo didático. A professora conduziu uma revisão detalhada e de forma interativa. Para isso, a docente projetou as cartas do jogo no datashow e, para cada carta, sorteava uma equipe para dissertar sobre a resposta. Em seguida, as outras equipes também poderiam complementar as informações e tirar dúvidas, garantindo que todos os conceitos fossem solidificados.

Após a sequência didática, foi administrado um questionário diagnóstico (APÊNDICE 3) com o objetivo de avaliar a compreensão dos participantes e identificar as principais percepções e aprendizados obtidos durante a atividade lúdica.

Após a revisão ter sido feita, já no final da aula, os alunos receberam a instrução de criar individualmente um infográfico. A orientação foi: “O trabalho deve conter todas ou pelo menos 3 das síndromes estudadas, destacando para cada uma suas principais características e uma curiosidade ou informação relevante”. Os infográficos foram posteriormente expostos na parede da escola, com o objetivo de compartilhar o conhecimento com todos os alunos.

4.2 AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação combinou instrumentos descritivos e qualitativos, organizando a análise em três categorias principais: frequência e assiduidade, engajamento dos estudantes e produção dos infográficos. A coleta de dados por meio desses instrumentos foi realizada ao longo de 4 aulas. Para isso, a professora utilizou um diário de bordo, no qual foram registrados comportamentos, interações e níveis de interesse demonstrados pelos estudantes, além de eventos relevantes que pudessem influenciar o aprendizado. Esse instrumento permitiu uma análise mais aprofundada e reflexiva sobre o envolvimento dos alunos em diferentes momentos das aulas.

A participação dos estudantes foi avaliada por meio de diversos instrumentos: lista de presença, observação direta, registros fotográficos (mediante autorização) e análise dos infográficos elaborados. A observação buscou identificar comportamentos como: iniciativa nas

atividades, colaboração em grupo, contribuições nas discussões e envolvimento na elaboração dos produtos pedagógicos.

Os registros fotográficos documentaram visualmente a dinâmica das interações, o arranjo dos espaços e o comportamento dos alunos durante a realização das atividades, fornecendo evidências contextuais sobre o ambiente de aprendizagem. A professora acompanhou se houve melhora no desempenho ao longo das rodadas do jogo, sinalizando possíveis avanços na construção do conhecimento.

A avaliação dos infográficos seguiu critérios como: organização das ideias, pertinência e coerência das informações com os temas abordados, criatividade, legibilidade e originalidade. Além disso, foi observada a capacidade dos alunos de articular aspectos científicos com questões sociais relacionadas às síndromes genéticas, como inclusão, empatia e respeito à diversidade. O uso de diferentes instrumentos de avaliação contribuiu para garantir maior validade e confiabilidade aos resultados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A professora atuou como mediadora e facilitadora da atividade, não apenas lendo as cartas e controlando o tempo da ampulheta, mas também estimulando ativamente a discussão e a argumentação dentro dos grupos. Sua presença foi fundamental para garantir que a interação entre os membros dos grupos fosse produtiva, promovendo a discussão, a tomada de decisão colaborativa e a argumentação embasada nos conteúdos trabalhados nas aulas anteriores.

Os resultados serão apresentados primeiramente para cada atividade isoladamente nos itens 5.1 a 5.4 na ordem que foram trabalhadas. Considerando que este trabalho apresenta um projeto no qual fui pesquisadora, observadora e docente, optei por destacar a figura do sujeito agente através da análise e apresentação dos resultados em primeira pessoa do singular.

5.1 Análise do Diagnóstico Inicial (Aula 1)

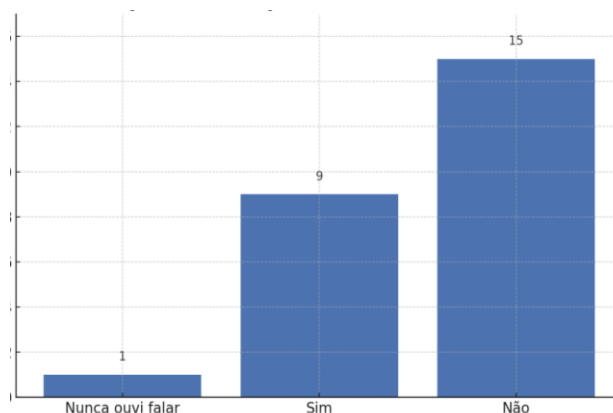
Como previamente mencionado, apliquei um questionário diagnóstico à turma, com a participação de 25 alunos — visto que dois estavam ausentes. A seguir, serão apresentadas as quantificações das respostas obtidas (figs. 8 a 12), que oferecem um panorama inicial sobre o nível de compreensão dos estudantes em relação ao conteúdo abordado. Essa etapa diagnóstica, segundo Luckesi (2011), é fundamental para que o professor identifique os conhecimentos prévios dos alunos, bem como suas dificuldades e potencialidades, permitindo a elaboração de estratégias de

ensino mais coerentes com a realidade da turma. Dessa forma, o instrumento aplicado não apenas orienta o planejamento pedagógico, mas também contribui para uma prática docente mais reflexiva e eficaz.

No momento da aplicação do questionário, os alunos viram a logo da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e tiveram ainda mais curiosidade e empolgação, e a menção de que apenas a turma do 1º ano do Ensino Médio havia sido convidada para a atividade os fez sentir ainda mais importantes e animados. A notícia de uma atividade diferenciada com a turma gerou entusiasmo. Quando disponibilizado os questionários, muitos alunos demonstraram incerteza, especialmente nas questões discursivas sobre ‘termos genéticos conhecidos’, alguns deixaram a resposta em branco, o que evidenciou a necessidade da abordagem proposta, e outros tentaram ver o que o colega do lado tinha respondido. Essa etapa foi importante, pois o plano de curso do 9º ano do ensino fundamental já prevê um contato inicial com alguns conceitos de genética. Assim, a professora quis verificar se os alunos ainda recordavam do que já foi estudado.

Gráf. 1: “Você sabe a diferença entre alterações cromossômicas numéricas e estruturais?”

Fonte: elaborado pela autora.



Em relação à primeira pergunta, 60% dos alunos responderam que não sabem a diferença entre alterações cromossômicas numéricas e estruturais, 36% não sabem a diferença e 4% nunca ouviram falar (Gráf. 1) Para os 15 alunos que sabem a diferença, quando perguntados em aula explicações sobre a diferença, disseram que “sabia, mas esqueci”, ou “sei, mas não sei explicar”. A alta taxa de autoconfiança (60%) pode mascarar conhecimentos incompletos ou superficiais. Para os 4% que parece ter total desconhecimento do tema, esse dado pode refletir ausência de aulas sobre o assunto ou desatenção dos alunos.

A diferença entre alterações cromossômicas numéricas e estruturais é de importante conhecimento e nenhum aluno soube explicar corretamente a indagação. A genética humana é frequentemente popularizada por meio de síndromes conhecidas, como Down, Turner e

Klinefelter.

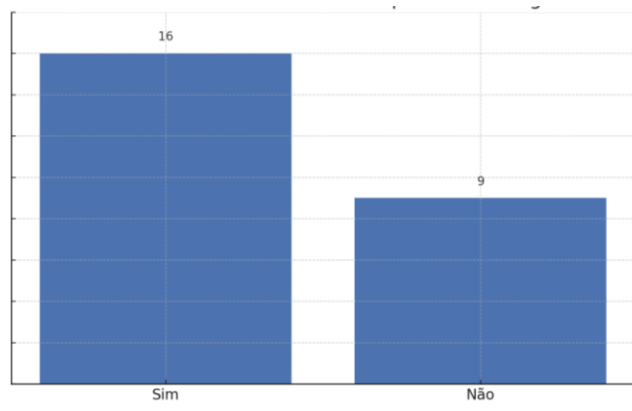
Embora a distinção entre essas duas categorias seja essencial para a compreensão das causas genéticas de diversas síndromes, um número significativo de alunos demonstra desconhecimento ou confusão conceitual – uma lacuna que indica a necessidade de abordagens didáticas mais claras, visuais e contextualizadas. Os alunos acreditam que sabem, mas, na verdade, têm apenas uma ideia superficial do conceito.

O estudo de Silva e Moura (2022) ilustra bem esse ponto: mesmo que os alunos afirmem conhecer síndromes genéticas, menos da metade sabe classificá-las corretamente. É compreensível que alunos do 1º ano do Ensino Médio tenham dificuldade em diferenciar esses dois tipos de alterações. Afinal, são conceitos que exigem uma boa base em Biologia Celular e genética. Assim, esse resultado era, na verdade, esperado, pois o tema ainda não havia sido estudado de forma aprofundada, levando a um mero reconhecimento dos termos sem a base conceitual necessária para uma explicação adequada.

As alterações cromossômicas podem ser classificadas em numéricas ou estruturais. As numéricas envolvem a perda ou o ganho de cromossomos inteiros, podendo ser consideradas euploidias e aneuploidias. Já as alterações estruturais referem-se a quebras e rearranjos da estrutura cromossômica, incluindo deleções, duplicações, inversões e translocações que podem comprometer a função gênica e levar ao desenvolvimento de diversas síndromes genéticas (BRASIL ESCOLA, 2019).

Portanto, a análise desses percentuais não apenas informa sobre o nível de conhecimento prévio dos alunos, mas também orienta o planejamento pedagógico, apontando para a importância da abordagem.

Gráf. 2: “Você sabe como as Síndromes Genéticas podem ser diagnosticadas?” Fonte: elaborado pela autora.



Na segunda questão do instrumento aplicado, ao serem questionados se sabiam como as síndromes genéticas podem ser diagnosticadas, 64% dos estudantes afirmaram que sabiam (Graf. 2). No entanto, ao aprofundar-se nas falas dos alunos, foi possível observar a presença de concepções equivocadas sobre os meios de diagnóstico. Um dos estudantes, por exemplo, mencionou acreditar que testes genéticos disponíveis online já seriam suficientes para confirmar uma síndrome genética, demonstrando desconhecimento sobre os critérios científicos e clínicos necessários para o diagnóstico. Outro aluno comentou que a internet, por meio de tecnologias avançadas, poderia substituir a consulta médica, reforçando a ideia equivocada de que recursos digitais podem substituir o acompanhamento profissional. Ainda, houve quem afirmasse que qualquer exame de sangue seria capaz de detectar síndromes genéticas, generalizando procedimentos laboratoriais que, na realidade, exigem análises específicas, como o cariótipo ou testes moleculares. Acreditar que um teste online ou um exame de sangue generalizado é suficiente pode levar a auto diagnósticos errôneos.

Os alunos possuem fragmentos de informações, como: "teste genético", "exame de sangue", "internet", mas não conseguem conectá-los de forma crítica e correta dentro de um contexto científico. Por outro lado, os 36% que admitiram não ter conhecimento sobre o tema revelam honestidade e indicam que esses alunos ainda não tiveram contato suficiente com o assunto ou não conseguiram relacionar os conteúdos estudados a situações práticas. Isso demonstra também um ambiente de confiança onde os alunos se sentem seguros para admitir dúvidas, ou seja, a sala de aula foi percebida como um espaço seguro, onde admitir a dúvida não é sinal de fraqueza, mas o primeiro passo para a aprendizagem.

Diante dessas manifestações, a professora já planejou intervir, promover uma explanação esclarecedora sobre os métodos corretos de diagnóstico das síndromes genéticas, destacando a importância da consulta médica especializada, do aconselhamento genético e dos exames laboratoriais apropriados.

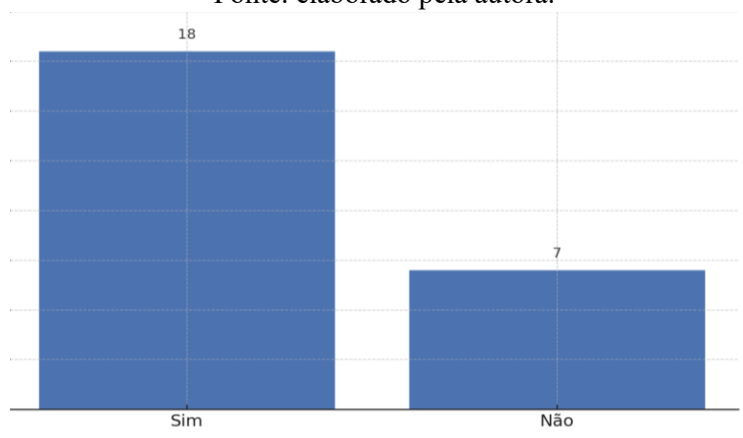
Parte dos estudantes, acreditam deter o conhecimento, mas, na realidade, não possuem

compreensão aprofundada do tema. Os 16 alunos que afirmaram saber como as síndromes são diagnosticadas não estão necessariamente "mentindo", eles estão experimentando uma ilusão cognitiva muito comum. As respostas dos alunos provavelmente foram baseadas no conhecimento geral que eles veem em séries de TV, notícias e talvez experiências pessoais.

O diagnóstico das síndromes genéticas é realizado por um médico geneticista, com base em avaliação clínica detalhada, como: histórico familiar, sinais físicos, malformações e sintomas associados. O diagnóstico não se baseia apenas em uma técnica, mas muitas vezes na combinação delas, para confirmar a alteração e fornecer um resultado preciso. A partir das análises, são solicitados vários exames genéticos apropriados que permitem identificar alterações cromossômicas numéricas ou microdeleções, e mutações em genes específicos, fornecendo o diagnóstico preciso da condição genética (VIDA SAUDÁVEL, 2025).

Gráf. 3: “Você sabe o motivo da ocorrência de Síndromes Genéticas?”

Fonte: elaborado pela autora.



Quando os alunos foram questionados sobre o conhecimento acerca dos motivos que levam à ocorrência de Síndromes Genéticas. Os resultados apontam que 72% afirmaram saber os motivos das ocorrências das síndromes, enquanto 28% declararam desconhecer os motivos que levam ao seu surgimento, esse foi um resultado comum e já esperado (Graf. 3). Embora a maioria dos estudantes tenha demonstrado alguma familiaridade com o tema, uma resposta em especial chamou a atenção, um dos alunos afirmou que “a ocorrência das síndromes é apenas pelo histórico familiar, se não há na família alguém com síndrome, não há risco de outra pessoa apresentar síndrome.” Essa fala revelou um entendimento errôneo, ainda bastante influenciado pelo senso comum, que associa síndromes genéticas exclusivamente à hereditariedade direta e visível na família. Mas, tal concepção ignora fatores biológicos fundamentais, como mutações genéticas espontâneas, alterações cromossômicas ou eventos acidentais na divisão celular, que independem de histórico familiar. Diante da afirmação do aluno, a professora realizou o esclarecimento imediato, promovendo uma intervenção pedagógica valiosa. Esse tipo de situação revela a

importância de momentos de escuta ativa e diálogo em sala de aula, nos quais as ideias prévias dos alunos são acolhidas e, quando necessário, ressignificadas.

Muitos alunos já ouviram falar em "DNA", "cromossomo", "Síndrome de Down" na TV, na internet ou em conversas, quando perguntados, o conceito soa familiar, o que gera uma sensação de "eu sei isso". Assim, os alunos são expostos a essas informações de forma passiva. A fluência com que o termo vem à mente é interpretada erroneamente como conhecimento. Síndromes genéticas como Down, Turner e Klinefelter são frequentemente mencionadas em novelas, séries, filmes e campanhas de conscientização. A síndrome de Down é frequentemente utilizada como exemplo didático em aulas, por ser amplamente conhecida e por envolver uma trissomia cromossômica de fácil compreensão pelos estudantes (MORAES et al., 2017).

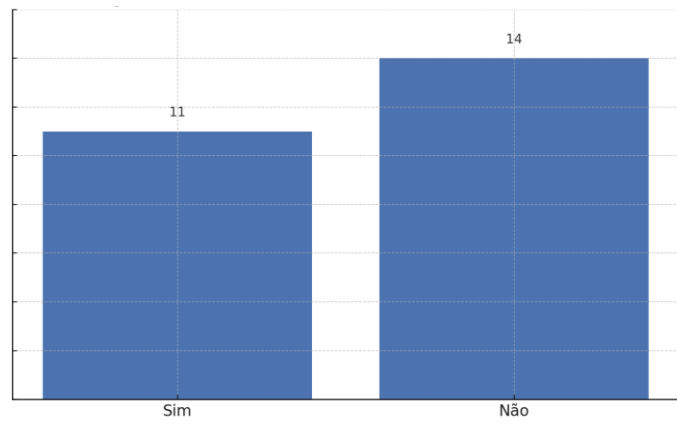
A análise das falas dos estudantes mostrou que o acesso à informação não é sinônimo de compreensão. As falas foram oportunidade pedagógica, demonstraram como o senso comum pode limitar a compreensão e, mais importante, como a escuta ativa do professor é a ferramenta fundamental para transformar uma concepção inicial em um conceito significativo

Alguns alunos fazem uma generalização excessiva, ou seja, analisam uma parte da verdade e a transformam na explicação universal e exclusiva, ignorando outras causas, e essa ação não é correta. O fato de 72% afirmarem saber, mas um deles verbalizar um conceito fundamentalmente incompleto, sugere que muitos outros também podem compartilhar versões similares desse mesmo modelo mental simplificado. Deve haver uma desconstrução ativa de equívocos comuns que associam genética exclusivamente à hereditariedade familiar. A existência dos 28% que admitem não saber é igualmente importante e mostra um grupo que é ou mais consciente das próprias limitações ou que realmente não teve acesso/não assimilou a informação.

Dessa forma, a investigação reforça a necessidade de abordagens pedagógicas mais aprofundadas que favoreçam o desenvolvimento de um pensamento crítico sobre o tema. Estratégias como o uso de jogos didáticos, debates e rodas de conversa mostraram-se importantes para identificar essas lacunas no conhecimento e promover uma aprendizagem mais significativa.

Gráf. 4: “Nem toda alteração cromossômica ocasionará uma síndrome”. Você concorda?

Fonte: elaborado pela autora.



Ao serem questionados se toda alteração cromossômica resulta obrigatoriamente em uma Síndrome Genética, os alunos apresentaram respostas com equilíbrio quase paritário das respostas (14 "não" vs. 11 "sim"). Diferente das respostas anteriores, aqui se percebe um equilíbrio de concepções e a maioria dos estudantes com uma noção correta, mesmo antes do ensino formal, isso é muito significativo (Graf. 4).

Esse equilíbrio nas respostas revela uma diversidade de concepções entre os discentes, indicando que o tema ainda suscita dúvidas. Para os alunos que disseram “sim”, é um raciocínio comum e intuitivo. Os alunos que responderam corretamente "não" podem ter se lembrado de alguns importantes conceitos-chave. Os 11 discentes que disseram "sim" representam uma visão mais rígida da genética, onde a associação entre alteração cromossômica e doença é direta e inevitável. Os 14 que disseram "não" representam um entendimento mais matizado e aprofundado. Ao contrário da questão anterior, que exigia uma correção de rotas, nessa, a maioria já está na direção certa.

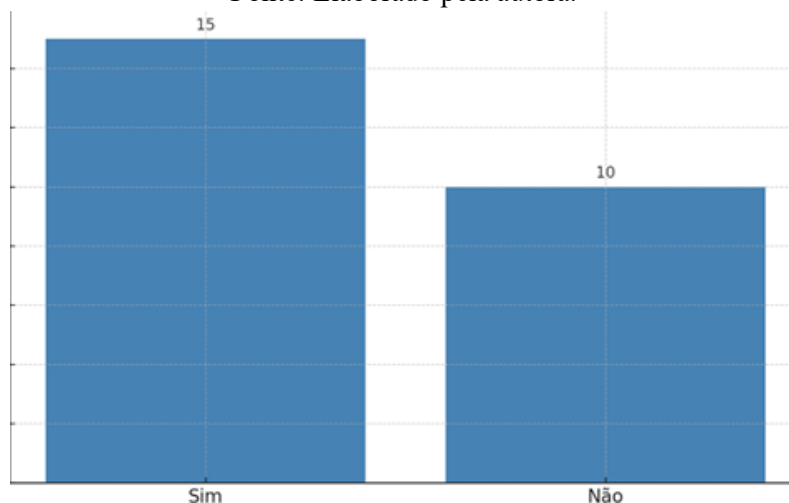
A resposta afirmativa, dada pela maioria, sugere que essa visão generaliza e simplifica um tema de grande complexidade. Embora os estudantes ainda não tivessem tido contato prévio com o estudo aprofundado sobre as alterações cromossômicas, a maioria deles respondeu corretamente que nem toda alteração leva necessariamente ao surgimento de uma síndrome. Esse fato demonstra que, mesmo sem domínio conceitual completo, os alunos souberam aplicar o raciocínio lógico e relacionar com conhecimentos prévios da Biologia, compreendendo que o organismo humano possui mecanismos de compensação e que nem todas as alterações resultam em manifestações clínicas graves. Assim, é possível considerar que houve uma percepção inicial correta, ainda que necessite de aprofundamento teórico para consolidar a compreensão.

Como explica Santos (2020), “nem toda alteração cromossômica se traduz em anormalidade clínica; muitas variantes estruturais são compatíveis com a vida e com o desenvolvimento saudável, sendo descobertas apenas em exames genéticos mais detalhados”. Compreender essa complexidade é essencial para evitar generalizações e interpretações

equivocadas, especialmente no ambiente escolar, onde muitos alunos tendem a associar automaticamente qualquer anomalia cromossômica à presença de uma síndrome genética com implicações severas.

Gráf. 5: “Pessoas com síndromes são muito limitadas nas atividades do dia-a-dia”. Você concorda?

Fonte: Elaborado pela autora.



O resultado referente à essa questão faz refletir sobre a importância de um trabalho mais direcionado aos conceitos básicos, 15 alunos responderam sim para essa afirmativa, e 10 alunos não concordam. Essa pergunta indica que há diferentes percepções sobre o que a limitação realmente significa e como ela afeta a vida de pessoas com síndromes. Este é um resultado significativo e que vai muito além de uma simples questão de genética, toca em percepções sociais. Essa percepção está diretamente ligada à falta de convivência e à representação midiática que foca no que a pessoa 'não pode fazer'. Este dado reforça a importância de uma abordagem que, como defende Mendes (2006), promova a valorização do potencial do indivíduo em detrimento de suas limitações. A intervenção em sala de aula buscou, portanto, desenvolver não apenas o conhecimento biológico, mas a Competência Geral 9 da BNCC (empatia e cooperação).

A presença de uma síndrome genética não define o potencial de uma pessoa e que as eventuais limitações são frequentemente exacerbadas por um ambiente não adaptado. As pessoas com síndromes genéticas não podem ser definidas apenas por suas limitações.

Pessoas com síndromes podem, de fato, ter desafios específicos que outras pessoas não têm. A diferença é que as limitações de uma pessoa sem síndrome são vistas como normais, enquanto as de uma pessoa com síndrome são vistas como definidoras de sua existência. Quando se assume que uma pessoa é "muito limitada", inconscientemente ou não, retira-se dela o direito de tentar, de errar, de aprender e de conquistar sua autonomia. O preconceito reside justamente em

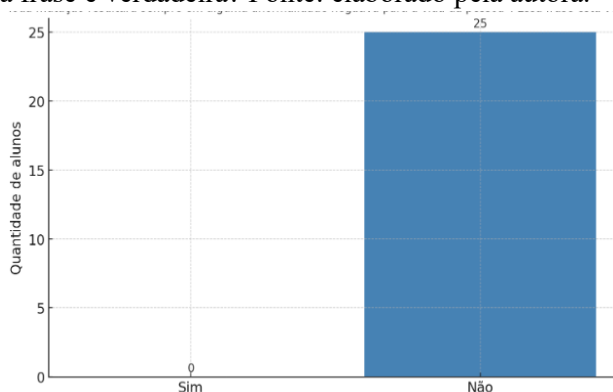
colocar a "culpa" da limitação exclusivamente no indivíduo, isentando a sociedade de sua responsabilidade em criar barreiras físicas, atitudinais e comunicacionais. Superar esse preconceito exige uma mudança de paradigma:

Para os alunos que responderam “não” a essa questão, este grupo demonstra um pensamento mais crítico, empático e informado. Eles entenderam um conceito muito importante: duas pessoas com a mesma síndrome podem ter habilidades e limitações completamente diferentes. Fatores como ambiente familiar, estímulos educacionais e acesso à saúde influenciam diretamente no desenvolvimento de cada pessoa. Assim, a genética fornece uma base, mas não determina de forma absoluta o potencial de um indivíduo. Com estímulos adequados e ambientes inclusivos, indivíduos com síndromes genéticas demonstram avanços significativos em suas habilidades sociais, cognitivas e funcionais (MAIA; CARDOSO, 2014). Portanto, alunos que têm acesso a informações sobre diversidade e inclusão, discordaram dessa afirmativa.

O maior grupo de alunos provavelmente percebe a síndrome como a causa principal das dificuldades. Este grupo reflete uma compreensão limitada do que é viver com uma síndrome genética. A pergunta em si, ao usar o termo "muito limitadas", reforça esse viés. Muitos dos 15 alunos provavelmente não têm contato próximo ou significativo com pessoas com síndromes genéticas. A opinião é formada por representações na TV, filmes ou comentários de terceiros, e não pela experiência real. Já o outro grupo que discorda, provavelmente tem uma visão mais ampla e inclusiva, para eles, as limitações não são inerentes à síndrome, mas sim impostas por um ambiente não adaptado e pela sociedade. A inclusão não se refere em ignorar os desafios, mas em superá-los através de apoio, educação e empatia. A sociedade precisa se adaptar para incluir todos.

Gráf. 6: “Toda mutação resultará sempre em alguma anormalidade negativa para a vida da pessoa”.

Essa frase é verdadeira? Fonte: elaborado pela autora.



A questão número 6 (Graf. 6), que investigou o entendimento dos alunos sobre o impacto das mutações genéticas, o resultado foi unânime. Essa questão pode ser interpretada como um conhecimento já previamente consolidado pelos alunos. Observa-se que 100% dos estudantes demonstraram compreender que as mutações genéticas nem sempre resultam em anormalidades

prejudiciais à vida do indivíduo. A unanimidade dos alunos é um resultado notável e muito positivo. Ele vai contra a intuição comum e é um estereótipo frequentemente perpetuado pela cultura popular, indicando que o ensino de Biologia evolutiva e genética está, nesse aspecto, atingindo seu objetivo.

A cultura popular, frequentemente retrata mutações como eventos dramáticos que conferem deformidades terríveis, representa um equívoco comum sobre a genética. Esse estereótipo cria uma associação mental imediata entre "mutação" e "anormalidade prejudicial". A percepção de que as mutações não são sempre ruins é um sinal de pensamento crítico e científico. A professora usou esse conhecimento como base para pergunta em sala de aula: "Se sabemos que mutações podem ser benéficas, isso muda a forma como vemos condições genéticas?". A visão de que toda mutação é negativa é um erro.

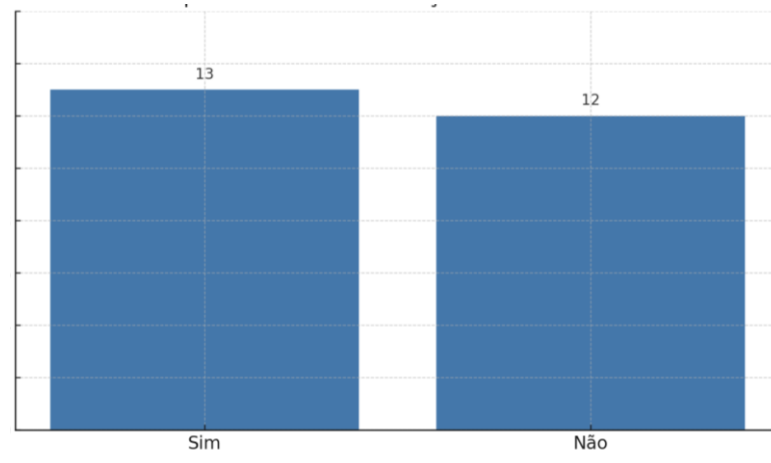
Esse resultado demonstra a importância de abordar, em sala de aula, a diversidade das consequências das mutações, desfazendo a ideia equivocada de que toda mutação é necessariamente negativa. A literatura destaca que as mutações podem ser neutras, benéficas ou prejudiciais, a depender do contexto genético e ambiental (GRIFFITHS et al., 2016).

A pergunta gerou reflexão nos alunos e muitos expuseram suas opiniões, foi um 'debate' saudável. Assim, a frase apresentada é um equívoco porque generaliza que todas as mutações são sempre negativas, ignorando completamente a existência e a importância crucial das mutações neutras e benéficas para a diversidade e a evolução da vida. Sem mutação, não haveria variação. Sem variação, não haveria evolução. Nós, e toda a biodiversidade do planeta, somos produtos de bilhões de anos de mutações. As mutações são eventos aleatórios que introduzem novos alelos em uma população e, por isso, representam a base da variabilidade genética necessária para os processos evolutivos (FUTUYMA, 2009).

Enquanto a mutação é vista como um fenômeno biológico abstrato, a "síndrome" é carregada de estigmas sociais. Houve uma dissociação entre as perguntas número 5 e número 6: eles aceitam que o DNA pode mudar sem causar danos, mas ainda enxergam a pessoa com síndrome através da lente da incapacidade e não da diversidade. O fato de 100% entenderem que mutações não são necessariamente negativas, mas a maioria ainda acreditar que síndromes são sinônimo de "limitação extrema", revela um conflito entre o conhecimento teórico e o preconceito social.

Gráf. 7: "Se um portador de alguma síndrome se casar com uma pessoa não portadora de síndrome e decidirem ter um filho, esse filho nascerá com síndrome, já que essa característica está na herança genética." Saberá explicar se essa afirmação é verdadeira ou falsa?"

Fonte: elaborado pela autora.



Nessa questão observou-se uma divisão nas respostas dos estudantes: 13 alunos responderam “sim” e 12 responderam “não”, revelando uma compreensão ainda limitada ou confusa sobre os mecanismos de herança genética das síndromes (Graf. 7).

Ao analisar as respostas, os 12 alunos que responderam "não" demonstraram ter aprendido, mesmo que intuitivamente, os fundamentos da herança mendeliana. Já os 13 alunos que responderam "sim" provavelmente operam com um modelo mental determinista, ou seja, possuem ideia de que o futuro já está fixo e só há uma resposta possível, sendo essa um resultado inevitável.

A confusão identificada nas respostas dos alunos evidencia a necessidade de esclarecimentos sobre conceitos como mutação, hereditariedade, genes e cromossomos, bem como sobre as formas de herança genética. A professora contextualizou a temática e forneceu explicações mais precisas. Trabalhar esse equívoco é importante para consolidar um entendimento científico. A afirmação feita na questão é falsa, pois o simples fato de um dos genitores ser portador de uma síndrome cromossômica não significa, automaticamente, que o filho herdará a condição. A herança de síndromes depende de diversos fatores genéticos e pode variar de acordo com o tipo de síndrome. (ARAÚJO; MATOS, 2024)

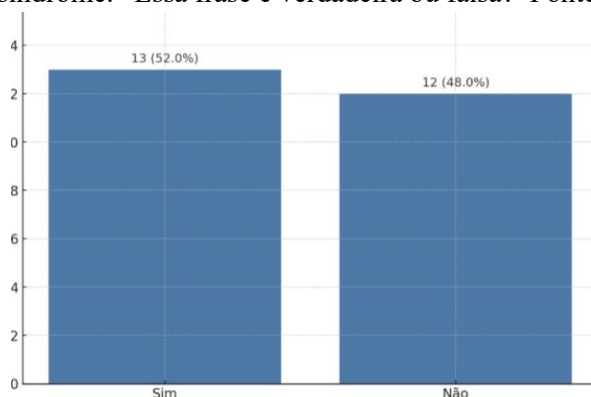
Um aluno, ao ler essa questão, perguntou em voz alta “se uma pessoa pode ter mais de uma síndrome genética ao mesmo tempo”. A professora pediu para ele acabar de responder o questionário que foi proposto e em seguida, quando a turma já tivesse finalizado, conversaria sobre a dúvida. Após todos terem acabado de responder, a professora explicou que a coexistência de síndromes é um evento raro, mas que se enquadra na probabilidade de herdar ou desenvolver, independentemente, duas ou mais alterações, é possível, embora não seja comum, uma pessoa ter mais de uma síndrome ao mesmo tempo (THOMPSON JR., THOMPSON, 2016).

O ser humano tende a temer e desconfiar do que é diferente ou não compreende. Como muitas síndromes são raras e não fazem parte da experiência cotidiana da maioria das pessoas, a falta de familiaridade gera desconforto, que pode se transformar em evitamento e preconceito.

Muitas pessoas acham que ter uma síndrome define completamente a pessoa, ignorando sua individualidade, personalidade e potencial. Ver pessoas com síndromes em posições de destaque na mídia, na arte, na política e no trabalho ajuda a desfazer a ideia de que elas são “apenas limitadas”.

Trabalhar as Síndromes Genéticas em sala de aula promove a integração entre conhecimentos científicos e questões sociais relevantes, configurando-se como uma oportunidade para desenvolver competências cognitivas e atitudinais nos estudantes (MENEZES; ROCHA, 2021). Além de favorecer a compreensão dos mecanismos genéticos envolvidos, essa abordagem contribui para o desenvolvimento de atitudes de respeito às diferenças físicas, cognitivas e genéticas.

Gráf. 8: “Pessoas com síndrome sempre terão expectativa de vida menor em comparação com pessoas que não possuem síndrome.” Essa frase é verdadeira ou falsa? Fonte: elaborado pela autora.



Diante dessa informação, 13 alunos responderam que a frase está verdadeira e 12, que essa frase seria falsa (Graf. 8). A divisão quase equilibrada entre os alunos mostra que há dúvidas ou diferentes interpretações sobre a expectativa de vida das pessoas com síndromes. Muitas síndromes, não estão associadas a uma redução significativa na expectativa de vida. Indivíduos com estas condições podem ter uma longevidade comparável à da população em geral. A expectativa de vida não é determinada apenas pela genética. Enquanto algumas síndromes, de fato, podem impactar a longevidade, muitas outras não o fazem, especialmente com os cuidados adequados. Entender isso é essencial para combater mitos, desenvolver empatia e promover o respeito às diferenças (GONÇALVES; SCHENKE; KAPPEL. 2005).

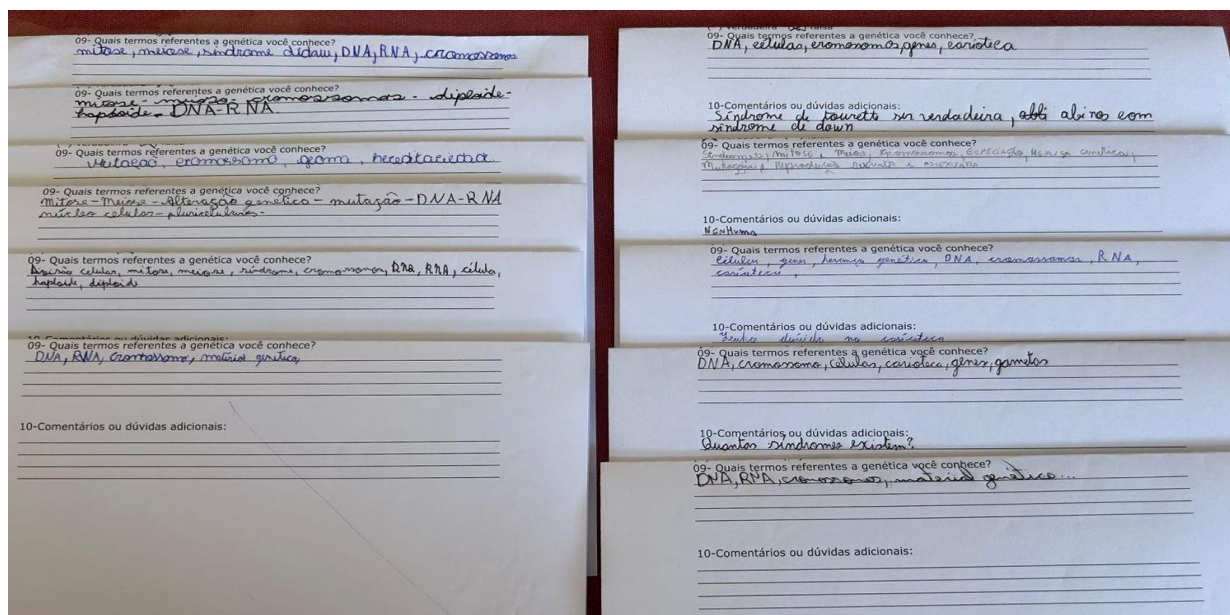
Foi notado que os alunos que responderam sim fazem uma forte associação entre a palavra "síndrome" e condições de saúde severas, degenerativas ou fatais, para os que optaram por não, eles sabem que uma síndrome é um conjunto de características, e não necessariamente uma sentença de morte.

Embora algumas síndromes genéticas estejam associadas a uma redução na expectativa de vida devido a complicações cardíacas, respiratórias ou neurológicas — não é correto generalizar que todas as pessoas com síndrome terão vida mais curta. O mais correto é reconhecer que a expectativa de vida varia de acordo com o tipo de síndrome, a gravidade das manifestações clínicas e o acompanhamento recebido ao longo da vida. É compreensível que muitos pensem assim, pois algumas síndromes genéticas raras e graves de fato cursam com uma redução da longevidade. A professora capitalizou esse equilíbrio de ideias e promoveu um debate fértil.

A professora deixou claro que quando se fala de 'expectativa de vida' muitas pessoas superam as estatísticas, especialmente em ambientes com acesso a medicina de qualidade e suporte familiar. Embora o preconceito ainda exista, a ciência e a sociedade estão evoluindo para derrubá-lo. Combater o preconceito começa pela educação, pelo contato e pela divulgação de informações precisas e atualizadas. Estudo publicado no periódico científico *European Journal of Public Health* mostrou que, nas duas últimas gerações, a expectativa de vida de pessoas com Down subiu de 12 para 60 anos e acredita-se que ela irá aumentar cada vez mais (O GLOBO, 2025).

Em relação às perguntas número 9 e 10, foram discursivas, como exemplo trazemos os recortes (Figura 1):

Fig 1: “Quais termos referentes a genética você conhece?”; “Comentários ou dúvidas adicionais”.
Fonte: Acervo pessoal.



A análise das respostas dos alunos às questões 9 e 10 revela um domínio básico dos conceitos de genética, ou seja, demonstram um conhecimento incipiente. A questão 9, solicita a definição de termos genéticos, em geral, as respostas indicam que as palavras cromossomo, RNA, genótipo e DNA são as mais presentes no vocabulário dos alunos. Na prática, muitas vezes os alunos recorrem a essas palavras como marcadores de conhecimento científico, sem conseguir articular plenamente seus significados ou relacioná-los a processos biológicos específicos. O fato de os alunos demonstrarem familiaridade com esses termos é um sinal clássico de um conhecimento incipiente ou em fase de construção. Alguns conceitos genéticos são mais "populares" e permeiam a cultura muito antes de um estudo formal e aprofundado, são mais divulgados e os primeiros a serem aprendidos, formando a 'fundação' ainda básica.

O termo RNA ganhou destaque devido às vacinas de mRNA contra COVID-19. Mesmo quem não entende o seu funcionamento, ouviu e repetiu o termo incessantemente na mídia. Isso o elevou de um termo técnico para um conceito de relativo conhecimento geral. Termos como DNA e cromossomo, aparecem em exercícios e questões de vestibular. Termos mais específicos como "heterozigose" ou "codominância" têm menos oportunidades de serem praticados e, portanto, são mais facilmente esquecidos.

Na questão 10, a maioria dos alunos não respondeu. É mais desafiador responder a uma pergunta aberta do que a uma de múltipla escolha. Exige esforço de redação e organização de ideias. A ausência da resposta pode sugerir que os alunos podem ter se sentido inseguros para expressar suas dúvidas, ou que simplesmente não se aprofundaram no tema a ponto de gerar novas perguntas. Esse é um fenômeno muito comum em ambientes educacionais e raramente é sinal de desinteresse total. Os alunos podem temer que suas dúvidas soem "óbvias" ou "estúpidas", ou que

suas sugestões sejam criticadas, ou alguns alunos podem também temer que uma sugestão crítica possa de alguma forma afetar sua relação com o professor ou sua nota. Mas, é possível também, embora menos comum que a maioria dos alunos realmente não tenha dúvidas pontuais naquele momento ou não sinta necessidade de dar sugestões.

A variação de conceitos nas respostas da questão 9, e a ausência de comentários na questão 10, ofereceu um bom ponto de partida para a professora estimular uma discussão em sala de aula para encorajar os alunos a aprofundarem ainda mais a sua compreensão. O silêncio da maioria não significa que não há espaço para melhorias. A professora reforçou em sala que fazer perguntas é um sinal de inteligência e engajamento, não de fraqueza.

Após resolução dos questionários diagnósticos, a aula dialogada foi iniciada, os slides 2 ao 8 foram perguntas norteadoras, reflexivas, muitos alunos foram participativos, houve respeito e escuta ativa para cada opinião, já que algumas perguntas também eram pessoais. Uma resposta que chamou a atenção, foi relacionada ao slide 7, um aluno disse que gostaria de saber se no futuro teria possibilidade de ter alguma doença genética porque ele iria aproveitar muito o presente, e outro acrescentou: “mas isso temos que fazer sempre” e outras opiniões foram acrescentadas ao debate saudável. Foram aproximadamente 10 minutos de conversa e escuta ativa com os alunos sobre as perguntas projetadas nos slides.

Quanto aos termos usados na genética, slides 9 a 15, a leitura foi feita pelos alunos, a professora falava nomes aleatórios dos discentes para que lesse em voz alta para toda a turma, e logo após, a docente complementava a informação.

As perguntas feitas pelos discentes foram muito criativas. Uma observação foi que no critério de participação, os meninos foram mais curiosos e questionadores que as meninas. Um aluno fez uma pergunta espontânea e provocativa: "Ainda podem surgir novas síndromes?" A professora ficou satisfeita com a pergunta feita já que, em essência, o aluno está questionando se as síndromes humanas se referem a um conjunto fechado e completo ou se é um campo dinâmico e em expansão. A resposta para a dúvida foi um categórico ‘sim’. Essa percepção encontra respaldo na literatura acadêmica, que afirma que ‘existem entre seis e oito mil doenças raras no mundo, das quais cerca de 80% têm origem genética; além disso, novas doenças são descritas periodicamente’ (SOUZA et al., 2019). Essa constatação reforça a importância de abordar a genética como um campo em constante expansão, estimulando o pensamento científico e a compreensão de que o conhecimento se renova continuamente.

Logo após essa pergunta, outro aluno perguntou se “uma síndrome pode parar de existir”. A professora notou que o aluno não apenas aceitou o conhecimento passivamente, aproveitou a dúvida do colega que fez a pergunta anterior e aproveitou para questionar também. Se por um lado

novas síndromes surgem constantemente, a indagação sobre se elas podem 'parar de existir' revela o caráter dinâmico. As entidades nosológicas (como síndromes e doenças) não são imutáveis, elas evoluem ao longo do tempo conforme o conhecimento científico avança. Algumas síndromes desaparecem dos manuais diagnósticos por reclassificação, mudança de nome ou critérios diagnósticos ou fusão com outras categorias. Outras deixam de ser identificadas clinicamente por erradicação da causa ou tratamento eficaz (OMS, 2019).

Um aluno, pediu permissão para falar e perguntou ‘porque a Síndrome de Down é a única condição que tem uma data para ser lembrada, ele nunca viu nas redes sociais manifestações em prol de outras síndromes’. A pesquisadora achou muito curioso o questionamento, pois ela não sabia responder sem antes fazer uma breve pesquisa. A mesma perguntou se os colegas da sala saberiam responder, e ninguém soube, e a professora fez uma breve pesquisa e os informou. A Síndrome de Down não é a única condição que tem uma data para ser lembrada e conscientizada. Existem diversas outras que possuem datas específicas para aumentar a conscientização e promover a inclusão (TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS, 2025).

Já próximo ao final da aula, uma aluna perguntou “se todas as síndromes genéticas são detectáveis já no nascimento”, e a professora ‘devolveu’ a pergunta para a turma na intenção dos mesmos pensarem sobre, e ficaram reflexivos. Alguns alunos responderam que ‘sim’, outros já disseram que ‘nem sempre é detectável já no nascimento’. A docente falou que nem todas as síndromes genéticas são mesmo detectáveis já no nascimento. A detectabilidade de uma síndrome genética ao nascer depende de vários fatores, principalmente do tipo de alteração genética e de como ela se manifesta no organismo (HAPVIDA, 2025).

5.2 Ampliação Conceitual e Participação Ativa

O estudo das síndromes genéticas no Ensino Médio permite explorar diferentes tipos de mutações cromossômicas, com destaque para as síndromes causadas por trissomias e deleções, como Down e Turner, favorecendo a aprendizagem significativa (COSTA; LIMA, 2021). As aneuploidias mais comuns incluem a Síndrome de Down (1:700), Síndrome de Turner (1:2.500 mulheres) e Síndrome de Klinefelter (1:600 homens), configurando-se como temas relevantes no ensino de genética humana (ALMEIDA; SOUZA, 2020).

As síndromes cromossômicas estão presentes no nosso cotidiano de várias formas, seja por meio da convivência com pessoas que as possuem ou da necessidade de políticas de saúde e educação inclusivas. A Síndrome de Down, por exemplo, tem crescido em visibilidade por meio

de movimentos sociais globalmente.

Segundo Malafaia e Rodrigues (2008), embora a memorização de conteúdos específicos da Biologia possa possibilitar que os estudantes conheçam diversas definições conceituais, isso não garante a compreensão nem o uso adequado desses conceitos. Estudantes que apenas decoram listas de definições tendem a apresentar dificuldades em aplicar tais conhecimentos em contextos escolares ou situações do cotidiano, justamente por não terem compreendido verdadeiramente seus significados.

A aula foi marcada não por uma exposição unilateral, mas por se transformar em um fórum de curiosidades genuínas, onde as perguntas dos alunos direcionaram o aprofundamento dos conteúdos, partindo de suas percepções do mundo. Um aluno, no momento de explicação dos slides, pediu permissão para falar e quis saber: “É provável que nossos ancestrais já tinham síndromes?” Todos ficaram pensativos e alguns responderam “óbvio que sim”, já outros afirmaram “claro que não, principalmente porque eles não estressavam e comiam de maneira saudável”. Foi mais uma dúvida que instigou a curiosidade de todos. O aluno está questionando a historicidade e a antiguidade das condições sindrômicas. A professora deu a resposta “sim” e completou que há muitas evidências que justificam que nossos ancestrais já apresentavam síndromes.

As síndromes cromossômicas e as malformações congênitas são uma parte intrínseca da condição biológica dos mamíferos há milhões de anos. Assim, mutações genéticas, são a base para a maioria das síndromes e não são um fenômeno moderno. A reportagem da Veja destaca que pesquisadores identificaram, pela primeira vez, casos de síndromes de Down e Turner em esqueletos de bebês que viveram há cerca de 5.000 anos. A reportagem vai além do fato científico e extrai a profunda implicação social e humana da descoberta, desmistifica a ideia de que condições genéticas eram inexistentes ou sempre tratadas com rejeição no passado (VEJA, 2024). Portanto, a identificação de síndromes cromossômicas em fósseis humanos antigos revela que a diversidade é uma parte intrínseca e antiga da história da nossa espécie.

Durante essa aula, um estudante levantou um questionamento sobre a suposta política do governo Chinês para o controle de natalidade de indivíduos com síndromes, citando o exemplo da Síndrome de Down. A informação, embora não conhecida pela docente no momento, causou indignação entre os demais alunos. A professora se comprometeu a pesquisar o tema para esclarecer a questão na próxima aula.

Na sequência, outro estudante questionou a possibilidade de reverter síndromes genéticas ainda durante a gestação, considerando os avanços tecnológicos. A indagação gerou um ‘debate’ entre a turma de aproximadamente 5 minutos, com um colega argumentando sobre a possível questão ética que essa intervenção acarretaria, ou seja, “para ele, não seria correto fazer algum

procedimento que pudesse reverter síndromes ainda na gestação, já que isso não seria uma atitude ética.’

Outro momento de grande engajamento foi quando a professora fez uma observação, ela se referiu à presença da síndrome de Klinefelter em uma figura pública muito conhecida pelo público adoléscente. A professora aproveitou o momento para promover uma breve conversa sobre os estigmas e preconceitos que pessoas com essa síndrome podem enfrentar. Uma questão surgiu de uma premissa comum: "Se um gêmeo tiver uma síndrome, o outro também terá, já que são idênticos?". Uma aluna prontamente corroborou: "Acho que sim, compartilham o mesmo DNA, não é, professora?". Em vez de dar a resposta imediata, a professora devolveu a pergunta ao grupo: "Isso é sempre verdade? Todos os gêmeos compartilham 100% do DNA?". Esse estímulo levou a turma a diferenciar entre gêmeos monozigóticos e dizigóticos. Aproveitando, a docente estruturou a resposta, explicando que a concordância depende crucialmente do tipo de gemelaridade e da etiologia da síndrome (se é cromossômica, gênica, multifatorial). O estudo de Planaz (2012) embasa essa investigação, que é um pilar da epidemiologia genética. Finalmente, conceituou uma ideia central da medicina: Portanto, a pergunta 'o outro também terá?' não tem uma única resposta e ilustra a importância do aconselhamento genético personalizado. A dúvida do aluno também mostrou pensamento probabilístico, a professora enfatizou que a medicina lida com chances e riscos, não com certezas absolutas.

Após o diálogo sobre as curiosidades, foi proposto a construção de uma nuvem de palavras, esta é uma atividade visual e coletiva o que contribuiu para a organização semântica dos conceitos e reforçou a aprendizagem por meio do compartilhamento de ideias (Fig. 2). A professora atuou como mediadora, organizando a vez dos alunos irem escrever, e destacou a importância de cada termo à medida que iam escrevendo. A proposta foi uma novidade para os alunos, os mesmos relataram que nunca tinham feito, não sabiam como fazer.

Começaram tímidos, mas em poucos minutos, muitos queriam ir ao quadro, e então foi necessário pedir canetas emprestadas. Pensavam na palavra, procuravam se já tinham escrito no quadro, iam no caderno, liam e voltavam para o registro. Escreveram palavras relacionadas à genética e a síndromes. Um momento marcante foi a contribuição de um aluno que escreveu "mutação" com a letra "m" modificada. Quando outro aluno o questionou, ele explicou que a modificação na letra foi proposital, que não estava errada, já que se trata da palavra 'mutação'. A professora reconheceu a criatividade e o parabenizou. O aluno que escreveu "M" de mutação não estava apenas escrevendo uma palavra, ele estava pensando sobre o conceito e externalizando esse pensamento de forma criativa. A ferramenta 'nuvem de palavras', ao incentivar a visualização e

a síntese, estimulou o aluno a ir além da definição.

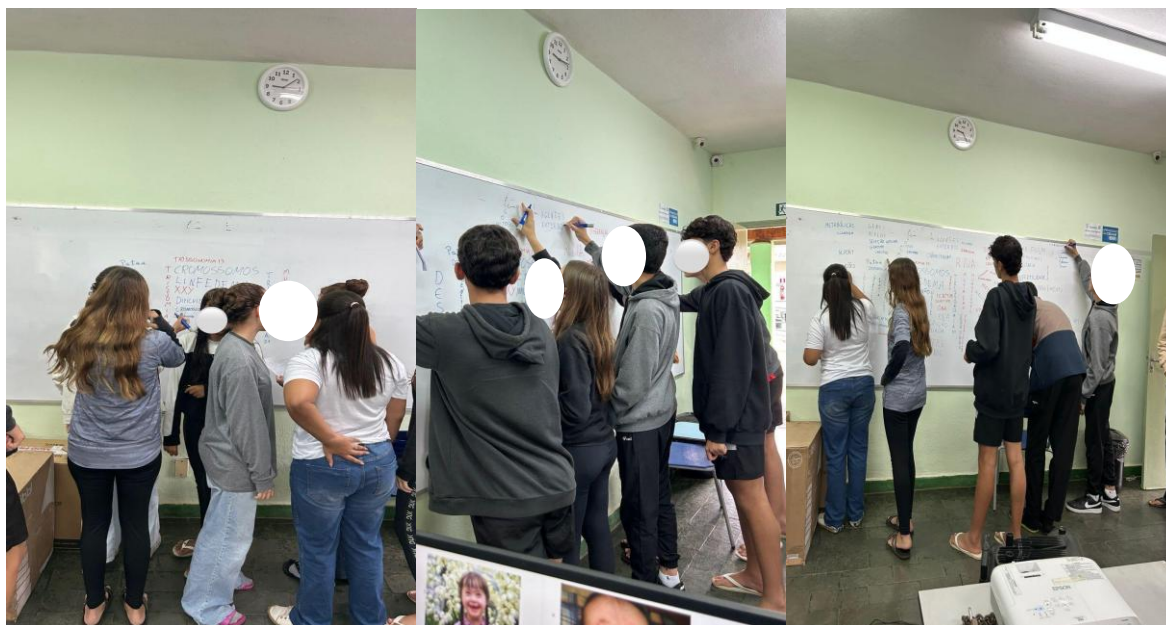
Ainda escrevendo palavras no quadro, uma aluna perguntou: “Qual foi a primeira síndrome genética descoberta?”, a professora reagiu com certa admiração pela dúvida dela, pois nem a mesma tinha certeza da resposta. A docente, valorizou a autogestão da aprendizagem e propôs: “Essa é uma excelente pergunta que eu não sei responder de imediato. Vamos pesquisar juntas?”. A docente rapidamente buscou a informação em uma fonte confiável, projetou-a para a turma e explicou a importância da descoberta da Síndrome de Down. A Síndrome de Down, foi a primeira a ser reconhecida como uma anomalia cromossômica e mudou a compreensão da genética humana (PESQUISAFAPESP, 2002). Essa atividade despertou uma curiosidade intelectual autêntica, indo além do que estava previsto.

A aula foi marcada por observações pertinentes e um ambiente de respeito mútuo, onde os alunos aguardavam a vez de escrever e enriqueceram a aula com suas próprias percepções. Essa interação produtiva demonstrou o engajamento e o sucesso da segunda aula e são resultado de uma gestão de sala de aula que priorizou a escuta e o valor das contribuições individuais.

Ao final, foi solicitado aos alunos que revisassem os conteúdos já ministrados sobre genética e síndromes pois a aula seguinte seria dedicada à aplicação de um jogo didático voltado à consolidação do aprendizado. Essa orientação teve como objetivo estimular a revisão prévia, favorecer a participação ativa e possibilitar que os estudantes se sentissem mais preparados para interagir com a dinâmica proposta.

Araújo e Gusmão (2017) apontam que as dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aprendizagem de genética estão associadas, em grande parte, à presença de termos técnicos e conceitos específicos da Biologia que, muitas vezes, não são relacionados ao cotidiano dos alunos. Os autores defendem o uso de metodologias que favoreçam a compreensão, considerando os desafios de assimilação conceitual, e destacam que a própria natureza abstrata dos conteúdos científicos contribui significativamente para as dificuldades de aprendizagem nessa área. Assim, o jogo didático 'Aventura Genética' foi projetado como uma resposta direta às dificuldades de assimilação conceitual, transformando a memorização de termos abstratos em uma atividade lúdica e interativa.

Fig 02: Alunos participando da construção da nuvem de palavras. Fonte: Acervo pessoal.



5.3 Eficácia do Jogo Didático - Aplicação do Jogo Didático.

Na aula anterior, surgiu a dúvida de um aluno acerca de uma suposta política do governo Chinês para controlar o nascimento de pessoas com síndromes. A professora realizou uma pesquisa e esclareceu a questão em sala, informando que não existem dados concretos que sustentem essa afirmação, provavelmente foi uma falácia. Não há evidências confiáveis de que o governo da China tenha implementado políticas oficiais de controle de natalidade direcionadas especificamente a pessoas com deficiência ou condições genéticas.

Essa abordagem reforçou junto aos alunos a importância de verificar a veracidade das informações antes de aceitá-las como verdadeiras, especialmente em temas sensíveis e passíveis de preconceito. O que já houve na China foi o controle de natalidade, por exemplo, a Política do filho único entre 1979 e 2015 (BBC, 2015). Esse momento foi crucial não apenas para corrigir uma informação falsa, mas para modelar como se combate a desinformação: com pesquisa, fontes confiáveis e contextualização histórica.

Diante das dificuldades em realizar saídas de campo ou experimentos – uma vez que muitas escolas carecem de laboratórios ou materiais necessários –, os jogos emergem como uma ferramenta interessante e eficaz, já que são capazes de despertar o interesse dos alunos, proporcionando-lhes uma compreensão mais concreta dos conteúdos (VIEIRA et al., 2005).

Os alunos expressaram visível surpresa ao serem informados sobre o jogo didático, uma atividade inédita para a maioria. Quando a professora os explicou, se mostraram empolgados, o entusiasmo tomou conta da turma.

A integração do lúdico no ambiente educacional surge como uma poderosa estratégia para transformar o processo de aprendizagem. Essa abordagem vai além da simples diversão, posicionando-se como uma ferramenta didática intencional e eficaz. Cunha (1988) fundamenta essa ideia ao definir o jogo pedagógico como uma ferramenta elaborada especificamente para facilitar a aprendizagem, diferenciando-se de outros materiais pela incorporação essencial do aspecto lúdico, que torna o aprendizado mais engajador e divertido.

A aula apresentou um pequeno atraso no início, aproximadamente 10 minutos, uma vez que os alunos estavam agitados devido à atividade realizada na aula anterior, na qual trabalharam na confecção de cartazes.

Outro contratempo foi o esquecimento do ‘dado’ pela professora, que precisou procurar um na escola. Um dos alunos sugeriu a utilização de um dado virtual via celular, entretanto, como o uso de celulares não é permitido em sala, essa alternativa foi descartada. Mas, na procura, foi possível encontrar um dado em uma caixa de jogos da instituição, permitindo o início da atividade.

A aula ocorreu no terceiro horário, período em que, geralmente, os alunos demonstram maior agitação devido à proximidade do intervalo. Apesar disso, a dinâmica do jogo não foi prejudicada, e os estudantes participaram ativamente. Apenas dois alunos estavam ausentes, e cada grupo foi composto por cinco integrantes, totalizando 25 alunos presentes no jogo (Fig. 03).

No início, cada equipe lançou o dado para definir a ordem de participação. Os próprios estudantes escolheram os colegas que fariam os lançamentos e também decidiram as cores que representariam seus grupos. A sequência estabelecida foi: equipe roxa, vermelha, azul, verde e amarela.

O engajamento foi notável, com a ausência de conversas paralelas. Isso demonstra que a dinâmica competitiva e lúdica foi eficaz em capturar e manter o foco dos alunos, canalizando a energia naturalmente para a atividade proposta. Mesmo as equipes adversárias, que tentavam prever as respostas, autocontrolavam-se para não falar em voz alta, o que indica uma clara internalização das regras e um entendimento do espírito de competição saudável que o jogo propunha.

Um aspecto estratégico notado foi a preferência generalizada das equipes por arriscar e perder 8 pontos, em vez de optar pela segurança de ganhar 10 pontos com as dicas. Isso sugere que o aspecto desafiador e a vontade de vencer foram mais motivadores do que a simples acumulação de pontos. Internamente, os grupos vivenciaram processos democráticos de debate, onde opiniões divergentes eram apresentadas e, através do consenso, uma resposta coletiva era construída. Durante o jogo, observou-se um processo ativo de construção de conhecimento.

Um grupo, ao responder sobre a Síndrome de Down, não se limitou a falar apenas o nome, acrescentou que é uma Trissomia do Cromossomo 21. Outra aluna, ao responder uma carta com as dicas cuja resposta era Síndrome de Turner, acrescentou que essa síndrome também é conhecida como ‘Síndrome do X Frágil’. O comentário da aluna, embora contenha uma confusão terminológica (Síndrome do X Frágil é uma condição diferente da Síndrome de Turner), é um erro produtivo, pois demonstra um esforço genuíno de conexão e a professora esclareceu a diferença entre as duas síndromes.

Foram realizadas 25 perguntas, todas dentro do tempo estipulado (1 minuto por questão). Nenhuma equipe optou por utilizar as quatro dicas disponíveis em uma única carta. As respostas eram discutidas internamente nos grupos, sendo posteriormente anunciadas por um representante em voz alta. Algumas cartas apresentavam dicas repetidas, o que exigiu maior atenção dos alunos durante a escuta. No decorrer das rodadas do jogo, as respostas tornaram-se mais rápidas e assertivas, indicando evolução do raciocínio e assimilação do conteúdo.

A pesquisadora notou que se a dica tinha a expressão: “é uma trissomia”, alguns alunos pensaram criticamente que poderia ser tanto a Síndrome de Down, a de Edwards ou a de Patau, e optaram por não falar a resposta quando essa dica era a primeira da carta. Ao estudar as síndromes humanas, os alunos não podem se concentrar apenas em características visíveis, como a altura ou formato dos olhos para diferenciá-las, e essa informação foi falada em aulas anteriores.

A equipe vencedora, representada pela cor azul, somou 92 pontos. O grupo acertou quatro perguntas na primeira dica (totalizando 100 pontos), porém errou uma resposta, o que resultou na subtração de 8 pontos. A segunda colocada, equipe amarela, alcançou 72 pontos, acertando duas questões de 25, uma de 20 e outra de 15 pontos, além de errar uma resposta. Em terceiro lugar, a equipe verde obteve 52 pontos, após acertar três questões de 20 pontos cada e errar uma. As equipes roxa e vermelha terminaram com pontuação negativa -12 pontos, pois erraram quatro questões e acertaram apenas uma de 20 pontos. Foi notado que os integrantes desses grupos não haviam estudado previamente, o que os levou a respostas precipitadas. Assim, a aleatoriedade do dado não foi equilibrada pela estratégia de pontuação, as equipes que começaram com o maior número foram as que obtiveram menor pontuação final. O sistema de pontuação, perder 8 pontos, não foi muito punitivo e nem prejudicou o clima, os alunos aceitaram e respeitaram as regras.

A utilização de metodologias ativas de ensino favorece a interação entre os estudantes ao promover espaços para as trocas de ideias e discussões, superando a lógica individualizante frequentemente presente nas aulas expositivas tradicionais (ANASTASIOU; ALVES, 2004). O jogo propiciou a interação entre os integrantes do grupo, percebeu-se uma intensa troca de informações entre os colegas.

Os alunos demonstraram um comportamento exemplar. Ao final da aula, a professora fez questão de parabenizá-los pelo comportamento e conduta e os elogios elevaram o senso de importância dos estudantes. Alguns alunos chegaram a perguntar quando será o próximo jogo, o que evidencia a aceitação positiva de todas as estratégias didáticas utilizadas. Não houve apenas entusiasmo dos alunos, mas efetiva construção de conhecimento, já que o mero entusiasmo não levaria os alunos a fazerem perguntas criativas. As dúvidas demonstram que eles estavam conectando o conteúdo aprendido a novos contextos e questões sociais, um indicador claro de aprendizagem significativa.

Como forma de incentivo, a equipe vencedora recebeu dois pontos extras na disciplina de Biologia, além de dois bombons por integrante. Essa bonificação não prejudicou os demais alunos, mas serviu como estímulo para aqueles que se destacaram na atividade.

Fig 03: Alunos organizando a sala para iniciar o jogo. Fonte: Acervo pessoal.



5.4 Consolidação Final da Aprendizagem

As aulas expositivas e dialogadas toram essenciais para introduzir os conceitos de genética e das síndromes cromossômicas humanas. Notou-se que o contato prévio dos alunos com pessoas portadoras de síndromes era limitado, tanto no ambiente escolar quanto fora dele. Embora todos os alunos já tivessem ouvido falar da Síndrome de Down, poucos conheciam alguém com a condição. Já as síndromes de Edwards, Turner e Klinefelter eram desconhecidas pela grande maioria, evidenciando a necessidade de abordar esses temas.

Após a aplicação do jogo, foi administrado um questionário diagnóstico (APÊNDICE 7) com o objetivo de verificar e avaliar a consolidação da aprendizagem. Optou-se pelo formato dissertativo justamente por permitir que cada estudante expressasse sua opinião de maneira mais detalhada e satisfatória, fornecendo elementos qualitativos relevantes para a análise do

engajamento e da receptividade da proposta pedagógica. Uma aluna demonstrou preocupação porque entendeu que seria a realização de uma prova e a mesma não tinha estudado. A professora explicou que se tratava de um questionário pós aulas, assim como a turma tinha feito um antes das aulas. A opção pela nomenclatura "questionário diagnóstico" em detrimento de "prova" não foi uma mera escolha semântica, mas uma decisão metodológica que reflete a natureza e os objetivos desta pesquisa. Enquanto os dois termos se referem a instrumentos de coleta de dados, eles carregam concepções, finalidades e impactos psicológicos distintos.

Na primeira pergunta, os conceitos de genética que muitos alunos relataram aprender com o jogo foram: características das síndromes, alterações cromossômicas, trissomias e monossomia. Apenas 3 alunos não responderam essa questão, mas como responderam as outras, pode ser por falta de atenção ou porque optaram por não respondê-la. O fato de a grande maioria (22 de 25) ter conseguido articular esses conceitos de forma espontânea em uma pergunta discursiva é uma forte evidência do sucesso do jogo como ferramenta de aprendizagem.

Fig 04: Imagens da turma respondendo ao questionário diagnóstico pós aulas. Fonte: Acervo pessoal.



A segunda pergunta foi elaborada justamente para analisar se o jogo ajudou na compreensão sobre as alterações cromossômicas. A grande maioria, 21/24 que justificaram reconheceu claramente a eficácia do jogo. Dos 25 alunos, 1 optou por não responder, e pode ser um lapso, e 1 respondeu negativamente sem justificar, o que pode indicar desconexão com a pergunta ou dificuldade de autorreflexão. Dois alunos disseram ‘um pouco’, e justificaram que “já sabiam sobre as síndromes” e aproveitaram para tecer alguns elogios à prática pedagógica. Para alguns, ‘o jogo ajudou na melhor compreensão das características de cada síndrome’, outros responderam que ‘ajudou sobre detalhes específicos da síndrome’; “ajudou a entender que mudanças nos cromossomos podem causar síndromes” dentre outras justificativas.

As respostas da terceira questão, aproximadamente 12% dos alunos (3) mencionaram que as regras iniciais foram um pouco confusas e que precisariam de uma rodada de teste para compreendê-las plenamente. É um percentual comum e esperado em qualquer atividade nova, essas respostas não invalidam o sucesso, mas apontam uma direção para otimização. Dentre as respostas que mais chamaram a atenção, destacou-se a de alguns alunos que relataram que o mais difícil foi responder sob pressão, “tentar adivinhar qual era a síndrome com o menor número de dicas, enquanto todos aguardavam pela resposta, prontos para comemorar caso estivesse errada”. Muitos alunos relataram que estes foram os aspectos mais desafiadores do jogo. Respostas assim comprovam que o jogo funcionou, os alunos estavam totalmente imersos, eles se importavam com o resultado e estavam cognitivamente envolvidos na tarefa de dedução. A "pressão" era, na verdade, engajamento, ou seja, a 'pressão' não era a do medo da avaliação formal, mas a tensão lúdica intrínseca a uma competição saudável.

A quarta questão investigou se a experiência despertou nos participantes o interesse em ampliar seus conhecimentos sobre genética além dos conteúdos trabalhados. Os resultados foram significativamente positivos. A grande maioria dos alunos, 92% do total (23 estudantes), demonstrou curiosidade e vontade de aprender mais sobre o tema.

A análise qualitativa das justificativas revelou que o jogo atuou como um catalisador para a curiosidade científica, fazendo emergir questionamentos complexos e multidisciplinares. A atividade, portanto, não 'encerrou' o tema, mas abriu 'portas' para novas investigações. Os interesses manifestados dividiram-se em três eixos principais: ampliação temática: mencionaram interesse em tópicos como clonagem e engenharia genética; profundidade no assunto: demonstraram vontade de conhecer síndromes genéticas mais raras, além daquelas apresentadas no jogo; aspectos sociocientíficos: alunos expressaram interesse não apenas nas causas biológicas, mas também nas implicações humanas das síndromes, questionando sobre os tratamentos disponíveis e os desafios de socialização enfrentados pelos indivíduos.

Este último ponto evidencia que a atividade foi bem-sucedida em ir além da memorização de características fenotípicas, promovendo uma reflexão sobre a vida real das pessoas com condições genéticas, fomentando a empatia. A minoria que respondeu negativamente (8%, correspondente a 2 alunos) não elaborou suas razões, ficando restrita a um "não". Os alunos deixaram de ver a síndrome como uma definição total da pessoa.

Através do questionário aplicado, foi possível observar que apenas 4 alunos, representando 16% da turma, não atribuíram a nota máxima (5) à questão que avaliava a experiência com o jogo — sendo 1 o nível mais baixo de satisfação e 5 o mais alto. Esses alunos justificaram a nota inferior com o fato de não serem da equipe vencedora, ou seja, demonstra que o jogo era tão envolvente

que a "derrota" foi sentida. Um índice de 84% de satisfação máxima (nota 5) é ótimo no contexto educacional. É um indicador forte de que a atividade superou as expectativas e foi significativa para a grande maioria.

Durante a aula, alguns alunos espontaneamente compartilharam as semelhanças e diferenças que puderam notar estudando as síndromes. Quanto às semelhanças, citaram como exemplo comum: a baixa estatura e os problemas cardíacos. Já quanto às diferenças, o que chamou a atenção dos estudantes foi a diferença na expectativa de vida entre as síndromes, como exemplo, foi mencionada a diferença entre a síndrome de Patau e a de Down. Alunos desinteressados não teriam curiosidades, não teriam absorvido a mensagem de forma profunda. O resultado é um forte indicador de que a turma estava engajada com o tema.

Um aluno quis compartilhar que em casa teve o interesse em saber se os animais também podem apresentar síndromes genéticas e pesquisou, e até pediu à professora para pesquisar e projetar no datashow para toda a turma ver imagens de animais com síndromes. O pedido do aluno foi realizado no final da aula, e isso enriqueceu ainda mais a aula.

Quase em sequência, outro aluno levantou uma questão profundamente social e inclusiva: “É possível uma pessoa com Síndrome de Down frequentar a universidade?”. Este questionamento permitiu um diálogo valioso sobre potencial humano, aprendizagem em ritmos individuais e a necessidade de apoio pedagógico e adaptações, culminando na reflexão de que é crucial nunca limitar as expectativas sobre o que uma pessoa pode alcançar.

Diante do compartilhamento de informações, a professora acrescentou informações, corrigiu equívocos e aprofundou o entendimento, garantiu a participação ativa de todos e a construção compartilhada do conhecimento. Também aproveitou a oportunidade para refletir com os alunos sobre o uso responsável da tecnologia. Enfatizou a importância de não confiar sempre nas imagens encontradas na internet, já que muitas são editadas podendo ser montagens muito realistas. Reforçou, ainda, que existem inúmeras síndromes genéticas, e que conhecer detalhadamente todas as suas características é uma tarefa complexa e, muitas vezes, inviável. O professor não é detentor de todo o conhecimento.

Durante a atividade, um aluno fez um comentário bastante significativo: “Eu achava que quem tem Síndrome de Down não podia estudar, mas agora vi que isso não é verdade.” Esse registro evidencia como, antes da intervenção, havia concepções equivocadas e excludentes em relação às pessoas com síndrome. No entanto, a fala demonstra também que, a partir do debate em sala, o estudante foi capaz de ressignificar sua visão, reconhecendo a capacidade de aprendizagem e o direito à educação de todos. Tal momento reflete o impacto positivo da prática pedagógica,

não apenas no domínio conceitual da genética, mas sobretudo na formação de valores inclusivos e no combate a preconceitos ainda presentes no senso comum.

A professora ficou visivelmente satisfeita com o empenho da turma. No feedback oral, os alunos manifestaram entusiasmo, utilizando expressões como 'gostei bastante' e considerando 'tudo muito legal', diversos alunos manifestaram que gostaram bastante das aulas, que aprenderam novas informações. Foi possível notar que as aulas contemplaram diferentes perfis de alunos, ou seja, desde os mais tímidos até os mais participativos. Assim, o lúdico ajudou a integrar os alunos que normalmente participam menos.

Ouvir os comentários dos alunos, observar suas reações, perceber suas dificuldades e facilidades foram elementos que enriqueceram a prática pedagógica e reafirmaram a importância da presença ativa e constante da professora em sala de aula. A dinâmica adotada transformou a aprendizagem passiva em uma experiência ativa. Muitas dúvidas curiosas dos alunos deixaram os momentos ainda mais marcante, demonstrando que os objetivos secundários de estimular a curiosidade e a reflexão crítica e promover o diálogo foram alcançados.

O feedback dos alunos vai além das medidas de desempenho acadêmico, capturando as percepções sobre a realização da tarefa, seus níveis de engajamento, a clareza das instruções e os pontos de dificuldades. Coletar sistematicamente as opiniões por meio de questionários ou entrevistas breves permite que os educadores refinem suas práticas, identifiquem as partes mais importantes do projeto e ajustem futuras interações para maximizar a aprendizagem e a motivação dos alunos (BARKLEY; MAJOR, 2020).

A maioria dos alunos tendem a ser sinceros ao responder questionários diagnósticos, principalmente quando percebem que suas respostas serão utilizadas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e não para julgamento ou avaliação individual. A discente notou que quando o tema é significativo para os alunos, eles tendem a se envolver mais e a responder com mais seriedade. Assim, os alunos tendem a ser sinceros, especialmente se o ambiente for propício e os objetivos forem bem comunicados. No questionário pós- aulas, ao optar por questões dissertativas a professora buscou valorizar a vivência única de cada aluno, permitindo que suas realidades emergissem naturalmente

Como último pedido feito pela professora, foi solicitado a confecção individual de um infográfico. Inicialmente, o termo gerou confusão, não sabiam o que seria para fazer, foi necessário a explicação de que se tratava de uma representação visual de informações, que pode combinar elementos gráficos, como imagens, ícones e texto para facilitar a compreensão. A próxima aula seria em dois dias, mas os alunos se prontificaram em entregar a atividade, visto que não tinham muitas atividades escolares para serem feitas. Uma aluna, inclusive, pediu uma foto da 'nuvem de

palavras' feita pelos alunos, ou seja, percebeu a importância de usar "termos-chave" para o infográfico.

Por fim, a análise valorizou a colaboração, o respeito mútuo e a participação equitativa das equipes, considerando falas, atitudes e interações que evidenciassem compreensão crítica e sensível sobre os temas abordados.

5.5 Análise dos Infográficos

A produção dos infográficos (Figura 13) representou o momento de síntese do conhecimento construído. Uma análise do conjunto dos trabalhos revelou que existiu uma hierarquia visual, os títulos e pontos-chave foram fáceis de identificar, já que os alunos usaram o recurso do uso de fontes maiores, negrito e cores variadas que ajudaram a guiar o olhar do leitor, ou seja, ajudaram a categorizar informações e não foram puramente para uso decorativo. Os fatos apresentados estavam corretos. Gráficos de pizza e também de barras foram escolhidos pelos alunos, foram usados de forma eficaz para representar informações estatísticas, como a frequência de certos sintomas ou a idade de diagnóstico. Gráficos foram mais recorrentes para as síndromes de Down, Patau e Turner.

Nem todos os infográficos tiveram uma boa caligrafia, já que foi pedido a confecção do manuscrito, alguns alunos não tiveram cuidado em fazer uma caligrafia legível. Poucos foram os infográficos com excesso ou escassez de dados. Alguns infográficos tiveram informações comprimidas, com escrita pequena ou sem espaçamento adequado, o que prejudica a compreensão.

Poucos trabalhos citaram fontes confiáveis, e isso chamou atenção da pesquisadora que vai incentivar ainda mais o uso de referências, o que reforça a prática de pesquisa científica, esse é um ponto para trabalhar em futuras intervenções, educação midiática. Alguns trabalhos estavam com erros de ortografia e concordância, uma revisão textual antes da finalização ajudaria na correção linguística.

Diferentes representações (numéricas, visuais, esquemáticas, textuais) revelam que os alunos compreenderam que o mesmo conhecimento pode ser traduzido em linguagens variadas, ampliando sua compreensão e capacidade de explicar. Quando colocados lado a lado, os infográficos evidenciaram como cada aluno contribuiu com uma forma única de ver e organizar o conhecimento, fortalecendo a aprendizagem.

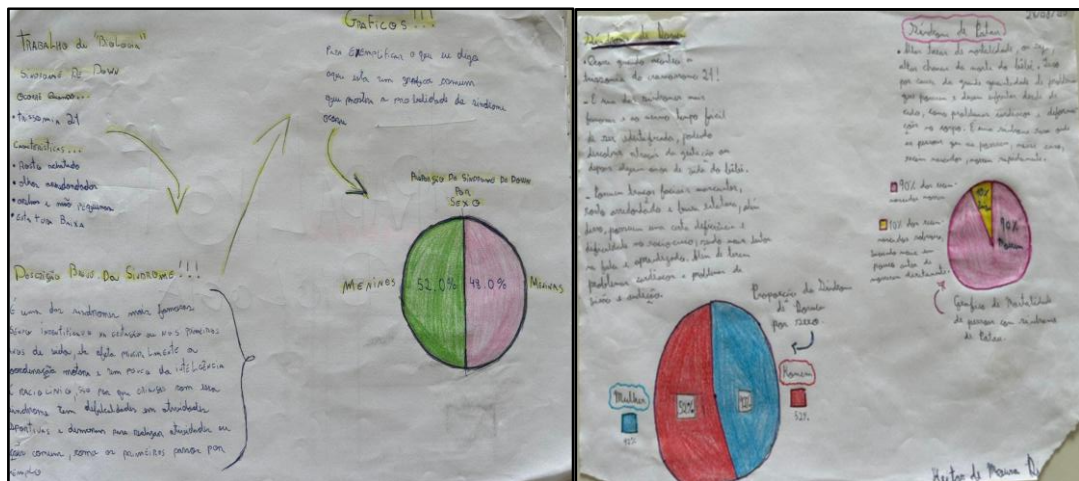
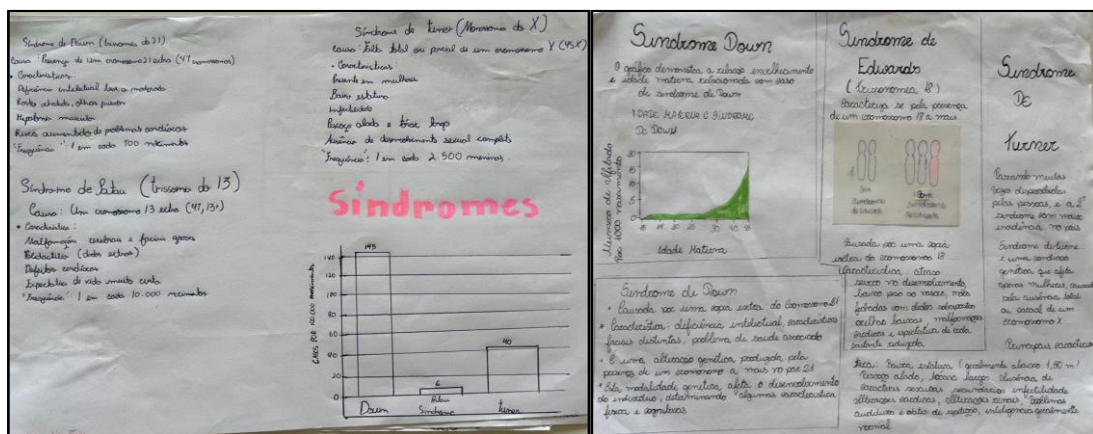
A geração atual de alunos, que cresceu imersa em redes sociais como Instagram, TikTok e YouTube, está acostumada a processar informações de forma visual e rápida. Infográficos se encaixam perfeitamente nesse modelo, pois traduzem dados e conceitos complexos em gráficos,

ícones e imagens fáceis de entender. Para esses alunos, um infográfico é uma forma natural de comunicação e aprendizado, muito mais intuitiva que um longo texto. O infográfico é uma boa conexão entre o mundo digital dos alunos e as demandas acadêmicas, já que usa a linguagem que eles já dominam (a visual) para desenvolver habilidades essenciais como síntese, organização e comunicação.

A produção manual evidenciou esforço individual e criatividade. Alguns trabalhos têm ícones como fita verde, DNA desenhado, e símbolos cromossômicos, que reforçam o tema. A maioria dos trabalhos seguiu uma estrutura clara, um certo “padrão” onde consta: nome da síndrome, causa genética e frequência/estatísticas. Assim, observou-se que a maioria dos alunos tiveram comprometimento, se dedicaram tanto na pesquisa quanto na organização das informações científicas.

Os trabalhos apresentaram criatividade e uso adequado de recursos gráficos. Revelou que os estudantes foram capazes de articular conhecimento com comunicação acessível. Tal resultado reforça a importância de metodologias ativas, como a produção de materiais visuais, para estimular o protagonismo dos alunos. Observou-se, ainda, que os estudantes perceberam o jogo didático como uma ferramenta promotora de incentivo e interação, favorecendo uma maior participação nas aulas.

Fig 5 : Infográfico produzido pelos alunos.



A proposta desse projeto, quando comparado um jogo de perguntas e respostas simples, (estilo quiz) mostra-se algumas vantagens como pode ser visualizada no seguinte quadro comparativo:

Quadro comparativo entre o Jogo: “Aventura Genética: Desvendando as Alterações” e um ‘Quiz simples’.

Aspectos	Quiz Simples (Perguntas e Respostas)	Jogo “Aventura Genética: Desvendando as Alterações”
Engajamento	Participação limitada, pode gerar desmotivação após algumas rodadas.	Uso de cartas, dados, cores e pontuação variável promove entusiasmo e competição saudável.
Raciocínio	Focado apenas na memória imediata e rapidez na resposta.	Pistas progressivas exigem inferência, interpretação e tomada de decisão em grupo.
Aprendizagem	Estudantes em postura passiva (responder ou não).	Protagonismo do aluno: lançar dado, discutir estratégias, negociar respostas.
Contexto pedagógico	Geralmente desvinculado do currículo formal.	Planejado conforme a BNCC e o Currículo de Minas Gerais, integrando ciência, ética e cidadania.
Trabalho em equipe	Pouco colaborativo, geralmente respostas individuais.	Estimula cooperação, diálogo e construção coletiva do conhecimento.
Avaliação	Baseada apenas em acertos e erros.	Observação qualitativa da participação + infográficos finais, ampliando a avaliação.
Motivação	Interesse pode cair rapidamente.	Estimula curiosidade, criatividade e mantém o interesse até o final.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a intervenção pedagógica por meio do jogo foi eficaz em superar a carência inicialmente diagnosticada. Enquanto, no pré-teste, 60% dos alunos revelavam uma compreensão superficial, incapazes de explicar a diferença entre alterações numéricas e estruturais, o pós-teste evidenciou uma notável precisão conceitual e uso adequado da terminologia específica. O jogo permitiu que eles construíssem o conhecimento de forma gradual e significativa, algo que métodos convencionais não alcançam com a mesma efetividade.

O uso do jogo “Aventura Genética: Desvendando as Alterações” representou uma estratégia inovadora de consolidação dos conteúdos relacionados às síndromes cromossômicas. Através de uma abordagem lúdica, os alunos demonstraram cooperação entre pares e

aprofundamento dos conceitos trabalhados, evidenciando o potencial das metodologias ativas no ensino de Biologia. Durante a revisão das cartas, os alunos também conseguiram extrapolar os exemplos do jogo para contextos não trabalhados explicitamente (como questionar se animais também têm síndromes).

O jogo didático contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e competências socioemocionais relevantes, que não são passíveis de mensuração por meio dos testes aplicados aos estudantes. Assim, a aplicação do jogo evidenciou o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, interpretação de informações, pensamento crítico e cooperação entre pares, além de reforçar de maneira lúdica os principais conceitos genéticos estudados. Ao exigirem o cumprimento de normas, os jogos contribuem para que os estudantes aprendam a aceitar condições previamente estabelecidas e a valorizar regras de convivência, tanto no ambiente escolar quanto em situações do cotidiano. Por fim, ao transcender o conteúdo biológico, promoveu a desconstrução de estigmas e o desenvolvimento da empatia, cumprindo assim um papel fundamental na formação cidadã dos estudantes.

As aulas possibilitaram aos alunos o acesso a conhecimentos sobre síndromes cromossômicas até então desconhecidos por muitos. Embora nesta turma não houvesse alunos com deficiência declarada, o jogo foi planejado com potencial de adaptação: regras flexíveis: o sistema de dicas em ordem crescente de complexidade permite que alunos com diferentes ritmos de aprendizagem participem em igualdade; estímulo multimodal: as cartas combinam texto e diferentes cores; trabalho em grupo: a colaboração permite que alunos com dificuldades sejam auxiliados pelos pares, reduzindo a ansiedade e promovendo inclusão e o tempo de resposta ajustável: a ampulheta de 1 minuto pode ser estendida caso necessário, sem prejudicar a dinâmica.

Embora a experiência tenha alcançado resultados expressivos, alguns desafios evidenciaram oportunidades de aprimoramento para aplicações futuras. Uma possibilidade enriquecedora consiste em assistir um depoimento de uma pessoa com síndrome — ou de um familiar — como elemento introdutório da atividade. Essa estratégia amplia a compreensão dos estudantes ao conectar o conteúdo genético às dimensões humanas, sociais e afetivas envolvidas. Após o depoimento, uma roda de conversa pode ser organizada para promover reflexões críticas, permitindo que os alunos discutam tanto os fundamentos biológicos quanto as vivências, os direitos e os desafios enfrentados pelas pessoas com síndromes. Assim, o aspecto humano e social das síndromes poderia ter sido um objetivo de aprendizagem mais explícito e trabalhado de forma mais profunda. Alunos foram premiados com pontos extras, recomenda-se repensar essa estratégia, optando por premiações simbólicas (certificados, medalhas) que não interfiram no sistema formal de notas. No questionário pós-aula (Apêndice 7) para fortalecer a análise da

‘aprendizagem significativa’, seria válido incluir questões de múltipla escolha idênticas ou muito similares às do pré-teste, isso permitiria uma comparação quantitativa direta e objetiva da evolução da compreensão, complementando a riqueza dos dados qualitativos.

A prática realizada, também poderia ter sido ampliada a partir de um trabalho interdisciplinar. A elaboração dos infográficos, por exemplo, poderia ter sido articulada com a disciplina de Língua Portuguesa, no desenvolvimento da clareza e objetividade textual; com Artes, no aprimoramento estético e visual dos materiais produzidos; e até mesmo com História ou Sociologia, no aprofundamento de aspectos sociais e históricos relacionados às síndromes genéticas. A integração entre áreas teria potencial para tornar o processo ainda mais enriquecedor, valorizando a construção coletiva do conhecimento e favorecendo uma aprendizagem mais significativa.

Estudos futuros também podem aplicar o mesmo jogo em um número maior de alunos nas turmas e utilizar um método quasi-experimental - com grupo controle (aula tradicional) para isolar e mensurar com mais precisão o impacto do jogo na aprendizagem. Em escolas com turmas maiores ou infraestrutura precária, as adaptações são viáveis.

Para complementar o trabalho e torná-lo ainda mais eficaz, outras metodologias e recursos podem ser incorporados, os alunos poderiam confeccionar produção de histórias em quadrinhos, poderiam também escrever uma redação de textos argumentativos ou dissertativos sobre ética, inclusão e direitos das pessoas com síndromes. A sala de aula invertida também pode se adequar a esse projeto, vídeos podem ser disponibilizados ou textos sobre o tema antes da aula para aprofundar discussões presenciais.

Apesar de o trabalho ter se concentrado no ensino de síndromes cromossômicas por meio da aplicação de um jogo didático, reconhece-se que não foram abordadas, de forma mais aprofundada, as relações entre os avanços nos estudos da genética e o desenvolvimento de novas tecnologias. Esse aspecto poderia enriquecer a discussão, uma vez que permite aos alunos compreenderem como as descobertas científicas impactam diretamente a sociedade, seja na área da saúde, da biotecnologia ou mesmo em práticas do cotidiano. Dessa forma, incluir esse eixo temático em futuras propostas didáticas poderia ampliar a visão dos estudantes sobre a relevância da genética e despertar maior interesse pela ciência.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. C.; SOUZA, F. A. P. Estratégias didáticas para o ensino de síndromes genéticas no ensino médio. **Revista Ensino em Foco**, São Luís, v. 7, n. 1, p. 110–119, 2020.

ALVES, A. P. DE S. **Uso de jogo didático como ferramenta facilitadora para o ensino de biologia**. 2023. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Processos de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed., 2. tiragem. Joinville, SC: UNIVILLE, 2014.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: Encontro Internacional De Formação De Professores, 10., 2017. **Anais [...]** [Local do Encontro, se conhecido]. [Editora, se houver], 2017. p. [Página inicial e final, se disponíveis]. ISSN: 2179-0663.

ARAÚJO, M. L.; MATOS, R. F. Dificuldades vivenciadas no estudo da Genética e associação do conhecimento com o cotidiano. **Revista Insignare Scientia – RIS**, Brasil, v. 7, n. 1, p. 491–511, 2024.

BARBOSA, M. J.; NASCIMENTO, E. P. **Formação docente e os desafios no ensino de síndromes genéticas**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências Biológicas*, v. 14, n. 2, p. 95-110, 2021.

BBC NEWS BRASIL. **Por que a política do filho único virou uma bomba demográfica na China**. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/10/151029_china_bomba_demografica_cc_151029_china_bomba_demografica_cc. Acesso: 14 ago 2025.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Coleção de Ciências da Educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BRASIL ESCOLA. **Aberrações Cromossômicas: Numéricas e Estruturais**. [São Paulo]: UOL, [2025?]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/aberracoes-cromossomicas.htm>. Acesso em: 05 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC: SEMTEC, 2000. 110 p.

BARKLEY, E. F.; MAJOR, C. H. **Técnicas de Aprendizagem Ativa: Um Manual para o Ensino Superior**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2020. 268 p.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

CABRAL, M. L. et al. Revisão Bibliográfica Sobre O Uso De Jogos Didáticos No Ensino De Genética. In: CONGRESSO DE GENÉTICA DO CENTRO-OESTE, [Edição, se conhecida]. 2025. **Anais [...]**. [Local do Congresso, se conhecido]: Even3, 2025. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/vicgco/1208296-revisao-bibliografica-sobre-o-uso-de-jogos-didaticos-no-ensino-de-genetica/>. Acesso em: 22 out. 2025.

CAMPOS, C. K. P. et al. Exames de paternidade pelo DNA: uma metodologia para ensino da genética molecular. **Genética na Escola**, v. 5, n. 2, p. 7-13, 2010.

CARABETTA, V. J. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 111-127, jul./dez. 2010.

COSTA, E. H.; LIMA, D. V. A abordagem das síndromes genéticas no Ensino Médio: possibilidades didáticas e desafios conceituais. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 7, n. 1, p. 89-101, 2021.

CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE, 1988.

EVANGRAÍ. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre: UFRGS/SEAD, [2024?]. Disponível em: http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Teorias_de_Aprendizagem.pdf. Acesso em: 24 jul. 2024.

FERNANDES, L. L.; SILVA, F. C. O Ensino de Genética no Ensino Médio: Análise das Dificuldades e Propostas Didáticas. **Ciência & Educação, Bauru**, v. 18, n. 1, p. 151-164, 2012.

FONTURA, M. T. S. et al. Aplicabilidade de jogos educativos com alunos do segundo segmento do ensino fundamental do instituto de aplicação Fernando Rodrigues da Silveira. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Florianópolis. **Anais [...]**, p. 1-6, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 3. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2009.

GENÉTICA MÉDICA. **Saiba sobre as principais e mais recorrentes síndromes cromossômicas na população**. Campinas, SP.: Disponível em: https://www.geneticamedica.com.br/site/documento_341_0__7.-saiba-sobre-as-principais-e-mais-recorrentessindromes-cromossomicas-na-populacao-.html. Acesso em: 5 ago. 2025.

GOMES, A. S. et al. Síndromes cromossômicas em uma nova perspectiva de aprendizagem. **Genética na Escola**, v. 2, n. 1, p. 20-22, 2011.

GONÇALVES, L. Z.; SCHENKEL, S. P.; KAPPEL, V. Aspectos genéticos do envelhecimento e doenças associadas: uma complexa rede de interações entre genes e ambiente. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 9-20, dez. 2005.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. **Introdução à genética**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HAPVIDA. **10 doenças raras em recém-nascidos**. [S. l.]: Hapvida, [2025?]. Disponível em: <https://www.gndi.com.br/blog-da-saude/10-doencas-raras-em-recem-nascidos>. Acesso em: 23 out. 2025.

HERMANN, F. B.; ARAÚJO, M. C. P. Os Jogos Didáticos No Ensino De Genética Como Estratégias Partilhadas Nos Artigos Da Revista Genética Na Escola. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO-SUL), 6., 2013, Sul. **Anais...** [S. l.]: EREBIO-SUL, 2013.

HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. **Conheça os 7 principais testes genéticos e para quais casos eles servem**. Vida Saudável, 16 jan. 2025. Disponível em: <https://vidasaudavel.einstein.br/conheca-os-7-principais-testes-geneticos-e-para-quais-casos-eles-servem/>. Acesso em: 05 ago. 2025

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: O Jogo Como Elemento Da Cultura**. São Paulo: Editora Perspectiva / EDUSP, 5ª edição, 2004.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2020). Relatório Pedagógico do ENEM 2019. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br>. Acesso: 06 set 2025.

JUSTINIANO, S. C. B.; MORONI, R. B.; MORONI, F. T.; SANTOS, J. M. M. Genética: revisando e fixando conceitos. **Genética na Escola**, n.1, v.2, p. 51-53, 2006.

KISHIMOTO, T. M et al. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1999.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4 edição. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2016.

KRASILCHICK, M. **Reformas e realidades: o curso do ensino de ciências**. São Paulo em perspectiva. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LAGUNA, G. G. C.; MARQUES, C. R. Ensino de genética humana: novas abordagens para sensibilização de estudantes no contexto das síndromes genéticas. **Revista Genética na Escola**. [S. l.], v. 17, n. 1, 2022.

LOPES, S. M. C. Genetics Education in High School: challenges and new perspectives for quality of learning. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2023.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; DA SILVA LORETO, E. L. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, [S. l.], v. 20, n. 2, 2018.

MAIA, C. R.; CARDOSO, M. H. C. A. Síndromes genéticas: aspectos clínicos e implicações educacionais. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 27, n. 52, p. 603–618, 2014.

MALAFIA, G.; RODRIGUES, A.S.L. **Uma reflexão sobre o ensino de Ciências no nível fundamental da educação**. *Ciência & Ensino*, Campinas, Brasil, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2008.

MENDES, E. G. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. São Paulo: Moderna, 2006.

MENEZES, A. P.; ROCHA, F. A. O ensino de síndromes genéticas como ferramenta interdisciplinar na Educação Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 45-56, 2021.

MESQUITA, K. M. V; CARDOSO, J. B; VIGARIO, A. F. **O uso de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de biologia**. In: II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores. 2019, [S. l.]. **Anais...** [S. l.]: CECIFOP, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1544>. Acesso em: 30 jul. 2025.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência Hoje**, [S. l.], v. 28, n. 168, p. 64-66, 2001.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MONTELES, T. F. **Ensino e aprendizagem de genética para o ensino médio**: um estudo comparativo entre uma aula tradicional e gamificada. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal do Amapá, Laranjal do Jari, AP, 2023.

MORAES, L. P. ; CUNHA, R. M. ; OLIVEIRA, C. A. O ensino de síndromes genéticas no Ensino Médio: uma abordagem interdisciplinar. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 31-41, 2017.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

MORATORI, P. B. **Por Que Utilizar Jogos Educativos No Processo De Ensino Aprendizagem?** 2003. Monografia (Especialização em Mestrado de Informática aplicada à Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: http://www.nce.ufrj.br/ensino/posgraduacao/strictosensu/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2003/t_2003_patrick_barbosa_moratori.pdf. Acesso em: 16 jul. 2025.

NEVES, B. F.; ALBUQUERQUE, F. L.; YAMAGUCHI, K. K.D.L. Jogos lúdicos como ferramenta avaliativa no ensino de Ciências. **Revista Profissão Docente**, v. 20, n. 45, p. 01 – 13, 2024.

O GLOBO. **Síndrome de Down: a expectativa de vida cresceu 400% em apenas duas gerações**. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/medicina/noticia/2025/03/21/sindrome-de-down-expectativa-de-vida-cresceu-400percent-em-apenas-duas-geracoes.ghtml>. Acesso em: 23 de out. 2025.

OLIVEIRA, R. M.; MARTINS, D. L. Jogos didáticos no ensino de genética: uma experiência com estudantes do ensino médio. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 38, p. 109–121, 2021.

OMS. Organização Mundial da Saúde (OMS), **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - CID-11**, 2019. Disponível em: <https://icd.who.int>. Acesso: 26 ago 2025.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. [S. l.]: EPU, 2011. v. 2.

PAIVA, M. R. F. et al. **Metodologias ativas de ensino aprendizagem: revisão integrativa**.

SANARE, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun./dez. 2016.

PESQUISAFAPESP. **O primeiro mapa de Down**. São Paulo, 2002. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-primeiro-mapa-de-down/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

PLANTAZ, D. **Genética Médica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

REINHOLD, M. T. S. O ensino de Genética: dificuldades e alternativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 489-504, 2011.

RODRIGUES, J. F.; SANTOS, P. V. Genética humana nos livros didáticos de Biologia: enfoque e implicações para o ensino. **Revista Ensino em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 102-114, 2020.

RODRIGUES, J. S.; PAVAM, F. M. Genética Humana: tendências na produção científica nos últimos onze anos. **Revista Estudos – Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 353–362, 2013. DOI: 10.18224/est.v39i3.2650.

SANTOS, F. M.; MORTIMER, E. F. Abordagem temática no ensino de ciências: criando condições para a evolução das ideias dos alunos. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 231-249, 2002.

SANTOS, M. A. Genética Humana e suas Implicações Clínicas. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 45–58, 2020.

SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, A. M. B. O ensino de genética e a abordagem das síndromes genéticas: reflexões para a prática docente. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 50-60, 2017.

SANTOS, R. C.; COSTA, M. J. Recursos didáticos para o Ensino de Genética: Uma

Análise da Produção e Utilização em Escolas Públicas. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 75-89, 2015.

SEGURA, E.; KALHI, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **Revista Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC)**, Cuiabá, v. 3, n. 3, p. 1-12, dez. 2015.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 289-303, 2017.

SILVA, A.; METTRAU, M.; BARRETO, M. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, [S. l.], v. 88, n. 220, 29 fev. 2008.

SILVA, J. P.; MOURA, D. A. Percepções de alunos do ensino médio sobre anomalias cromossômicas: desafios para o ensino de genética humana. **Revista Práticas Educativas em Ciências**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 2-9, 2022.

SILVEIRA, L. F. S. **Uma contribuição para o ensino de genética**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Física, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3036>. Acesso em: 30 jul. 2025.

SPRICIGO, C. B. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. [S. l.]: PUC PR, 2014. Disponível em: <https://www.pucpr.br/en/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-caso-como-abordagem-de-ensino.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

SOUSA, A. C. A. de; PEREIRA, I. S. P. Perspectivas da base nacional comum curricular e seus impactos da sociedade. 2019. In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA FACULDADE CASTELO BRANCO (ENEPCP), [2019?], [S. l.]. **Anais...** [S. l.]: [s. n.], 2019. Disponível em: https://zone.inatto.com/acp.root/acp_data/anais2020/trabalhos/st10/01_perspectivas_da_base_nacional_comum_curricula.pdf. Acesso em: 24 jun. 2025.

SOUZA, I. P. et al. Doenças genéticas raras com abordagem qualitativa: revisão integrativa da literatura nacional e internacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 10, p. 3683-3700, out. 2019.

THOMPSON JR, J. S. et al. **Thompson & Thompson: genética médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

TOLEDO, R. F.; JACOBI, P. R. Pesquisa-ação e Educação: Compartilhando Princípios Na Construção De Conhecimentos E No Fortalecimento. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 34, n. 122, p. 155-173, jan.-mar. 2013.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS. **Datas importantes relacionadas às pessoas com deficiência**. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/acessibilidade/inclusao/datas-importantes>. Acesso em: 23 out. 2025.

VEJA. Pesquisa identifica síndromes de Down e Turner em fósseis pré-históricos. **Veja**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/pesquisa-identifica-sindromes-de-down-e-turner-em-fosseis-pre-historicos/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

VESTENA, R. F.; LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. Heredogramas dos Estudantes: das Anágrafes Paroquiais para a Escola. **Genética na Escola**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 115-122, 2013.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços Não-Formais De Ensino E O Currículo De Ciências. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VYGOTSKY, L. S. O papel do brinquedo no desenvolvimento. In: **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989. p. 106-118.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

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

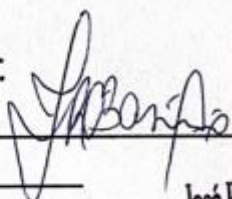
ZUANON, Á. C. A.; DINIZ, R. H. S.; NASCIMENTO, L. H. Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 3, n. 3, [p. 1-15?], set./dez. 2010.

DECLARAÇÃO

Eu, José Ricardo de Oliveira Basílio, na qualidade de responsável pela E. E. Deputado Edson Resende, autorizo a realização da pesquisa intitulada “Desenvolvimento e aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes Genéticas no Ensino Médio”, explorando o aprendizado das alterações cromossômicas em uma sequência didática a ser conduzida sob responsabilidade das pesquisadoras Profa. Núbia dos Santos Dias e Profa. Dra. Michele Munk Pereira, e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável ao Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Sobral Pinto, 15 de AGOSTO de 2024.

Assinatura:



José Ricardo de Oliveira Basílio
DIRETOR—MASP 1.429.034-0
NOMEAÇÃO G. E. M. G. 02/01/2023

ANEXO 2 - TERMOS DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO ASSINADOS PELOS ALUNOS E RESPONSÁVEIS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

A criança/adolescente _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Elaboração e aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes Genéticas no Ensino Médio”**. O objetivo desta pesquisa é criar aulas mais envolventes e interessantes sobre genética, especialmente sobre síndromes genéticas. Para isso, queremos desenvolver um jogo educativo que ajude os alunos (as) a entender como essas síndromes acontecem e a refletir sobre as questões relacionadas a esse assunto. Caso você concorde na participação da criança/adolescente vamos fazer as seguintes atividades com ele: aulas teóricas, prática de um jogo didático sobre genética e síndromes genéticas, e a aplicação de um questionário diagnóstico, tanto antes quanto após a sequência didática, para avaliar o conhecimento do estudante sobre o tema. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: possibilidade de desconforto ao participar das discussões sobre o tema síndromes genéticas e possibilidade de divulgação de suas informações. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, as atividades envolverão o uso de material pedagógico comumente utilizado em sala de aula da educação básica, no qual não serão invasivos à intimidade da criança/adolescente. A professora garantirá um local reservado e liberdade para não responder questões em que o (a) aluno (a) se sentir desconfortável, assim como estará atenta aos sinais verbais e não verbais de desconforto. Para evitar a exposição na divulgação dos resultados, a professora garantirá que as informações obtidas pelo estudo sejam corretamente tratadas para que o (a) aluno (a) não tenha exibição indevida. Será garantida também a não violação e a integridade dos documentos entregues pelo aluno (a) e aqueles registrados pela pesquisadora durante o andamento das aulas. A pesquisa pode ajudar em um maior envolvimento dos alunos (as) durante as aulas, proporcionando uma aprendizagem mais eficaz. Além disso, pode contribuir para a formação de cidadãos conscientes e capacitados para tomar decisões de forma autônoma e consciente.

Para participar desta pesquisa, a criança/adolescente sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se a criança/adolescente tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pela criança/adolescente poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato de não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele será atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. A criança/adolescente não será identificada em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Michele Munk Pereira
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Instituto de Ciências Biológicas
CEP: 36036-900, **Fone:** (32) 2102-6300, **E-mail:** michele.munk@ufjf.br

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "Desenvolvimento e aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes Genéticas no Ensino Médio". O objetivo desta pesquisa é criar aulas mais envolventes e interessantes sobre genética, especialmente sobre síndromes genéticas. Para isso, queremos desenvolver um jogo educativo que ajude os alunos (as) a entender como essas síndromes acontecem e a refletir sobre as questões relacionadas a esse assunto.

Caso você concorde em participar, as seguintes atividades serão realizadas: aulas teóricas, prática de um jogo didático sobre genética e síndromes genéticas, e a aplicação de um questionário diagnóstico, tanto antes quanto após a sequência didática, para avaliar seu conhecimento sobre o tema. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: possibilidade de desconforto ao participar das discussões sobre o tema síndromes genéticas e possibilidade de divulgação de suas informações. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, as atividades envolverão o uso de material pedagógico comumente utilizado em sala de aula da educação básica, no qual não serão invasivos à sua intimidade. A professora garantirá um local reservado e liberdade para não responder questões em que você se sentir desconfortável, assim como estará atenta aos sinais verbais e não verbais de desconforto. Para evitar a exposição na divulgação dos resultados, a professora garantirá que as informações obtidas pelo estudo sejam corretamente tratadas para que você não tenha exibição indevida. Será garantida também a não violação e a integridade dos documentos entregues por você e aqueles registrados pela pesquisadora durante o andamento das aulas. A pesquisa poderá ajudar em um maior envolvimento dos alunos durante as aulas, proporcionando uma aprendizagem mais eficaz. Além disso, poderá contribuir para a formação de cidadãos conscientes e capacitados para tomar decisões de forma autônoma e consciente.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do Participante

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Michele Munk Pereira
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Instituto de Ciências Biológicas
CEP: 36036-900, Fone: (32) 2102-6300, E-mail: michele.munk@ufjf.br

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

APÊNDICE 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa:

Elaboração e aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes Genéticas no Ensino Médio

Pesquisador: Michele Munk Pereira

Área Temática: **Versão: 1**

CAAE: 86119125.5.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER **Número do Parecer: 7.414.997**

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas no campo "Apresentação do projeto" foram retiradas do arquivo "PB_Informações_Básicas_do_Projeto_2491354" de 03/02/2025:

O presente trabalho será desenvolvido na Escola Estadual Deputado Edson Resende, localizada em Sobral Pinto, distrito do município de Astolfo Dutra, Minas Gerais. Cerca de 32 alunos do 1º ano do Ensino Médio regular serão convidados a participarem das atividades. A pesquisa seguirá uma proposta descritiva e de natureza qualitativa. A elaboração e a aplicação do jogo didático abordarão conceitos de genética, com ênfase nas síndromes genéticas. Assim, as atividades propostas neste projeto visam promover condições efetivas de ensino e aprendizagem sobre esses temas.

Objetivo da Pesquisa:

As informações elencadas no campo "Objetivo da Pesquisa" foram retiradas do arquivo "PB_Informações_Básicas_do_Projeto_2491354" de 03/02/2025:

Objetivo Primário:

Elaborar e aplicar um jogo didático para promover o ensino de genética e síndromes genéticas no ensino médio.

Objetivo Secundário:

Estimular a curiosidade e a reflexão dos alunos em relação ao tema de genética e síndromes genéticas.

Incentivar o trabalho em equipe e a troca de opiniões/saberes, garantindo que os estudantes se mantenham ativos e colaborativos durante a atividade.

Promover diálogo entre os alunos por meio de roda de conversa, debate e da elaboração de um infográfico com as síndromes genéticas trabalhadas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As informações elencadas no campo "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo "PB_Informações_Básicas_do_Projeto_2491354" de 03/02/2025:

Riscos:

Gradação de risco: os riscos associados à pesquisa são riscos mínimos, uma vez que não será realizada nenhuma intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas, ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participarão do estudo. A pesquisa utilizará material pedagógico comumente empregado em sala de aula da educação básica, no qual não serão invasivos à intimidade do indivíduo. A identificação dos alunos será preservada garantindo total sigilo dos resultados da pesquisa.

O detalhamento dos riscos mínimos envolvidos e as ações para evitá-los estão descritos a seguir:

Risco de desconforto: os alunos podem sentir desconforto ao participar das discussões sobre o tema síndromes genéticas. Para minimizar esse risco, a professora garantirá um local reservado e liberdade para não responder questões com as quais se sentiam desconfortáveis. Além disso, estará atenta aos sinais verbais e não verbais de desconforto manifestados pelos alunos.

Risco de quebra de sigilo: existe o risco comum a todas as pesquisas envolvendo seres humanos, de divulgação involuntária e não intencional de informações confidenciais. Para evitar a exposição, a professora garantirá que o método de coleta dos dados seja corretamente tratado para que os alunos não tenham exibição indevida. Será garantida também a não violação e a integridade dos documentos entregues pelos alunos e aqueles registrados pela pesquisadora durante o andamento das aulas. Essas medidas visam proteger os participantes e assegurar a condução ética e responsável da pesquisa.

Benefícios: A pesquisa pode promover maior engajamento dos alunos durante as aulas de Biologia, favorecendo uma aprendizagem mais eficaz sobre genética e síndromes genéticas. Além disso, pode colaborar para a formação de cidadãos mais informados, inclusivos e respeitosos das diferenças.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Estudo nacional e unicêntrico, prospectivo, não randomizado. Patrocinador: recursos próprios da pesquisadora. Número de participantes incluídos no Brasil: 32. Previsão de início 05/05/2025 e término 31/03/2026.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as disposições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com o que prevê o Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com a regulamentação definida na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Recomendações: Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações". Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Quanto ao documento intitulado „Elaboração e aplicação de jogo didático para o Ensino de Síndromes Genéticas no Ensino Médio“, submetido em 03/02/2025, solicita-se:

1 - Ajustar o texto de critérios de exclusão.

Matrículas encerradas, transferências ou abandonos durante a implementação do estudo, se o participante já assinou o TCLE não são exclusão, e sim perda amostral.

2- Incluir nos critérios de inclusão os participantes que tiverem os TCLEs assinados.

Após sanadas as pendências, poderá o pesquisador solicitar por e-mail (cep.propp@ufjf.br) análise ad referendum (reanálise antes da próxima reunião).

Considerações Finais a critério do CEP:

Cabe ao pesquisador responsável encaminhar as respostas ao parecer pendente, por meio da Plataforma Brasil, em até 45 dias a partir da data de sua emissão. As respostas às pendências devem ser apresentadas em documento à parte (CARTA RESPOSTA). Ressalta-se que deve haver resposta para cada uma das pendências apontadas no parecer, obedecendo a ordenação deste. A Carta Resposta deve permitir o uso correto dos recursos "copiar" e "colar" em qualquer palavra ou trecho do texto, isto é, não dever sofrer alteração ao ser "colado".

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2491354.pdf	03/02/2025 12:54:29		Aceito
Outros	Questionario.docx	03/02/2025 12:51:09	Michele Munk Pereira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Michele_2025.pdf	31/01/2025 12:42:28	Michele Munk Pereira	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Nubia_2025.pdf	31/01/2025 12:26:41	Michele Munk Pereira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Responsaveis_2025.doc	31/01/2025 10:35:49	Michele Munk Pereira	Aceito

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Discente_maior_2025.doc	31/01/2025 10:35:42	Michele Munk Pereira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_2025.doc	31/01/2025 10:35:31	Michele Munk Pereira	Aceito

Declaração de Pesquisadores	Termo_de_sigilo_assinado.pdf	31/01/2025 10:31:53	Michele Munk Pereira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoEscola.pdf	31/01/2025 10:31:03	Michele Munk Pereira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado_2025.docx	31/01/2025 10:30:48	Michele Munk Pereira	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinada.pdf	31/01/2025 10:29:41	Michele Munk Pereira	Aceito

Assinado por:
Iluska Maria da Silva Coutinho (Coordenador(a))

APÊNDICE 2 - ESTUDO DIRIGIDO GUIADO: SÍNDROMES GENÉTICAS

1ª etapa: Leitura Guiada (atividade para o 1º momento da sequência didática)

- A professora fornecerá o material de leitura com as informações sobre as síndromes genéticas (Síndrome de Down, Síndrome de Patau, Síndrome de Turner, Síndrome de Edwards, Síndrome de Klinefelter).
- Durante a leitura, a professora orientará os alunos a sublinharem as principais características de cada síndrome e fazerem anotações sobre os sintomas e as implicações sociais e médicas.
- O conhecimento será revisado e consolidado através da resolução de exercícios de múltipla escolha e questões dissertativas.

TEXTO

A genética é a ciência que investiga os genes, sua função na hereditariedade e os mecanismos de transmissão de características entre gerações. O estudo dessa área é fundamental para o progresso da ciência e da medicina. As síndromes genéticas, por sua vez, são caracterizadas por um conjunto de sinais e sintomas decorrentes de mutações no material genético, que afetam o funcionamento das células, frequentemente resultando em consequências significativas.

Classificação das síndromes genéticas

As síndromes genéticas podem ser classificadas de acordo com a parte do material genético afetada e a forma como impactam nossa constituição.

Gênicas: ocorrem quando a mutação está localizada em um único gene (monogênica) ou em um grupo de genes específicos, que podem ser influenciados por fatores ambientais e de estilo de vida (multifatoriais), sem alterar o número total de cromossomos.

Cromossômicas: resultam de uma alteração no número de cromossomos de um indivíduo, podendo haver um ou mais cromossomos a mais, ou a menos que o normal da espécie.

As anomalias cromossômicas podem ser subdivididas em:

Euploidias: quando há duplicação ou triplicação de todos os cromossomos, aumentando o conjunto cromossômico.

Aneuploidias: quando apenas um ou alguns cromossomos são duplicados, ou deletados.

Principais Síndromes

A Síndrome de Down é uma alteração genética provocada pela presença de um cromossomo extra no par 21, sendo também conhecida como trissomia 21. Essa condição resulta de uma cópia adicional do cromossomo 21, que ocorre após a fecundação e durante as primeiras mitoses embrionárias, embora sua causa específica ainda não seja totalmente compreendida. Os portadores da síndrome geralmente apresentam fraqueza muscular, orelhas mais baixas, leve retardo mental, baixa estatura e, em casos graves, problemas cardíacos e respiratórios.

A Síndrome de Patau, ou trissomia do 13, é causada pela presença de um cromossomo extra no par 13. É uma condição rara e severa, que pode resultar em diversas alterações físicas e fisiológicas. Os bebês com essa condição têm uma expectativa de vida muito curta, geralmente até uma semana, sem tratamento. Aqueles que sobrevivem podem apresentar malformações como olhos pequenos, fenda labial e palatina, polidactilia (mais dedos), e defeitos no sistema nervoso e urinário-reprodutivo.

A Síndrome de Edwards, também conhecida como trissomia 18, é causada pela presença de um cromossomo extra no par 18. É uma condição rara e frequentemente fatal, com a maioria dos bebês morrendo antes ou logo após o nascimento. Os sinais incluem baixo peso, cabeça pequena, má oxigenação do sangue, convulsões, defeitos cardíacos, fenda facial, hérnia umbilical, e malformações no sistema digestivo.

A Síndrome de Turner é uma condição genética caracterizada pela ausência parcial ou total de um cromossomo sexual X, resultando no cariótipo 45, X. Essa síndrome afeta exclusivamente indivíduos do sexo feminino e pode causar baixa estatura, ovários subdesenvolvidos e ausência de características sexuais secundárias.

A Síndrome de Klinefelter é uma condição genética que afeta apenas homens, causada pela presença de um cromossomo X adicional, resultando no cariótipo XXY. Essa alteração provoca baixos níveis de testosterona, baixa produção de espermatozoides, leve retardo mental, dificuldade de aprendizado, menor quantidade de pelos corporais e faciais, além de possível desenvolvimento das mamas. Os meninos com essa síndrome apresentam características sexuais secundárias masculinas pouco desenvolvidas.

Fonte: Adaptado de <https://beduka.com/blog/materias/biologia/sindromes-geneticas>

2ª etapa: Análise do quadro comparativo (atividade para o 2º momento da sequência didática)

Durante esta etapa, você deverá analisar o quadro comparativo que apresenta informações detalhadas sobre três síndromes genéticas: Síndrome de Down, Síndrome de Patau e Síndrome de Edwards. A seguir estão algumas orientações para uma análise eficaz:

Identificação das Características Gerais:

Comece observando os cromossomos envolvidos em cada síndrome (21 para Down, 13 para Patau, e 18 para Edwards). Note que todas são classificadas como aneuploidias numéricas, especificamente trissomias, que ocorrem devido à presença de um cromossomo extra.

Comparação dos Sintomas e Características:

Compare as características físicas e cognitivas apresentadas por cada síndrome. Por exemplo, todas apresentam algum nível de deficiência cognitiva, porém em graus variados. Observe as diferenças nos sintomas físicos, como o formato do crânio, orelhas e o desenvolvimento dos órgãos internos.

Análise do Quadro Clínico:

Analise o quadro clínico de cada síndrome, considerando os problemas de saúde específicos. Síndrome de Down está associada a problemas cardíacos congênitos e obesidade, enquanto as síndromes de Patau e Edwards apresentam malformações severas que frequentemente afetam a sobrevivência dos bebês.

Fatores de Risco e Expectativa de Vida:

Compare as observações e fatores de risco. A idade materna é um fator de risco comum para todas as síndromes. Note também que a expectativa de vida é significativamente reduzida nas síndromes de Patau e Edwards, enquanto na síndrome de Down pode ser mais alta dependendo dos cuidados e acompanhamento médico.

Quadro comparativo de algumas síndromes:

Características	Síndrome de Patau (Trissomia 13)	Síndrome de Edwards (Trissomia 18)	Síndrome de Down (Trissomia 21)
Causa Genética	Presença de um cromossomo 13 extra	Presença de um cromossomo 18 extra	Presença de um cromossomo 21 extra
Frequência estimada	1 em cada 10.000 a 20.000 nascimentos	1 em cada 5.000 a 7.000 nascimentos	1 em cada 700 nascimentos
Expectativa de vida	Muito reduzida: poucos dias ou meses	Reduzida: maioria morre no primeiro ano	Pode atingir a vida adulta (60 anos ou mais)

Características físicas	Fenda labial/palatal, microcefalia, polidactilia, olhos pequenos e afastados	Cabeça pequena, mandíbula retraída, punhos fechados, orelhas de implantação baixa	Rosto achatado, olhos oblíquos, língua protusa, tônus muscular diminuído
Problemas de saúde comuns	Malformações cerebrais, cardíacas e renais	Anomalias cardíacas, respiratórias e digestivas	Deficiência intelectual leve a moderada, cardiopatias congênitas
Desenvolvimento cognitivo	Severamente comprometido	Severamente comprometido	Varia de leve a moderado
Risco com idade materna avançada	Sim	Sim	Sim
Diagnóstico pré-natal	Exames como cariótipo, ultrassom e amniocentese	Exames genéticos e morfológicos pré-natais	Testes genéticos e morfológicos pré-natais
Intervenção terapêutica	Cuidados paliativos em geral	Cuidados médicos paliativos	Estimulação precoce, acompanhamento médico, apoio educacional

3ª etapa: realização de questões de múltipla escolha (atividade para o 3º momento da sequência didática)

Agora que você já explorou as características e implicações das síndromes genéticas, chegou o momento de consolidar esse conhecimento por meio de uma atividade prática. A seguir, você encontrará algumas questões de múltipla escolha que o ajudará a revisar e aplicar os conceitos discutidos em sala.

QUESTÃO 01 - (FCM-PB) As alterações cromossômicas são bastante frequentes na população humana. Cada espécie apresenta um cariótipo típico, isto é, um conjunto de cromossomos caracterizado e identificado em número, forma e tamanho. Alterações no material genético, quantitativas ou qualitativas, podem ocorrer durante os processos de preparação para duplicação. Mesmo durante as divisões mitóticas ou meióticas acontecem irregularidades (aberrações) na divisão celular ou ocorrem ações de agentes externos como as radiações que podem cortar cromossomos. Como os cromossomos são os depositários dos genes, qualquer alteração numérica

ou estrutural é capaz de modificar a expressão gênica, originando organismos anormais ou inviáveis. Qual das seguintes síndromes humanas apresenta uma monossomia?

- a) Síndrome de Edwards. b) Síndrome de Klinefelter. c) Síndrome de Turner.
d) Síndrome de Patau. e) Síndrome de Down.

QUESTÃO 02 - A síndrome de Turner trata-se de uma aneuploidia, cujo indivíduo é do sexo feminino e apresenta ovário rudimentar, pouco desenvolvimento das mamas e baixa estatura. Essa síndrome é um tipo de monossomia, que pode ser representado pela fórmula cariotípica

- a) 47, XX +21 b) 47, XX +18 c) 45, Y0 d) 45, X0 e) 45, 00

QUESTÃO 03- A síndrome de Down é um caso de alteração cromossômica bastante conhecido. Essa alteração é causada pelo aumento de um cromossomo 21. Assim sendo, trata-se de

- a) Monossomia. b) Diploidia. c) Trissomia. d) Triploidia. e) Monoploidia.

4ª etapa: realização de questões discursivas (atividade para o 4º Momento da Sequência

Didática) .Agora, você dará continuidade à consolidação do aprendizado iniciado na última aula, por meio de exercícios discursivos.

QUESTÃO 01. Caracterize as seguintes síndromes:

- A- Síndrome de Down B-Síndrome de Turner C-Síndrome Klinefelter D-Síndrome Patau
E-Síndrome de Edwards.

QUESTÃO 02- “Todas as pessoas com síndrome têm baixa expectativa de vida”. Discorra sobre essa frase.

QUESTÃO 03- Discuta a importância da inclusão de pessoas com síndromes genéticas na sociedade. Quais benefícios você acha que a inclusão traz para a comunidade?

APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Instruções: Responda às perguntas a seguir marcando as opções que correspondem ao seu conhecimento e escreva suas respostas quando solicitado.

01-Você sabe a diferença entre alterações cromossômicas numéricas e estruturais?

☐ sim ☐ não ☐ nunca ouvi nem falar

02-Você sabe como as Síndromes Genéticas podem ser diagnosticadas? ☐ sim ☐ não

03-Você sabe o motivo da ocorrência de Síndromes Genéticas? ☐ sim ☐ não

04- “Nem toda alteração cromossômica ocasionará uma síndrome”. Você concorda? ☐ sim ☐ não

05- “Pessoas com síndromes são muito limitadas nas atividades do dia-a-dia”. Você concorda?

☐ sim ☐ não

06- “Toda mutação resultará sempre em alguma anormalidade negativa para a vida da pessoa”. Essa frase é verdadeira? ☐ sim ☐ não

07- “Se um portador de alguma síndrome se casar com uma pessoa não portadora de síndrome e decidirem ter um filho, esse filho nascerá com síndrome, já que essa característica está na herança genética.” Saberá explicar se essa afirmação é verdadeira ou falsa? ☐ sim ☐ não

08- “Pessoas com síndrome sempre terão expectativa de vida menor em comparação com pessoas que não possuem síndrome.” Essa frase é verdadeira ou falsa? ☐ verdadeira (

) falsa

09- Quais termos referentes a genética você conhece?

10-Comentários ou dúvidas adicionais:

APÊNDICE 4 : SLIDES TRABALHADOS EM AULA

 GENÉTICA Síndromes Genéticas	Você sabe a diferença entre os termos: Doença Genética e Síndrome Genética?
Você já se perguntou por que algumas características físicas ou comportamentais parecem “passar” de pais para filhos? Como isso acontece?	Quais características você acredita que herdou de sua família? E quais são exclusivamente suas?
Você acha que tudo o que somos é determinado pelos nossos genes? Ou o ambiente também influencia?	Se alguém nasce com uma condição genética rara, isso significa que ela é “menos” saudável que os outros? Por quê?
Como você reagiria ao saber que possui uma mutação genética que pode causar uma doença no futuro? Gostaria de saber?	Por que é importante aprendermos sobre síndromes genéticas na escola?

1- O que é Genética?

É o ramo da Biologia que estuda os genes, a hereditariedade e a variação dos seres vivos. Ajuda a explicar como características físicas e biológicas são transmitidas de pais para filhos.

"Entender Genética é compreender a vida e tomar decisões mais conscientes sobre saúde, alimentação e ciência!"

2- Por que estudar Genética é importante?

- Ajuda a entender doenças hereditárias
- Explica a diversidade entre os seres vivos
- Contribui para o avanço da medicina e da biotecnologia

Como a Genética está no nosso dia a dia?

- Na cor dos olhos, cabelo, altura
- Na predisposição a doenças
- Nos alimentos geneticamente modificados
- Nos testes de DNA e vacinas

2- ALGUNS TERMOS IMPORTANTES

DNA - É a molécula que armazena todas as informações genéticas de um organismo. O DNA está presente no núcleo das células e contém as instruções necessárias para o funcionamento, crescimento e reprodução celular. Ele é composto por uma sequência de nucleotídeos que formam os genes.

Cromossomos- São estruturas organizadas formadas por **DNA enrolado em proteínas** chamadas **histonas**. Estão localizados no núcleo das células e **carregam os genes**. Em humanos, cada célula somática normalmente contém **46 cromossomos**.

Hereditariedade- É o processo pelo qual as **características genéticas** são **transmitidas dos pais para os filhos**. Explica por que os descendentes se assemelham aos progenitores em certos aspectos físicos e biológicos.

2- ALGUNS TERMOS IMPORTANTES

Mutação- Alteração permanente na sequência do DNA. As mutações podem ocorrer de forma natural ou por influência de agentes externos, como radiação ou substâncias químicas. Elas podem ser **benéficas, neutras ou prejudiciais**, e estão na base da **variabilidade genética** entre os indivíduos.

Meiose- Tipo de divisão celular que ocorre nas **células reprodutivas**. A meiose reduz pela metade o número de cromossomos, permitindo que os filhos recebam **metade do material genético de cada progenitor**. Esse processo garante a variabilidade genética nas espécies.

Genes- São unidades funcionais do DNA responsáveis por codificar proteínas que controlam as características de um organismo, como cor dos olhos, tipo sanguíneo ou propensão a certas doenças. Cada gene ocupa uma posição específica no cromossomo e é transmitido dos pais para os filhos.

Como as Síndromes Genéticas podem ser diagnosticadas?

Avaliação Clínica - Histórico familiar e médico: investigação de casos na família.

Exames de Imagem - Ultrassonografia, raio-X, tomografia, ressonância para detectar alterações anatómicas.

Testes Genéticos - **Cariótipo**: analisa o número e estrutura dos cromossomos; **FISH**: detecta alterações cromossômicas específicas; **Sequenciamento genético**: analisa genes específicos ou o genoma completo.

Testes Pré-natais - **Ultrassonografia morfológica**: detecta malformações durante a gestação; **Amniocentese** / **Vilo coriônico**: coleta de material genético do feto; **NIPT**: exame de sangue da mãe que analisa fragmentos do DNA fetal.

Aconselhamento Genético - Ajuda a família a compreender o diagnóstico, prognóstico e possibilidades de tratamento.

O diagnóstico das Síndromes Genéticas é realizado por um médico geneticista, com base em avaliação clínica detalhada, como: histórico familiar, sinais físicos, malformações e sintomas associados. A partir das análises, são solicitados vários exames genéticos apropriados que permitem identificar alterações cromossômicas numéricas ou microdeleções, e mutações em genes específicos, fornecendo o diagnóstico preciso da condição genética (VIDA SAUDÁVEL, 2023).

Alterações cromossômicas numéricas e estruturais

Alterações Numéricas: Mudanças na quantidade total de cromossomos. Ex: Síndrome de Down, Síndrome de Turner e Síndrome de Klinefelter

Alterações Estruturais: Mudanças na estrutura dos cromossomos (quebra, perda ou troca de segmentos).

Tipos:

- **Deleção** (perda de um segmento)
- **Duplicação** (repetição de um segmento)
- **Inversão** (troca de posição)
- **Translocação** (troca de segmentos entre cromossomos)



Termo	Explicação Simples
Gene	Instrução que define uma característica
DNA	Molécula que carrega os genes
Cromossomo	Pacote de DNA dentro da célula
Mutação	Alteração no gene
Hereditariedade	Quando características passam dos pais para os filhos
Trissomia	Quando há três cópias de um cromossomo em vez de duas
Monossomia	Quando falta uma cópia de um cromossomo
Síndrome	Conjunto de sinais e sintomas relacionados a uma condição

3 - Síndromes genéticas

São condições causadas por alterações no material genético — ou seja, no DNA — que afetam o funcionamento normal das células e podem gerar um conjunto de sinais e sintomas característicos.

- O termo "síndrome" vem do grego e significa "ocorrer em conjunto".
- Quando essas manifestações têm origem em mutações genéticas, chamamos de **síndromes genéticas**.
- Essas mutações podem afetar **genes específicos** ou **cromossomos inteiros**, alterando a estrutura ou o número deles.

3 - CLASSIFICAÇÃO

As síndromes genéticas podem ser divididas em três grandes grupos:

- **Monogênicas:** afetam um único gene (ex: fibrose cística).
- **Cromossômicas:** envolvem alterações no número ou estrutura dos cromossomos (ex: síndrome de Down).
- **Multifatoriais:** resultam da interação entre múltiplos genes e fatores ambientais (ex: alguns tipos de câncer ou diabetes).

Síndrome Genética



Síndrome de Down

- Trissomia do cromossomo 21
- Atrasos no desenvolvimento cognitivo e motor. Face arredondada, olhos com dobra epicântica, e perfil físico mais baixo.

Síndrome Genética

Síndrome de Turner

- Afeta apenas indivíduos do sexo feminino.
- Ausência total ou parcial de um cromossomo X;
- Baixa estatura, infertilidade



Síndrome Genética

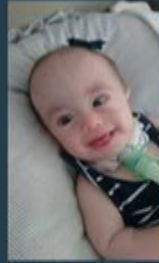
Síndrome de Patau

- Trissomia do cromossomo 13.
- Malformações craniofaciais, polidactilia, fenda labial/palatina.
- Malformações graves no sistema nervoso central, no coração e nos rins
- Expectativa de vida muito curta, múltiplas anomalias.

Síndrome Genética

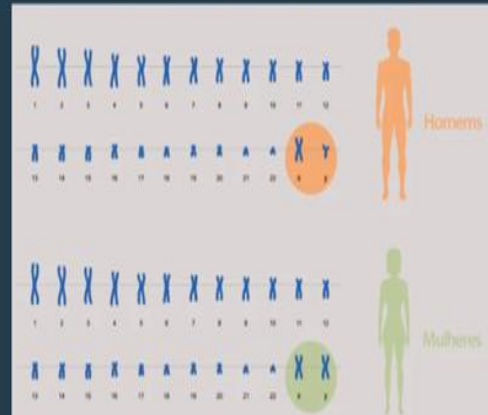
Síndrome de Edwards

- Trissomia do cromossomo 18.
- Malformações congênitas, mãos fechadas em punho, orelhas de baixa implantação.
- Expectativa de vida reduzida, atrasos severos no desenvolvimento.

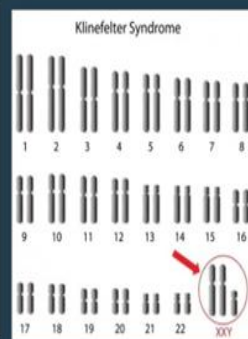
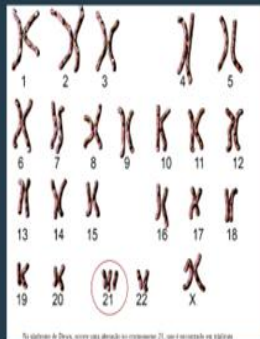


CARIÓTIPO HUMANO - SEM SÍNDROME

Organização e estrutura dos cromossomos de uma célula. Análise citogenética que permite identificar alterações numéricas ou estruturais nos cromossomos.



CARIÓTIPOS - SÍNDROME DE DOWN E KLINEFELTER



CARIÓTIPOS - SÍNDROME DE EDWARDS E PATAU



Como são Diagnosticadas?

- Exames genéticos
- Testes durante a gravidez
- Observação clínica

Inclusão e Respeito nas Síndromes

Síndrome de Edwards

- **Empatia e Compreensão:** Sensibilização sobre as dificuldades enfrentadas.
- **Apoio a Famílias:** Recursos e suporte para cuidar de indivíduos com necessidades complexas.
- **Valorização da Vida:** Ênfase na qualidade de vida, independente da expectativa de vida.



Síndrome de Patau

- **Inclusão em Cuidados:** Abordagem respeitosa no cuidado de saúde e apoio familiar.
- **Respeito à Dignidade:** Tratamento digno e humanizado, valorizando cada momento de vida.
- **Apoio à Família:** Rede de suporte para famílias durante todo o processo.



Síndrome de Down

- **Inclusão Escolar:** Importância de ambientes educacionais inclusivos, com apoio especializado.
- **Respeito à Individualidade:** Valorização das habilidades e interesses de cada indivíduo.
- **Apoio Familiar:** Envolvimento da família como suporte fundamental.



Síndrome de Turner

- **Inclusão Social:** Promoção de atividades que favoreçam a interação social.
- **Respeito à Diversidade:** Reconhecimento das diferenças e aceitação das singularidades.
- **Apoio Psicossocial:** Importância de apoio psicológico para autoestima e desenvolvimento.

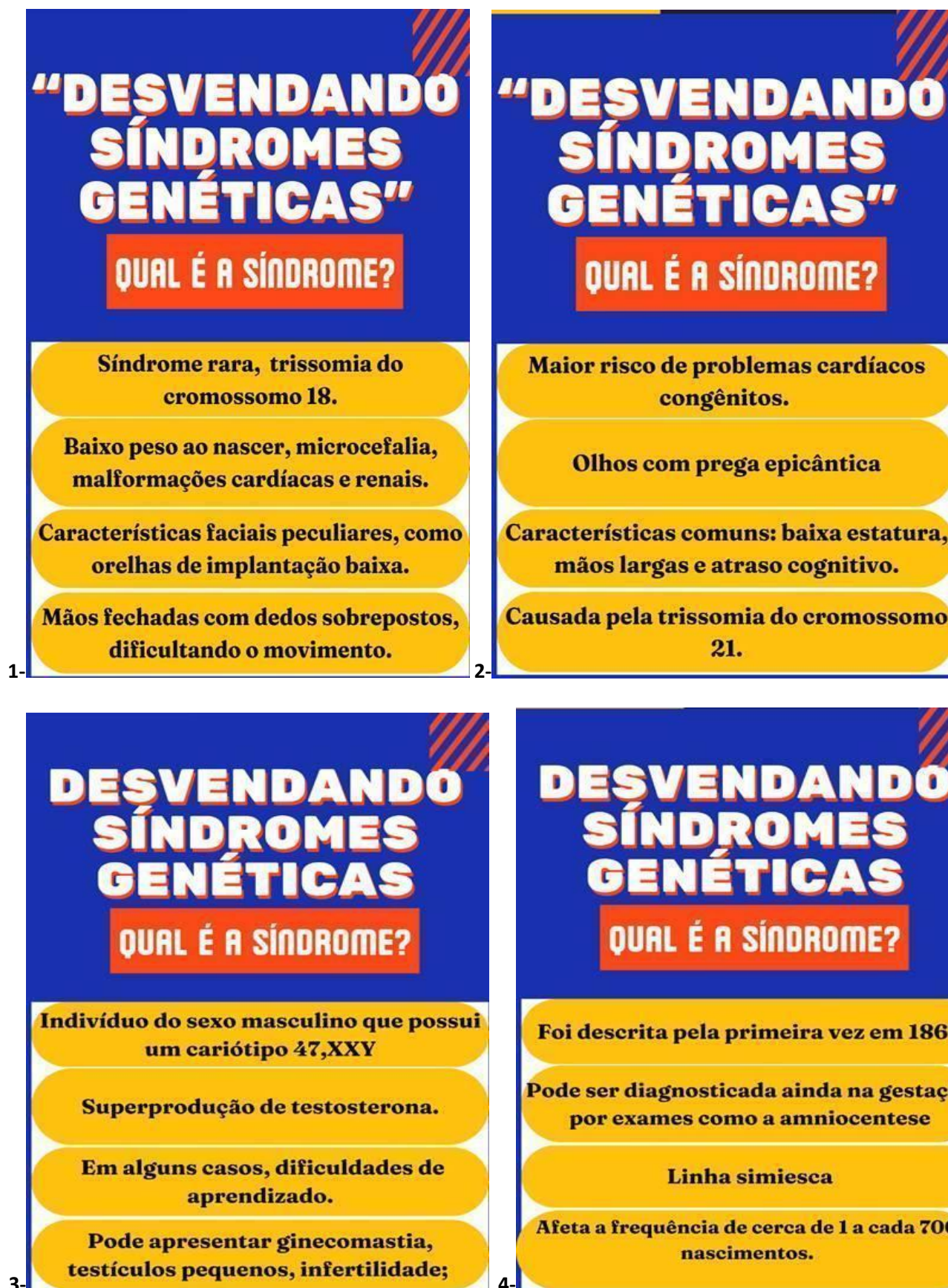


Síndrome de Klinefelter

- **Inclusão no Trabalho:** Oportunidades de emprego adaptadas às habilidades individuais.
- **Respeito à Saúde Mental:** Reconhecimento da necessidade de suporte emocional e psicológico.
- **Educação sobre a Síndrome:** Sensibilização para desmistificar e combater preconceitos.



APÊNDICE 5: MODELOS DAS CARTAS UTILIZADAS NO JOGO



DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Defeitos cardíacos congênitos são quase universais

Anomalias renais e oculares graves são características.

Ocorre devido a um cromossomo extra, geralmente o 13.

Bebês geralmente têm baixo peso ao nascer

5-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Baixa estatura

Presente apenas em meninas

Cromossomo X único (45,X)

Ausência de menstruação na adolescência

6-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Problemas cardíacos podem ser frequentes em indivíduos com essa síndrome.

É comum que pessoas com essa síndrome apresentem uma única prega palmar.

O risco de ter um filho com essa Síndrome aumenta com o aumento da idade materna.

É comum que pessoas apresentem uma única prega palmar.

7-

"DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS"

QUAL É A SÍNDROME?

Síndrome rara, trissomia do cromossomo 18.

Baixo peso ao nascer, microcefalia, malformações cardíacas e renais.

Características faciais peculiares, como orelhas de implantação baixa.

Mãos fechadas com dedos sobrepostos, dificultando o movimento.

8-

"DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS"

QUAL É A SÍNDROME?

Maior risco de problemas cardíacos congênitos.

Olhos com prega epicântica

Características comuns: baixa estatura, mãos largas e atraso cognitivo.

Causada pela trissomia do cromossomo 21.

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Ausência de desenvolvimento puberal

Problemas cardíacos

Cariótipo 45,X

Pessoa apresenta baixa estatura e pescoço alado;

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Indivíduo do sexo masculino que possui um cariótipo 47,XXY

Superprodução de testosterona.

Em alguns casos, dificuldades de aprendizado.

Pode apresentar ginecomastia, testículos pequenos, infertilidade;

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Dificuldades significativas de alimentação e crescimento são observadas.

Pode haver a cabeça pequena (microcefalia) e queixo retraído (micrognatia)

Acontece devido a um cromossomo extra, especificamente o 18.

Bebês frequentemente apresentam hipotonia seguida de hipertonia.

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Foi descrita pela primeira vez em 1866

Pode ser diagnosticada ainda na gestação por exames como a amniocentese

Linha simiesca

Afeta a frequência de cerca de 1 a cada 700 nascimentos.

13-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Podem apresentar estatura mais alta que o esperado

Síndrome ligada a um cromossomo sexual.

Não afeta mulheres

Infertilidade pode estar presente

14-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

O cariótipo XXY

Baixa testosterona e estatura elevada

Pode passar despercebida na infância, mas se manifesta na puberdade com atraso no desenvolvimento sexual

Apresenta testículos pequenos e ginecomastia

15-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Caracterizada por alterações faciais e atraso no desenvolvimento.

É a mais conhecida entre as síndromes cromossômicas.

Pode ser diagnosticada durante a gestação através de exames como o cariótipo fetal.

Caracterizada pela trissomia do cromossomo 21.

16-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Idade materna avançada é o principal fator de risco para a trissomia.

Tem impacto no desenvolvimento físico e cognitivo.

Pode ser diagnosticada durante a gestação através de exames como o cariótipo fetal.

Muito comum em todo o mundo

17-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

A terapia de reposição hormonal é frequentemente utilizada para induzir a puberdade.

A estatura baixa é uma característica frequente em nessa Síndrome.

A infertilidade é uma preocupação comum na Síndrome.

O pescoço alado é uma característica típica.

18-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Crescimento ósseo e desenvolvimento podem ser afetados

Pode levar a dificuldades no raciocínio lógico.

Impacta apenas mulheres

Características faciais bem marcantes.

19-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Pode levar a uma diminuição da densidade óssea.

A terapia com testosterona pode ajudar a desenvolver características masculinas

Desenvolvimento motor e da fala ligeiramente atrasado.

Testículos pequenos já podem ser notados

20-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Expectativa de vida bastante reduzida.

Alterações cardíacas e renais são comuns.

Dedos podem ficar sobrepostos.

Problemas respiratórios e digestivos.

21-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

O diagnóstico pode ser realizado por meio de ultrassonografia pré-natal, malformações podem ser identificadas

Indivíduos não sobrevivem além do primeiro ano de vida

Presença de fenda labial, fenda palatina e anomalias cardíacas

Trissomia do cromossomo 13

22-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Desenvolvimento é afetado desde o útero

Mãos são fechadas com os dedos sobrepostos

Cérebro se desenvolve de forma diferente. Isso pode causar atraso mental profundo

Afeta o cromossomo 18

23-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

Pescoço pode ter uma aparência mais larga ou com pregas

Tratamento com hormônio do crescimento ou estrogênio para desenvolver melhor

Sinais são sutis e só aparecem quando a puberdade demora a chegar

Maior risco de osteoporose se não for bem acompanhada

24-

DESVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS

QUAL É A SÍNDROME?

É a segunda trissomia mais comum em nascidos vivos

A expectativa de vida é geralmente muito reduzida

Há frequentemente crises de apneia

O número do par de cromossomos afetado é o 18.

25

Gabarito:

1-Síndrome de Edwards
4-Síndrome de Down
7-Síndrome Down
10- Síndrome de Turner
13-Síndrome de Down
16-Síndrome de Down
19- Síndrome Turner
22-Síndrome de Patau

2- Síndrome de Down
5-Síndrome de Patau
8-Síndrome de Edward
11-Síndrome de Klinefelter
14-Síndrome de Klinefelter
17-Síndrome de Down
20- Síndrome de Edwards
23-Síndrome de Edwards
25-Síndrome de Edwards

3-Síndrome de Klinefelter
6- Síndrome Turner
9-Síndrome de Down
12-Síndrome de Edwards
15-Síndrome de Klinefelter
18- Síndrome de Turner
21-Síndrome de Patau
24- Síndrome Turner

DESVDNDND SÍNDROMES GENÉTICAS

Manual

O professor embaralha as cartas, aluno de cada equipe escolhe e entrega ao professor para leitura

Cada carta apresenta até 4 pistas progressivamente mais detalhadas sobre uma síndrome genética

Após a leitura da pista, a equipe tem 1 minuto (controlado pela ampulheta) para discutir e apresentar a resposta.

Pontuação: Acertar na 1ª pista→25 pontos; 2ª pista→20 pontos; 3ª pista→15 pontos na 4ª pista→10 pontos. Erro na resposta → -8 pontos

A resposta deve ser anunciada em voz alta por um integrante escolhido pela equipe.

Caso errem, a questão não passa para a próxima equipe (evita vantagem indevida).

Se houver empate na pontuação final, o professor aplicará a pergunta bônus de desempate. Cada questão bônus vale 5 pontos, e vence quem responder primeiro corretamente

Ganha a equipe que acumular maior pontuação ao final das 5 rodadas

A equipe vencedora pode receber pontos extras na disciplina ou outra premiação definida pelo professor (como bombons ou certificados)

Dicas Importantes: A estratégia é fundamental: quanto antes a equipe acertar, maior a pontuação. É melhor pedir mais dicas e garantir pontos menores do que arriscar perder pontos. O respeito entre equipes é essencial: não podem soprar respostas ou atrapalhar a concentração do grupo adversário.



APÊNDICE 7: Questionário Diagnóstico pós aplicação do jogo “Aventura genética: Desvendando as Alterações”.

01- Quais foram os principais conceitos de genética que você aprendeu com o jogo?

02- O jogo ajudou a melhorar sua compreensão sobre alterações cromossômicas? Se sim, como?

03- Que aspectos do jogo foram mais desafiadores para você e por quê?

04- Há algo que você gostaria de aprender mais sobre genética após jogar o jogo? Se sim, o quê?

05-Avalie sua experiência com o jogo em uma escala de 1 a 5

(1 = Não gostei. 5 = Gostei muito) e **explique sua escolha.**

APÊNDICE 8: PRODUTO EDUCACIONAL

8. PRODUTO EDUCACIONAL

8.1 Apresentação do Produto

O produto educacional desenvolvido neste trabalho consiste em um jogo didático denominado "Aventura Genética: Desvendando as Alterações", voltado para o ensino de síndromes cromossômicas no ensino médio. Trata-se de um jogo de cartas baseado em pistas progressivas, que promove o raciocínio, a interpretação de informações, trabalho em equipe, competitividade e colaboração. O jogo foi desenvolvido com base nos princípios das metodologias ativas de aprendizagem, tendo como objetivo central tornar o ensino de síndromes genéticas cromossômicas mais acessível, dinâmico e significativo para os estudantes do 1º ano do ensino médio.

Justificativa

O ensino de genética, especialmente o tema de síndromes cromossômicas, apresenta desafios relacionados à abstração dos conceitos e à dificuldade de contextualização. A literatura aponta que o uso de jogos didáticos favorece o engajamento dos alunos, estimula o pensamento crítico e facilita a compreensão de conteúdos complexos (CAMPOS et al., 2003; ZUANON et al., 2010). Além disso, a abordagem lúdica permite trabalhar aspectos socioemocionais, como empatia e respeito à diversidade, fundamentais para a formação cidadã dos estudantes.

Diferenciais do produto

8. Sistema de pontuação estratégico: Quanto menos pistas utilizadas, maior a pontuação, estimulando o raciocínio e a revisão prévia dos conteúdos.

9. Pistas progressivas: As dicas vão das mais complexas às mais simples, permitindo diferentes níveis de participação e inclusão de alunos com ritmos distintos de aprendizagem.
10. Colaboração e competição saudável: O trabalho em equipe estimula a troca de conhecimentos, enquanto a competição mantém o engajamento.
11. Baixo custo e fácil reprodução: Materiais acessíveis e de simples confecção, viabilizando a replicação em diferentes contextos escolares.
12. Alinhamento com a BNCC: Contempla competências gerais e habilidades específicas.

8.2 Objetivos de Aprendizagem

Objetivo Geral

Promover a aprendizagem significativa de síndromes cromossômicas por meio de uma atividade lúdica, interativa e colaborativa.

Objetivos Específicos

5. Consolidar conceitos fundamentais de genética (cromossomos, cariótipo, mutações etc).
6. Caracterizar as principais síndromes cromossômicas (Down, Turner, Klinefelter, Patau e Edwards).
7. Estimular o raciocínio, a interpretação de informações e a tomada de decisão.
8. Promover o trabalho colaborativo e o respeito às diversidades biológicas.
9. Desenvolver empatia e desconstruir preconceitos relacionados às síndromes genéticas cromossômicas.

Competências e Habilidades da BNCC

Competências Gerais:

- Competência 6: Valorizar a diversidade de saberes e promover o diálogo e a convivência democrática.
- Competência 7: Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis.
- Competência 9: Exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação.
- Competência 10: Agir com autonomia, responsabilidade e ética.

Habilidades Específicas de Ciências da Natureza (Biologia):

- 4 (EM13CNT201): Relacionar os mecanismos de transmissão da informação genética com hereditariedade e expressão gênica.
- 5 (EM13CNT202): Compreender os processos de hereditariedade e mutações, reconhecendo sua importância para a variabilidade genética e ocorrência de síndromes.
- 6 (EM13CNT205): Discutir aspectos éticos, sociais e culturais relacionados ao uso de conhecimentos genéticos, respeitando a diversidade humana.

8.3 Público-Alvo e Contexto de Aplicação

- Público-alvo: Estudantes do 1º ano do Ensino Médio.
- Disciplina: Biologia.
- Duração estimada: 4 aulas de 50 minutos (pode ser adaptada).
- Número de participantes: 20 a 35 alunos (divididos em 5 equipes de 4 a 7 integrantes).
- Pré-requisitos: Aulas expositivas com perguntas reflexivas, conceitos sobre genética, cromossomos, alterações cromossômicas e síndromes genéticas.

8.4 Componentes do Jogo

Materiais Necessários

Item	Quantidade	Descrição
Cartas de pistas	27 unidades	Cada carta contém até 4 pistas progressivas sobre uma síndrome genética cromossômica
Dado	1 unidade	Para sortear a ordem de jogada
Ampulheta	1 unidade	Para controlar o tempo de resposta 1 minuto
Cartolinas coloridas	5 unidades	Para identificar as equipes (azul, verde, amarela, roxa, vermelha)
Painel de pontuação	1 unidade	Tabela para registrar os pontos de cada equipe
Painel com nomes das síndromes	1 unidade	Apoio visual com os nomes das 5 síndromes trabalhadas

Item	Quantidade	Descrição
Prêmios (opcional)	--	Pontos extras, bombons, certificados, etc.

Descrição das Cartas

Cada carta apresenta:

- Título: “Aventura Genética: Desvendando as alterações”
- 4 pistas progressivas: Da mais desafiadora (complexa) até a mais simples.
- Design visual atrativo: Cores vibrantes, fontes legíveis, layout claro.

Exemplo de carta (Síndrome de Down):

Pista 1: Maior risco de problemas cardíacos congênitos.

Pista 2: Olhos com prega epicântica.

Pista 3: Características comuns: baixa estatura, mãos largas e atraso cognitivo.

Pista 4: Causada pela trissomia do cromossomo 21.

8.5 Regras do Jogo

Preparação

1. Organizar a sala em grupos de 4 a 7 alunos.
2. Cada equipe escolhe uma cor para identificação.
3. Embaralhar as cartas.
4. Cada equipe lança o dado; a que tirar o maior número inicia o jogo.

Dinâmica

1. O professor lê a primeira pista da carta para a equipe da vez.
2. A equipe tem 1 minuto (controlado pela ampulheta) para discutir e apresentar a resposta.
3. Um representante da equipe anuncia a resposta em voz alta.
4. Se a resposta estiver correta, a equipe ganha pontos conforme a tabela:

Pista utilizada	Pontuação
Acertou na 1ª pista	+25 pontos
Acertou na 2ª pista	+20 pontos
Acertou na 3ª pista	+15 pontos

Pista utilizada	Pontuação
Acertou na 4ª pista	+10 pontos
Errou após todas as pistas	-8 pontos

5. Se a equipe errar, a carta não passa para outra equipe (evita vantagem indevida).
6. O jogo prossegue até todas as 25 cartas serem utilizadas.

Desempate

- Em caso de empate, o professor aplica 2 perguntas bônus (valendo 5 pontos cada).
- Vence a equipe que responder corretamente primeiro.

Pontuação Final

- A equipe com maior pontuação vence o jogo.
- Premiação (opcional): Pontos extras na disciplina, certificados, bombons, etc.

8.6 Estratégias Pedagógicas e Fundamentos Teóricos

O jogo foi desenvolvido com base em princípios consolidados da educação e da psicologia da aprendizagem:

1. Aprendizagem Significativa: As pistas progressivas favorecem a ancoragem de novos conhecimentos em conceitos prévios, promovendo conexões cognitivas duradouras.
2. Teoria Sociointeracionista: O trabalho em equipe estimula que diferentes níveis de conhecimento sejam beneficiados.
3. Metodologias Ativas: O protagonismo do aluno é central: ele deve interpretar, discutir, argumentar e decidir. Isso contrasta com o modelo tradicional de transmissão passiva de conteúdo.
4. Ludicidade e Engajamento: O aspecto lúdico mantém os alunos motivados, reduz a ansiedade associada ao "erro" e cria um ambiente propício para experimentação e aprendizagem.
5. Desenvolvimento Socioemocional: O jogo trabalha competências como empatia, respeito à diversidade, cooperação e autocontrole, fundamentais para a formação cidadã.

8.7 Orientações para Aplicação

Antes do Jogo

1. Ministrar aulas expositivas sobre genética, cromossomos, mutações e síndromes cromossômicas (mínimo 2 aulas).
2. Disponibilizar materiais de estudo, caso o aluno opte por não participar: textos e atividades dirigidas (ver Apêndice 2).
3. Incentivar a revisão: Informar os alunos que o jogo exigirá conhecimentos prévios e que quanto mais estudarem, melhores serão suas chances de pontuar.

Durante o Jogo

1. Mediar ativamente: Observe o comportamento dos grupos, intervenha em caso de dúvidas conceituais muito errôneas ou conflitos.
2. Manter o ritmo: Controle o tempo para evitar dispersão.
3. Registrar observações: Anote perguntas/falas interessantes, dúvidas recorrentes, interações significativas.
4. Valorizar o processo: Elogie tentativas, raciocínios corretos mesmo que a resposta final esteja incorreta.

Depois do Jogo

1. Revisão coletiva: Projete as cartas no datashow e revise cada síndrome, permitindo que as equipes complementem as informações.
2. Roda de conversa: Discuta aspectos sociais, éticos e emocionais relacionados às síndromes.
3. Avaliar aprendizagem: Aplique questionário pós-jogo (Apêndice 7) e solicite produção de infográficos.
4. Feedback dos alunos: Valorize as percepções dos estudantes sobre a experiência.

8.8 Adaptações e Possibilidades de Variação

O jogo foi projetado para ser flexível e adaptável a diferentes contextos educacionais:

Para turmas menores (10-15 alunos)

- Reduzir para 3 equipes.
- Reduzir o número de cartas (15-20).
- Manter a mesma dinâmica.

Para turmas maiores (40+ alunos)

- Dividir em 6-8 equipes.

- Aplicar o jogo em rodadas eliminatórias (semifinal e final).
- Reduzir o tempo de resposta (45 segundos.)

Para tempo reduzido (30-40 minutos)

- Utilizar apenas 15 cartas.
- Reduzir o tempo de resposta para 30 segundos.
- Eliminar as perguntas bônus de desempate.

Para alunos com deficiência

- Visual: Providenciar cartas com letras ampliadas; leitura em voz alta clara.
- Auditiva: Garantir que as cartas sejam projetadas ou entregues impressas;
- Intelectual: Simplificar as pistas, permitir tempo adicional, formar grupos heterogêneos com apoio de colegas.

Para outros conteúdos de Biologia

O formato do jogo pode ser adaptado para:

- Evolução (teorias evolutivas, evidências, etc).
- Ecologia (biomas, ciclos biogeoquímicos, relações ecológicas etc).
- Fisiologia (sistemas do corpo humano etc).

Como adaptar:

1. Mantenha a estrutura de 4 pistas progressivas.
2. Ajuste a pontuação conforme a complexidade.
3. Adeque o número de cartas ao tempo disponível.

8.9 Avaliação da Aprendizagem

O jogo não substitui a avaliação formal, mas pode compor um sistema de avaliação diversificado:

Avaliação Processual (durante o jogo)

- Observar participação, colaboração, uso correto de conceitos.
- Registrar contribuições individuais significativas.

Avaliação Somativa (após o jogo)

- Questionário pós-jogo: Verificar a consolidação de conceitos.
- Produção de infográficos: Avaliar capacidade de síntese, organização e criatividade (ver seção 5.5 dos resultados).
- Autoavaliação: Solicitar que os alunos reflitam sobre desempenho e aprendizado.

CrITÉRIOS de Avaliação Sugeridos

Aspecto	Peso	Descrição
Participação no jogo	40%	Engajamento, colaboração, respeito às regras
Participação nas aulas	20%	Atenção
Infográfico	30%	Correção, organização, criatividade
Autoavaliação	10%	Reflexão crítica sobre o próprio aprendizado

8.10 Materiais Disponibilizados para Reprodução

Para facilitar a replicação do produto educacional por outros professores, os seguintes materiais estão disponíveis nos apêndices deste trabalho:

- Apêndice 2: Estudo dirigido guiado sobre síndromes genéticas cromossômicas (atividade preparatória).
- Apêndice 3: Questionário diagnóstico inicial.
- Apêndice 4: Slides trabalhados em aula (contexto teórico).
- Apêndice 5: Modelos das 27 cartas utilizadas no jogo (editáveis).
- Apêndice 6: Manual de instruções do jogo.
- Apêndice 7: Questionário diagnóstico pós-jogo.
- Apêndice 8: Painel com os nomes das síndromes (apoio visual).

Formato dos materiais: PDF e/ou editáveis (Word, PowerPoint, Canva).

Acesso: Os materiais podem ser reproduzidos livremente para fins educacionais, citando a fonte.

8.11 Considerações Finais sobre o Produto

O jogo "Aventura Genética: Desvendando as Alterações" demonstrou-se uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de síndromes cromossômicas, promovendo não apenas a consolidação de conceitos científicos, mas também o desenvolvimento de competências socioemocionais essenciais para a formação integral dos estudantes.

A aplicação do jogo evidenciou:

- Alto engajamento dos alunos, com participação ativa e colaborativa.
- Melhora na compreensão de conceitos abstratos e no uso adequado da terminologia científica.
- Desenvolvimento de empatia e ressignificação de concepções preconceituosas relacionadas às síndromes.
- Viabilidade de replicação em diferentes contextos, com materiais de baixo custo e fácil acesso.

Recomenda-se que o jogo seja utilizado como estratégia complementar, sempre precedido de aulas expositivas e sucedido de atividades de consolidação (revisão, produção de materiais, avaliação formal).

O produto educacional aqui apresentado contribui para a missão do PROFBIO de formar professores reflexivos, capazes de desenvolver estratégias inovadoras e fundamentadas para o ensino de Biologia na Educação Básica.

Referências do produto educacional

CAMPOS, C. K. P. et al. Exames de paternidade pelo DNA: uma metodologia para ensino da genética molecular. **Genética na Escola**, v. 5, n. 2, p. 7-13, 2010.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**: O Jogo Como Elemento Da Cultura. 5. ed. São Paulo: Perspectiva/EDUSP, 2004.

KISHIMOTO, T. M. et al. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZUANON, Á. C. A. et al. Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 1-15, 2010.

APÊNDICE 9: PAINEL COM OS NOMES DAS SÍNDROMES

DES SVENDANDO SÍNDROMES GENÉTICAS Tabela de Pontuação							
Equipes	25 pontos	20 pontos	15 pontos	10 pontos	-8 pontos	Total	Bônus
Roxa							
Amarela							
Azul							
Vermelha							
Verde							

APÊNDICE 10: ATA DE DEFESA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

Formato da Defesa: () presencial (X) virtual () híbrido

Ata da sessão (X) pública () privada referente à defesa da () dissertação () tese intitulada ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE SÍNDROMES GENÉTICAS NO ENSINO MÉDIO, para fins de obtenção do título de (X)mestra(e) () doutor(a) em Ensino de Biologia, área de concentração Ciências Biológicas, pelo(a) discente Núbia dos Santos Dias (matrícula 120490025 - 01/2024), sob orientação da Prof.(a)Dr(a)Michele Munk Pereira.

Ao 16 dia do mês de março do ano de 2026, às 13 horas, no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora da (X) dissertação ()tese em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação, conforme a seguinte composição:

Titulação Prof(a) Dr(a) / Dr(a)	Nome	Na qualidade de:	Vínculo Institucional
Profª. Drª.	Michele Munk Pereira	Orientadora e Presidente da Banca	UFJF
Profª. Drª.	Heloísa DÁvila	Membro titular interno	SEEMG
Profª. Drª.	Eduarda Rocha de Oliveira	Membro titular externo	FIOCRUZ
Prof. Dr.	Marcelo de Oliveira Santos	Suplente interno	UFJF
Profª. Drª.	Daniele de Fátima Alves Venâncio	Suplente externo	CTPMMG

AValiação da Banca Examinadora

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto sensu e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) APROVADO

() REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

Novo título da Dissertação/Tese (só preencher no caso de mudança de título):

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gerais sobre a dissertação/tese e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

Nada mais havendo a tratar, o(a) senhor(a) Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente, atestando ciência do que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de mestre(a)/doutor(a), a versão final da dissertação/tese, considerada Aprovada, devidamente conferida pela Secretaria do Programa de Pós-graduação, deverá ser tramitada para a PROPP, em Processo de Homologação de Dissertação/Tese, dentro do prazo de 60 dias a partir da data da defesa. Após o envio dos exemplares definitivos, o processo deverá receber homologação e, então, ser encaminhado à CDARA.

Esta Ata de Defesa é um documento padronizado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Observações excepcionais feitas pela Branca Examinadora poderão ser registradas no campo disponível acima ou em documento anexo, desde que assinadas pelo(a) Presidente(a).

Esta Ata de Defesa somente poderá ser utilizada como comprovante de titulação se apresentada junto à Certidão da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos da UFJF (CDARA) atestando que o processo de confecção e registro do diploma está em andamento.



Documento assinado eletronicamente por **Núbia dos Santos Dias, Usuário Externo**, em 23/04/2026, às 11:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michele Munk Pereira, Professor(a)**, em 23/04/2026, às 14:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduarda Rocha de Oliveira, Usuário Externo**, em 23/04/2026, às 16:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Heloisa D Avila da Silva Bizarro, Professor(a)**, em 24/04/2026, às 11:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-UFJF (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2957215** e o código CRC **C8C0DAF9**.