



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

REYLANE LIMA DE SOUSA

O USO DO JOGO “CSI, SIMULANDO A ANÁLISE DE UM CRIME PARA ENSINAR GENÉTICA” COMO FERRAMENTA DE ENSINO APLICADA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

URUÇUÍ-PI

2023

REYLANE LIMA DE SOUSA

O USO DO JOGO “CSI, SIMULANDO A ANÁLISE DE UM CRIME PARA ENSINAR GENÉTICA” COMO FERRAMENTA DE ENSINO APLICADA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Lic. em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Ícaro Fillipe de Araújo Castro

URUÇUÍ-PI

2023

O USO DO JOGO “CSI, SIMULANDO A ANÁLISE DE UM CRIME PARA ENSINAR GENÉTICA” COMO FERRAMENTA DE ENSINO APLICADA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Reylane Lima de Sousa¹
Ícaro Fillipe de Araújo Castro²

RESUMO

Os avanços trazidos pelo uso frequente da engenharia genética nos processos biotecnológicos e seu impacto à saúde humana e economia, vem popularizando cada vez mais termos diversos ligados a biologia molecular. Entretanto, por muitas vezes, a falta de conhecimentos acerca desses assuntos por uma parcela da população, os impedem de discutir esses importantes processos ou mesmo estimulam a vinculação de falsos conhecimentos que podem ter um impacto devastador para a sociedade. Por isso, esse trabalho tem como objetivo avaliar a aplicabilidade do jogo “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética” como ferramenta de ensino no contexto da educação básica. Para tanto, foi realizada uma pesquisa classificada como descritiva de caráter quali-quantitativo, tendo como público alvo discentes do ensino médio de uma Instituição de Ensino localizada em Uruçuí, Piauí. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, mas a efetivação da participação ocorreu somente pela concordância a um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos maiores de idade, ou a um Termo de Responsabilidade (TR) assinado pelos responsáveis dos menores participantes. Para coleta de dados, os discentes responderam ao questionário um (Q1) que possui questões de percepção relacionadas ao uso de jogos e aos conteúdos relacionados à engenharia genética, bem como questões de vestibular relacionadas ao tema. Em seguida, ocorreu a aplicação do jogo “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética”, onde temas de biologia molecular foram trabalhados de uma forma dinâmica e interativa. Ao final da aula, os alunos responderam ao questionário dois (Q2) com as mesmas questões de vestibulares do Q1, adicionando-se três questões sobre sua percepção dos discentes em relação a atividade realizada. Para análise de dados, comparações percentuais foram realizadas, e para as questões de vestibular utilizou-se o teste de *McNemar* com significância estabelecida a cinco por cento. Os resultados apontaram massiva aprovação dos discentes para com o jogo utilizado, e que este contribuiu diretamente nos seus aprendizados, mostrando-se assim uma excelente ferramenta de ensino e aprendizado. Dessa forma, apontamos que a inovação didática deve sempre acompanhar o avanço científico, e que ambos devem fazer parte do cotidiano escolar de discentes da educação básica, numa perspectiva de formação de cidadãos cientes, reflexivos e que tenham posições sobre temas inerentes a sociedade em que vivem.

Palavras-chave: Biotecnologia; Recursos Didáticos; Ensino de Biologia Molecular; Ensino-aprendizado; Educação Básica.

¹ Licencianda em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: reylanne4@gmail.com

² Professor Doutor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: icaro.castro@ifpi.edu.br

ABSTRACT

Advances brought about by the frequent use of genetic engineering in biotechnological processes and its impact on human health and the economy have increasingly popularized diverse terms related to molecular biology. However, many times, lack of knowledge about these subjects by a portion of the population prevents them from discussing these important processes or even encourages the linking of false knowledge that can have a devastating impact on society. Therefore, this objective study evaluates the didactic sequence of unveiling crime as a tool for the discussion of molecular biology content in high school. For this, a research classified as descriptive of a quali-quantitative nature was carried out, having as target audience high school students of an educational institution located in Uruçuí, Piauí. All participants were informed about the objectives of the research, but participation occurred only by agreeing to a Term of Free and Informed Consent (TCLE) for adults or to a Term of Responsibility (TR) signed by those responsible for the smallest participants. For data collection, the students answered spoken one (Q1), which had perception questions related to the use of games and content related to genetic engineering, as well as college entrance exam questions related to the theme. Soon after, the application of the game “CSI, simulating the analysis of a crime to teach genetics” took place, where molecular biology themes were worked on in a dynamic and interactive way. At the end of the class, the students answered experiment two (Q2) with the same questions from the entrance exams of Q1, adding three questions about their perception of the students in relation to the activity carried out. For data analysis, percentage comparisons were performed, and for the entrance exam questions, the McNemar test was used with established significance and five percent. The results showed massive approval by the students for the game used and that it directly contributed to their learning, thus proving to be an excellent teaching and learning tool. In this way, we point out that didactic innovation must always accompany scientific advances, and that both must be part of the school routine of basic education students, in a perspective of forming aware, reflective citizens who are concerned about issues inherent to the society in which they live.

Keywords: Biotchenology; Genetic engineering; Didactic resources; Teaching Molecular Biology; Basic Education.

Data de aprovação: 21/06/2023 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

A biologia é uma área de conhecimento cujas propostas curriculares de ensino ensejam o desenvolvimento de habilidades e competências que devem ser capazes de permitir a representação, a compreensão e a contextualização sociocultural dos diferentes conteúdos por ela abordados (ARAUJO; SANTOS, 2014). Nesse sentido, Fernandes (2020) destaca que a finalidade da biologia nos currículos escolares é estimular a criticidade e raciocínio lógico do aluno, ensiná-los sobre como funciona o corpo humano, lugar que ocupa na natureza e na sociedade.

Entretanto, o ensino de biologia vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores, uma vez que seu conteúdo e sua metodologia no ensino médio estão voltados, quase que exclusivamente, para preparar os alunos para os exames vestibulares, pautados pela memorização de denominações e conceitos e reprodução de regras e processos (BRASIL, 2006). Nessa perspectiva, o aluno tende a perder o interesse pelas aulas, pois muito pouco é feito para torná-la mais atrativa e motivadora, o que dificulta o processo de ensino-aprendizagem e a construção do conhecimento pelo discente (NICOLA; PANIZ, 2017; OLIVEIRA, 2018).

A dificuldade é ampliada em conteúdos ditos “difíceis”, como a biologia molecular. Esta área se caracteriza pelo estudo das propriedades do material genético, e vem ganhando força em um mundo cada vez mais dependente da biotecnologia e da engenharia genética. O crescimento do interesse pela biologia molecular está inteiramente associado à necessidade de esclarecimentos de termos cada vez mais comuns em nosso cotidiano, como células tronco, vacinas, tecnologia do DNA recombinante, organismos geneticamente modificados, transgênicos, entre outros. Além disso, observa-se ainda a grande quantidade de informações veiculadas nas diversas mídias que dependem do entendimento de conteúdos relacionados à biologia molecular, evidenciando também sua importância na sociedade.

Almeida *et al.* (2013) enfatizam que é importante que sociedade tenha noções de conhecimentos básicos, que permitam compreender as aplicações da engenharia genética e biologia molecular, e que os cidadãos estejam aptos a realizar discussões e/ou tomar decisões que necessitam desses conhecimentos, uma vez que os processos biotecnológicos possuem grande potencial para humanidade e que devem ser aplicados de forma benéfica. Dessa forma, destacamos que a mera transmissão dos conteúdos relacionados à biologia molecular se mostra insuficiente frente sua importância no cenário atual.

O uso de jogos didáticos dispõe de grande relevância no avanço intelectual dos discentes por contribuir no modo de adequação da temática, proporcionando diversas habilidades como o seu aperfeiçoamento, melhoria na espontaneidade e criatividade, comunicação dentre outras (BARROS, 2019). Por isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a aplicabilidade do jogo “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética” como ferramenta de ensino no contexto da Educação Básica.

2 METODOLOGIA

2.1 A Pesquisa

A referida pesquisa é classificada como descritiva, pois objetivou a descrição detalhada e abrangente dos dados coletados, que por sua vez são complementados pelos resultados qualitativos (NASCIMENTO; SOUSA, 2016). De acordo com sua finalidade, é classificada como aplicada por objetivar a produção de saberes científicos, de natureza experimental por conter experimentação, e possui natureza quali-quantitativa. Quanto a sua

finalidade é tomada como exploratória, pois dispõe-se de aproximação do investigador com o tema, em um primeiro momento, para que dessa forma este torne-se mais familiarizado com o obstáculo a ser explorado com seus respectivos dados e fenômenos (FONTELLES *et al.*, 2009).

A pesquisa foi realizada no ano de 2023.¹ O público-alvo da pesquisa foi composto por 24 alunos discentes de terceiro ano de uma Instituição Federal de Ensino localizada em Uruçuí-PI. A escolha da pesquisa a ser realizada se deu por meio da percepção das dificuldades enfrentadas pelos estudantes em conteúdos relacionados a biologia molecular. Em um primeiro momento, a ideia da pesquisa foi apresentada para o docente de biologia que ministrava aulas na referida turma. Diante do encontro com o docente, foi apresentado o jogo “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética” (DEGRANDI *et al.*, 2022), e como este seria conduzido e em sala de aula.

Por intermédio do professor, foi realizada uma visita a turma participante, e apresentados os objetivos da pesquisa. Após esse momento, os discentes foram convidados a participar da pesquisa. A partir da aceitação, todos os participantes do estudo maiores de 18 anos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Aos participantes menores de idade, foi enviado aos seus responsáveis um Termo de Responsabilidade (TR). Após a efetivação da participação, os discentes responderam a um questionário (APÊNDICE I) que continha questões que buscavam a percepção dos discentes quanto ao uso de jogos no contexto escolar, bem aos conteúdos de biologia molecular e engenharia genética. O questionário também continha questões de vestibulares que buscavam avaliar os conhecimentos prévios dos alunos para os conteúdos a serem abordados em sala

2.2 O Espaço de criação

Para a execução do trabalho, fez-se uso do jogo denominado “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar Genética” (DEGRANDI *et al.*, 2022), com diversas modificações tendo em vista de deixar o jogo ainda mais interessante. Todo o jogo ocorreu em um ambiente de sala de aula, e o discente ao entrar na sala, via no chão a simulação da cena do crime, onde o local em que o “corpo” se encontrava foi demarcado, juntamente com a arma do crime (uma faca suja de *ketchup*) e o boletim de ocorrência. A sugestão de montagem da cena do crime não se encontrava no trabalho, e foi realizada para deixar o aluno mais envolvido com o jogo. A cena do crime e a arma utilizada podem ser evidenciadas na Figura 1.

Figura 1. Simulação de uma cena do crime criada para realização do jogo com alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruçuí, Piauí. Em fita verde observa-se o espaço anteriormente ocupado pelo “corpo”, e no retângulo preto se evidencia a arma do crime (faca) e o “sangue” da vítima (*ketchup*).



Fonte: Autoria própria (2023)

Logo após a montagem da cena, materiais a serem utilizados foram alocados na sala de aula, sendo compostos por impressões com os testes que os alunos deveriam realizar durante a investigação, e a eletroforese utilizada para demonstração. A eletroforese é um equipamento caro e inacessível, mas como o professor da disciplina já fazia pesquisas utilizando-a, ela foi emprestada para aplicação do jogo e maior familiarização dos discentes com equipamentos fundamentais para a ciência. Para demonstração do funcionamento da eletroforese em gel, foi realizada a preparação do gel de agarose no laboratório de biologia da instituição, e este por sua vez foi colocado em uma das cubas para servir como modelo aos discentes. A cuba de eletroforese e seu respectivo gel podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2. Cuba de eletroforese e gel de agarose utilizados como auxílio ao jogo proposto.



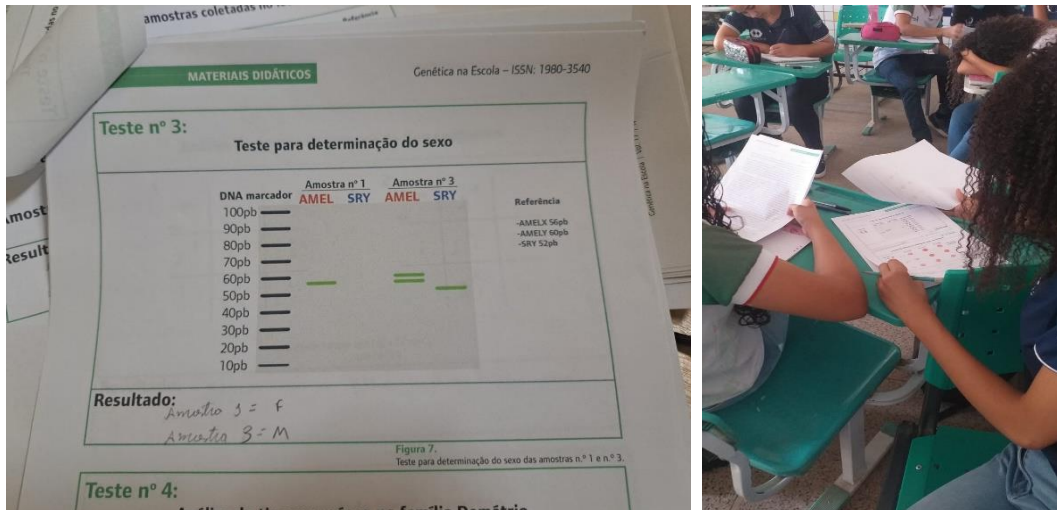
Fonte: Autoria própria (2023)

O jogo proposto por Degrandi *et al.* (2022) continha 10 testes, e à medida que estes iam sendo resolvidos pelos discentes, novas etapas eram necessárias para que o crime fosse desvendado. Os conteúdos foram trabalhados concomitantemente à exposição do jogo, pois os discentes precisavam de informações relacionadas à genética e biologia molecular para solução do caso, pois faziam uso de técnicas como tipagem sanguínea baseada no sistema ABO, DNA *fingerprint* e sequenciamento genético. A cada teste resolvido o aluno colhia informações para próxima etapa.

2.3 Aula utilizando a Metodologia

Depois da preparação da sala de aula e dos materiais utilizados, a turma participante da pesquisa foi dividida em dois grupos, cada grupo contendo 12 discentes. Dessa forma os grupos se posicionaram em lados opostos da sala. Logo após a divisão, cada um dos grupos recebeu cópias do boletim de ocorrência (BO) e de cartas usadas como provas na investigação, assim como também os testes para solucionar o caso. O primeiro teste a ser realizado pelos grupos tratava-se de tipagens sanguíneas das amostras de sangue encontradas na cena do crime, e o segundo era referente a determinação de sexo através de marcadores moleculares (AMEL e SRY). Os testes podem ser evidenciados na Figura 4.

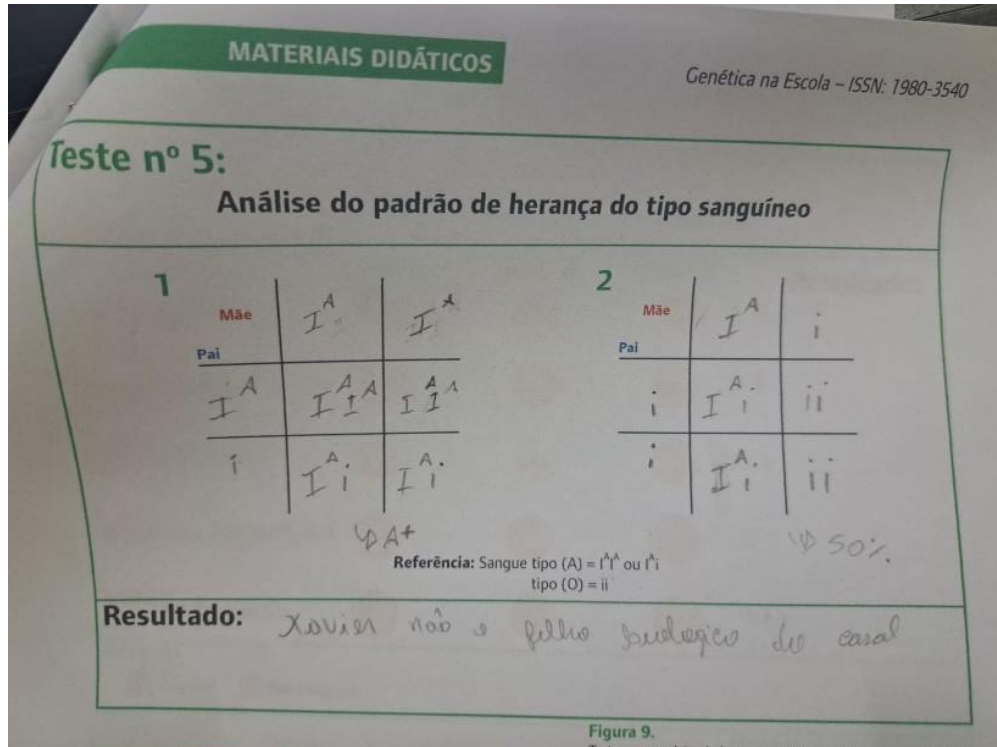
Figura 3. Representação do teste 1 e 3, e resolução dos testes propostos aos alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruçuí, Piauí.



Fonte: Modificado de Degrandi *et al.* (2022)

O teste seguinte, tratava-se de uma outra tipagem sanguínea com o objetivo de determinar o tipo sanguíneo da família envolvida no caso. A partir dos resultados obtidos, os alunos foram direcionados ao teste cinco, por meio do qual eles realizaram o cruzamento entre familiares para determinar o padrão de herança dos envolvidos. O cruzamento realizado pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4. Representação do cruzamento realizado pelos discentes para analisar a filiação de um dos envolvidos realizado pelos alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruaú, Piauí.

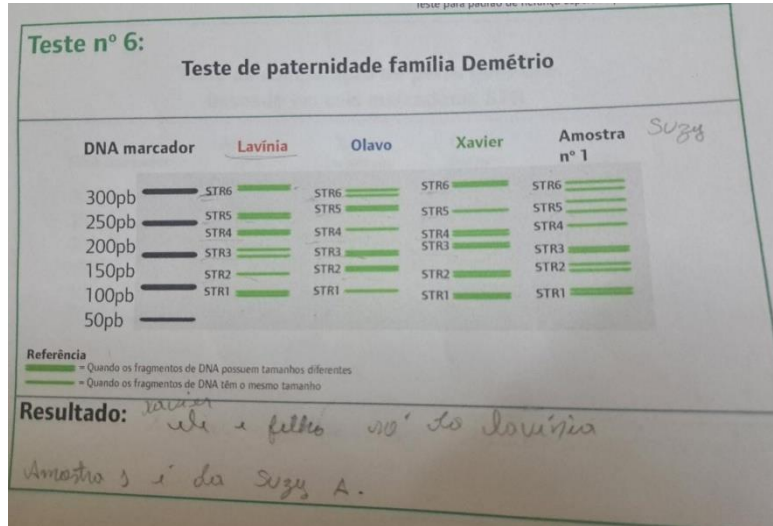


Fonte: Modificado de Degrandi *et al.* (2022)

A etapa seguinte buscou validar o resultado do teste de tipagem sanguínea por meio de um teste de paternidade. Neste momento os alunos tiveram que realizar uma análise dos marcadores nos DNAs de cada indivíduo baseando-se nos seus tamanhos e presença no DNA

dos envolvidos. A representação das amostras analisadas e as respostas podem ser visualizadas na Figura 5.

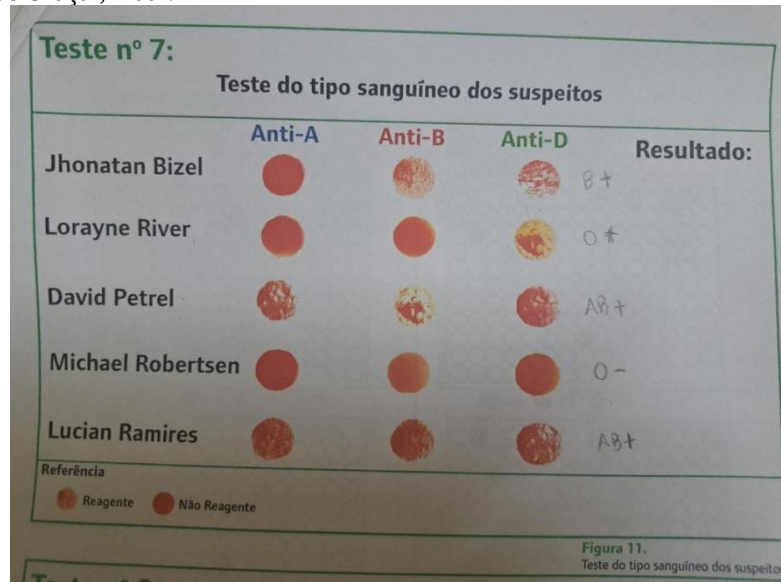
Figura 5. Representação do teste de paternidade analisado pelos alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruçuí, Piauí.



Fonte: Modificado de Degrandi et al. (2022)

Após o resultado do teste seis, os alunos iniciaram o teste sete, no qual deveriam determinar o tipo sanguíneo de cada um dos suspeitos do crime utilizando seus conhecimentos sobre sistema ABO. Os alunos finalizaram a etapa e descreveram os tipos sanguíneos encontrados que podem ser vistos na Figura 6.

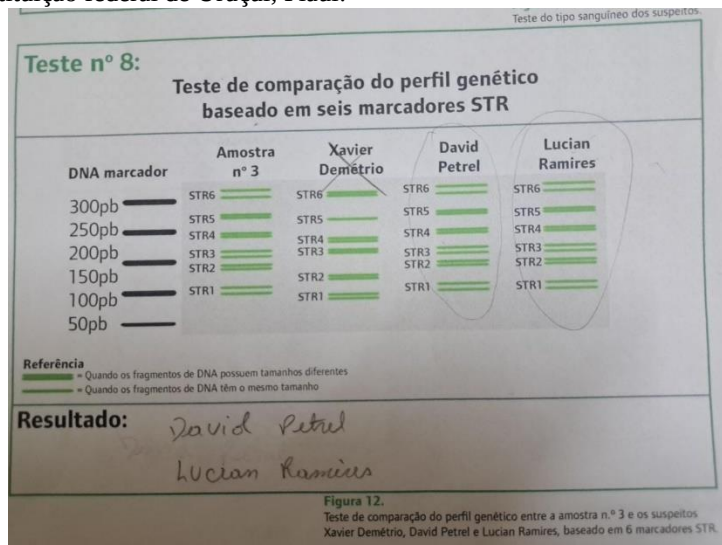
Figura 6. Representação do teste com suas respectivas soluções analisados pelos alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruçuí, Piauí.



Fonte: Modificado de Degrandi et al. (2022)

O próximo teste que foi realizado foi o teste de comparação do perfil genético baseado em marcadores *Short Tandem Repeats* (STR) da amostra encontrada na cena e dos suspeitos. Os alunos utilizaram a visualização dos marcadores para resolver essa etapa representada na Figura 7.

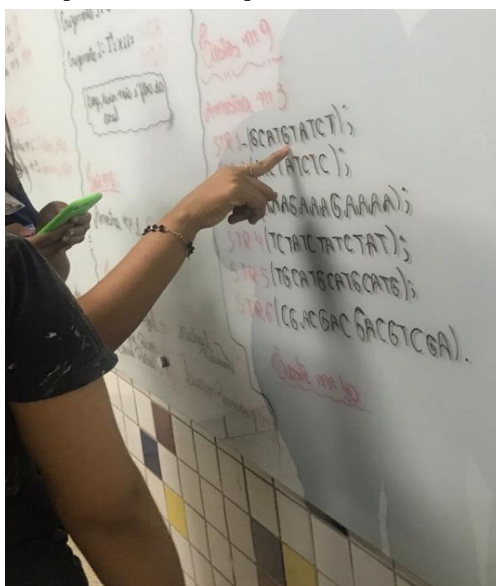
Figura 7. Representação do teste de comparação do perfil genético analisado e respondido pelos alunos do ensino médio de uma instituição federal de Uruaú, Piauí.



Fonte: Modificado de Degrandi *et al.* (2022)

Para finalizar a sequência e desvendar o crime em questão, os alunos realizaram mais dois testes, nove e 10, no qual os discentes realizaram o sequenciamento do DNA dos suspeitos no teste nove e analisaram os perfis genéticos encontrados no teste dez e por fim solucionaram o crime sendo apontado o personagem Richard Ramires como assassino. O sequenciamento dos suspeitos realizados pelos estudantes no teste nove pode ser evidenciado na Figura 8.

Figura 8. Sequenciamento realizado pelos estudantes para descobrir o autor do assassinato.



Fonte: Autoria própria (2023)

Após a finalização o jogo, um novo questionário foi aplicado (APÊNCICE II), e este continha as mesmas questões de vestibular do Q1 com a adição de três perguntas que buscavam conhecer a percepção dos discentes em relação ao jogo proposto.

2.4 Coleta e análise de dados

Os dados foram coletados, analisados e tabulados com o auxílio do programa *Excel* (2007). Para as questões de percepção, ocorreu uma análise quantitativa dos dados, avaliando número de respostas por alternativa e porcentagens equivalentes. Para as questões de vestibular, realizou-se uma análise quantitativa, utilizando-se para isso o teste de *McNemar* com significância estabelecida em cinco por cento. Este teste permitiu analisar a influência da metodologia aplicada no aprendizado dos discentes (COSTA; VERÇOSA; CASTRO, 2023). Para a pergunta aberta, realizou-se uma análise de conteúdo a partir das falas dos discentes seguindo-se recomendações de Ferreira e Louguecio (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, participaram dessa pesquisa 24 discentes do terceiro ano do ensino médio de uma Instituição Federal de Ensino localizada em Uruçuí-PI. Destes, 20 (83%) pertenciam ao sexo feminino, e quatro (17%) ao sexo masculino, com idades variando entre 16 e 19 anos. Na primeira questão do Q1, perguntou-se com que frequência ocorria o uso de jogos associados a aulas ao longo da sua Educação Básica. Nas respostas, nenhum aluno afirmou ser frequente, 19 alunos (79%) afirmaram ser pouco frequente, e 5 alunos (21%) não se recordam do uso.

Evidencia-se pouca ou nenhuma frequência no uso de jogos associados ao contexto escolar, embora a literatura aponte o jogo como uma excelente estratégia de ensino. Conceição, Mota e Barguil (2020) relatam que a aplicação desses jogos promovem a aplicação desses jogos promove não apenas uma motivação aos discente, mas também circunstâncias para que estes sintam-se seguros para idealizar interrogações dentro e fora do ambiente escolar.

Na segunda questão do Q1, os discentes foram indagados sobre a importância da presença de jogos didáticos no contexto escolar. Nas respostas, 20 alunos (83%) afirmaram ser muito importante, 3 alunos (13%) consideram pouco importante e apenas 1 aluno (4%) considera sem importância. Nesse sentido, Alencar e Freitas (2019) destacam a importância do uso de novas estratégias metodológicas para despertar o interesse e a participação dos alunos para a disciplina biologia. As autoras apontaram também em seu trabalho que a execução desse tipo de jogo didático na disciplina biologia se mostrou um meio inovador, e promoveu a curiosidade dos alunos, de maneira que os procedimentos e técnicas proporcionaram um aprendizado fácil, eficiente e divertido dos conteúdos no contexto escolar.

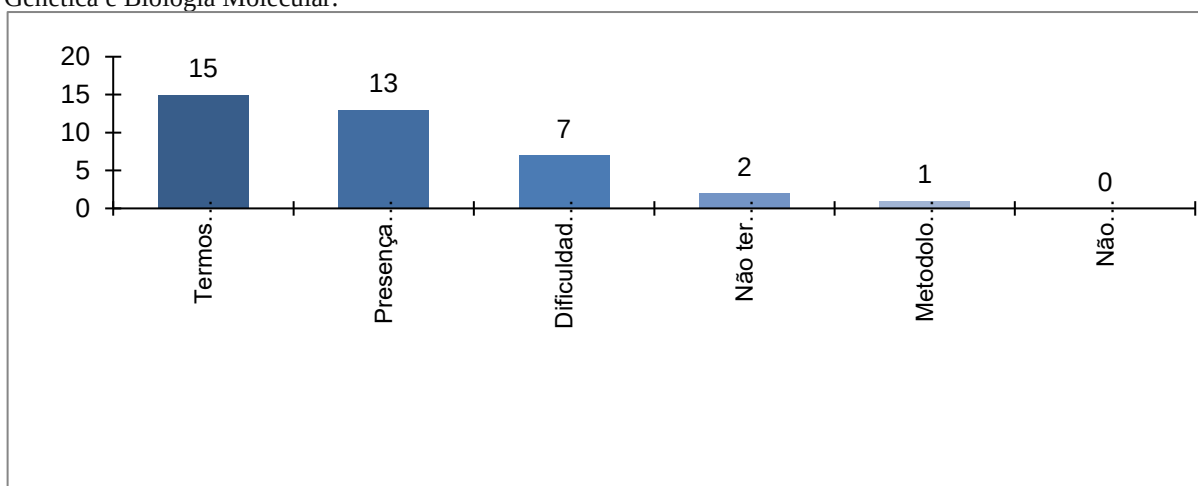
Na terceira questão do Q1 perguntou-se aos discentes em relação aos seus conhecimentos relacionados à engenharia genética. Nas respostas, nenhum discente afirmou ter muito conhecimento sobre o tema, 22 discentes (92%) tem algum conhecimento sobre o tema, e apenas 2 alunos (8%) não tem nenhum conhecimento sobre o tema. De acordo com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é necessário que o discente do terceiro ano conheça o tema em questão, sendo necessário o desenvolvimento da seguinte habilidade: “analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza tais como tecnologias do DNA, com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis (BRASIL, 2018).

Na quarta questão, indagou-se aos discentes sobre seus conhecimentos relacionados aos temas: clonagem, terapia gênica, transgênico, tecnologia do DNA recombinante e DNA *fingerprint*. Nas respostas obtidas, nenhum aluno respondeu ter ouvido falar sobre a maioria dos termos e saber explicá-los, 19 alunos (79%) já ouviram falar da maioria dos termos, mas não sabem explicá-los, e 5 alunos (21%) nunca ouviram falar da maioria dos termos. Um estudo realizado por Pedrancini (2007), que teve por objetivo realizar uma investigação sobre quais conhecimentos os discentes do terceiro ano do ensino médio sobre temas relacionados a biologia, observou que os discentes possuíam concepções errôneas e com algumas definições errôneas sobre assuntos referentes a transgenia, célula, seres vivos e função do material genético.

Na quinta questão de percepção do Q1, os discentes foram questionados sobre as dificuldades relacionadas a área da biologia molecular e genética, na qual 13 discentes (54%) relatam ser um conteúdo de difícil entendimento, 11 discentes (46%) afirmaram ser um conteúdo entendimento moderado, e nenhum afirmou ser de fácil entendimento. Santos, Doro e Costa (2021) ao realizarem um trabalho com estudantes do ensino médio, evidenciaram a necessidade de se repensar os processos de ensino e aprendizagem vinculados ao estudo do material genético, pois a maioria dos participantes da pesquisa qualificam tais conteúdos como complexos e de difícil compreensão.

Na sexta pergunta do Q1, os discentes foram questionados sobre quais as maiores dificuldades para o entendimento da genética e biologia molecular. Nas respostas, os alunos poderiam marcar mais de uma alternativa ou descrever outras dificuldades, sendo apresentadas as seguinte opções: termos difíceis de aprender (15 discentes); presença de cálculos (13 discentes); dificuldade em visualizar estruturas celulares (sete discentes); não ter visto o conteúdo previamente (dois discentes); metodologias de ensino utilizadas pelo docente (um discente); não tenho dificuldade; outra. As principais dificuldades apontadas podem ser visualizadas na Figura 9.

Figura 9. Respostas dos discentes sobre quais são suas maiores dificuldades no entendimento de conteúdos de Genética e Biologia Molecular.



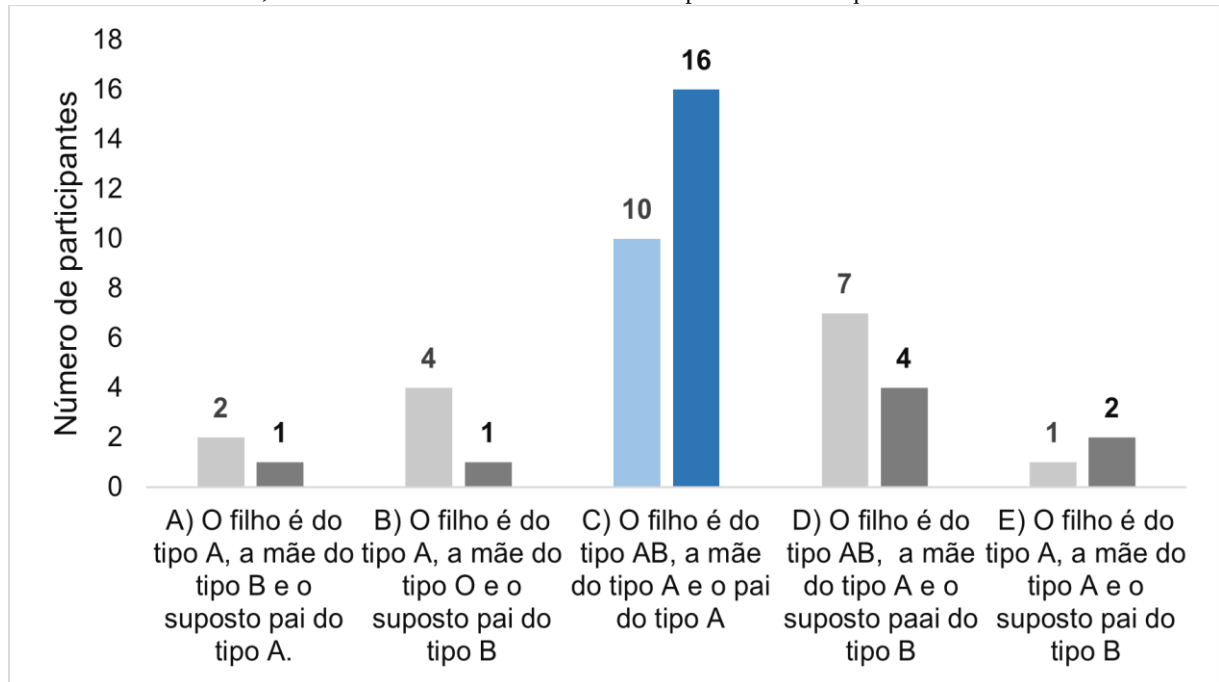
Fonte: Autoria própria (2023)

Sobre as dificuldades citadas, a literatura aponta que estas podem estar associadas à gramática utilizada nas linguagens científicas (THORNE; GERIQUE; HAGBERG, 2013), na abordagem superficial desses temas (SILVA; MACIEL; CASTRO, 2019), dificuldades na formação superior do docente relacionada a área da genética (CASTRO; MAIA; CASTRO, 2021) e as metodologias utilizadas para discussão da genética (LIMA; SANTOS, 2014). Nesse sentido, Aguiar e Castro (2020) evidenciaram em seu trabalho que os principais motivos para esta dificuldade estão associados aos termos usados nos conteúdos, as metodologias que os professores fazem uso e as dificuldades referentes à matemática, mostrando a falta do aprendizado em outras matérias.

As questões adiante são de vestibulares e foram repetidas nos questionários um e dois, por isso serão analisadas de forma concomitante. A primeira questão de vestibular questionou aos alunos sobre qual alternativa apresentava corretamente a exclusão da paternidade baseada nos tipos sanguíneos do sistema ABO com as seguintes afirmativas: a) O filho é do tipo A, a mãe do tipo B e o suposto pai do tipo A; b) O filho é do tipo B, a mãe do tipo O e o suposto pai do tipo B; c) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo A; d) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B; e) O filho é do tipo A, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B). No Q1 10 discentes (38%) responderam corretamente a referida questão

(letra C), enquanto no Q2 o acerto foi de 16 discentes (62%), observando-se diferença estatísticas no acerto entre Q1 e Q2 ($p=0,0074$). A representação gráfica das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 10.

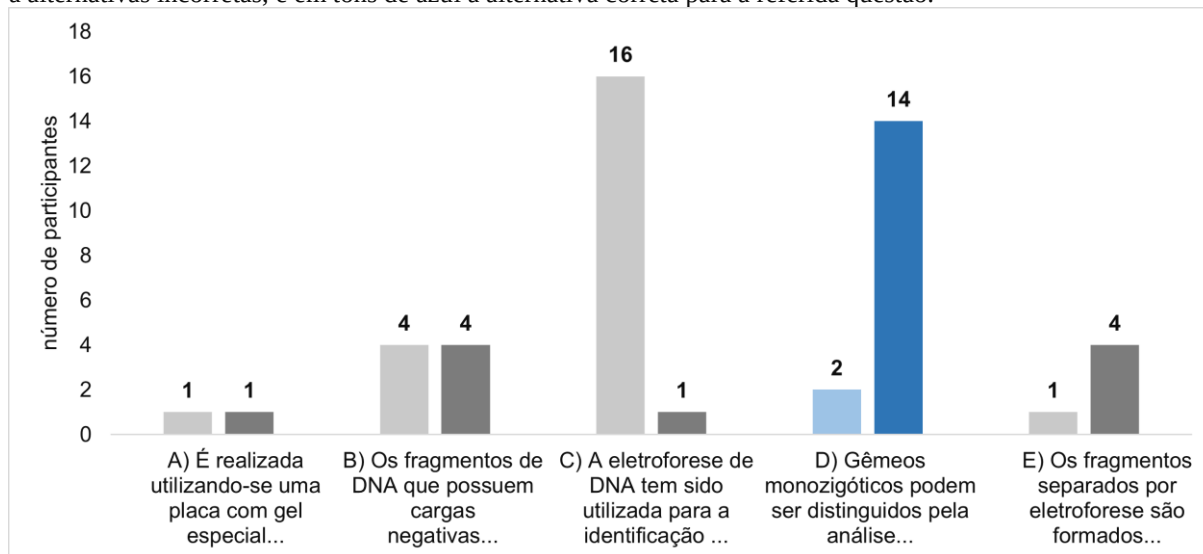
Figura 10: Respostas dos discentes em relação a primeira questão de vestibular. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simbolizam-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a referida questão.



Fonte: Autoria própria (2023)

A segunda questão de vestibular indagava aos discentes qual alternativa estava incorreta em relação ao processo de eletroforese do DNA, com as seguintes alternativas: a) é realizada utilizando-se uma placa com gel especial, fragmentos de DNA e aplicação de corrente elétrica; b) os fragmentos de DNA que possuem cargas negativas se deslocam para o polo positivo, quando é aplicada uma descarga elétrica na placa de gel; c) a eletroforese de DNA tem sido utilizada para a identificação de pessoas, nas investigações policiais, em processos judiciais e na determinação da paternidade; d) gêmeos monozigóticos podem ser distinguidos pela análise do DNA nuclear; e) os fragmentos separados por eletroforese são formados por DNA, que possui fita dupla. No Q1, apenas 2 alunos (8%) marcaram a alternativa corretamente (letra D), enquanto no Q2 o acerto foi de 14 alunos (58%), observando-se diferença estatísticas no acerto entre Q1 e Q2 ($p=0,0047$). A representação gráfica das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 11.

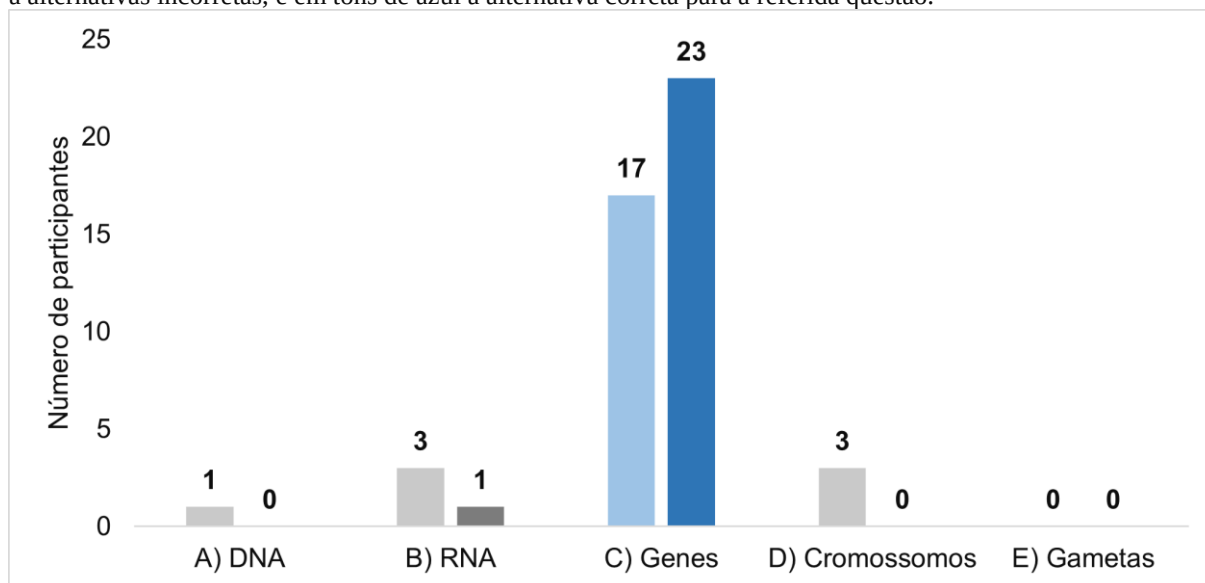
Figura 11: Respostas dos discentes em relação a segunda questão de vestibular. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simbolizam-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a referida questão.



Fonte: Autoria própria (2023)

Na terceira questão de vestibular, os discentes foram questionados sobre como são chamados os trechos que existem nas moléculas de DNA que identificam informações hereditárias que são passadas de pais para filhos, sendo apresentadas as seguintes alternativas: a) DNA; b) RNA; c) Genes; d) Cromossomos; e) Gametas. No Q1 17 alunos (71%) marcaram corretamente (letra C) e no Q2 os acertos foram de 23 alunos (96%), observando-se diferença estatísticas no acerto entre Q1 e Q2 ($p = 0,0253$). As alternativas e respostas dos alunos podem ser evidenciadas na Figura 12.

Figura 12: Respostas dos discentes em relação a terceira questão de vestibular. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simbolizam-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a referida questão.



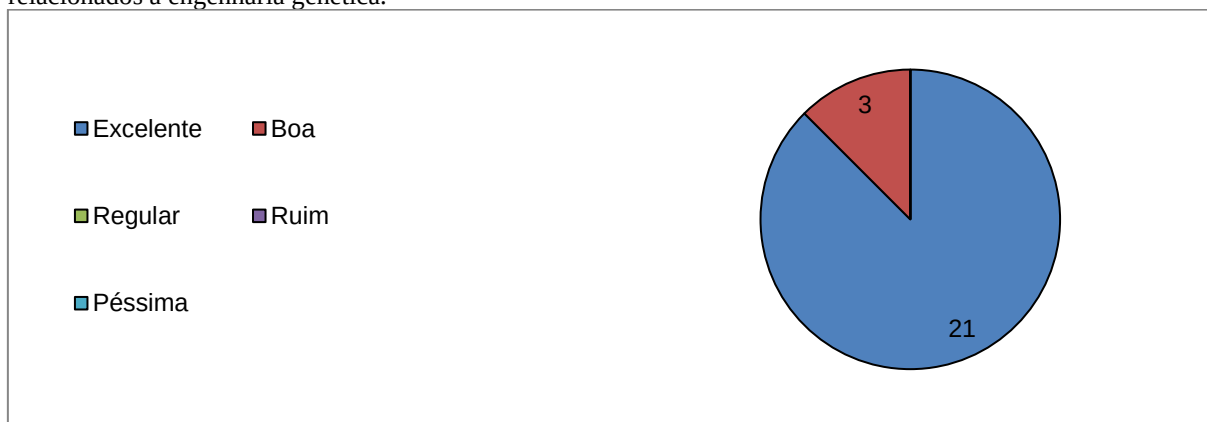
Fonte: Autoria própria (2023)

A comparação no acerto entre questões de vestibulares presentes no Q1 e Q2 indicam a eficácia do jogo utilizado, observando-se melhora na porcentagem de acertos em todas as questões de vestibular com significância estatística. Dessa forma, a diversificação metodológica e a participação ativa do discente na solução do caso, permitiu o aprendizado de conteúdos amplamente apontados como difíceis pela literatura vigente (THORNE; GERICKE; HAGBERG, 2013; SILVA; LIMA; SANTOS, 2014; MACIEL; CASTRO, 2019; AGUIAR; CASTRO, 2020).

Dados similares podem ser observados nos trabalhos de Leão *et al.* (2018) e Elias e Rico (2020), que obtiveram em seus resultados a confirmação da eficiência das metodologias ativas nos processos de ensino e aprendizagem, sendo estes mais satisfatórios e expressivos. Grübel e Bez (2006) destacam que a sua utilização no contexto da sala de aula pode ser considerada como um instrumento favorável para a aprendizagem, no qual pode ser utilizada de diversas formas conforme as circunstâncias e os objetivos que se pretende alcançar.

Após as questões de vestibulares presentes no Q2, foram adicionadas mais três questões relacionadas a percepção dos discentes para com o jogo didático aplicado. A primeira questão indagou sobre a aplicabilidade do jogo proposto para a discussão de conteúdos relacionados a engenharia genética. Nas respostas, 21 discentes (88%) afirmaram ter sido excelente, e três discentes apontaram a alternativa “boa”. Nenhum discente marcou a alternativa regular, ruim ou péssima, como observado na Figura 13. A boa aceitação dos alunos quanto ao método proposto pode estar associada a maneira como o jogo consegue prender sua atenção e ao mesmo tempo auxiliar no aprendizado de forma divertida e prazerosa.

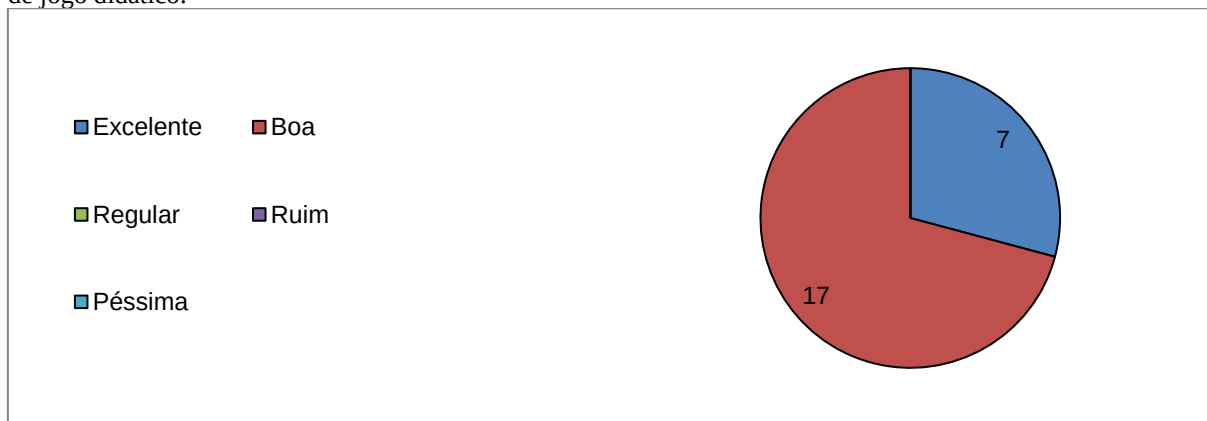
Figura 13: Respostas dos discentes em relação a aplicabilidade do jogo em questão para discussão de conteúdos relacionados à engenharia genética.



Fonte: Autoria própria (2023)

Na segunda questão de percepção presente no Q2, os discentes foram questionados sobre seu nível de aprendizado em relação a aula proposta. Nas respostas, sete alunos (29%) afirmaram ter sido excelente, e 17 discentes (71%) responderam ter sido bom. Nenhum discente apontou a alternativa regular, ruim ou péssimo. As respostas dos alunos podem ser visualizadas na Figura 14. Melo et al. (2017) aponta que o jogo em si é uma excelente alternativa para se trabalhar esses conteúdos considerados difíceis, sendo assim, caracterizados como uma maneira do docente os utilizar juntamente com demais recursos que podem permitir aos alunos a oportunidade de vivenciar novas práticas e aprender esses temas considerados abstratos.

Figura 18: Respostas dos discentes em relação ao seu nível de aprendizado em relação à aula proposta com uso de jogo didático.



Fonte: Autoria própria (2023)

A terceira e última questão foi aberta e solicitava que os alunos expressassem suas opiniões, sugestões, críticas, elogios ou qualquer outra coisa que considerasse relevante sobre o uso do jogo proposto como ferramenta para a discussão do tema engenharia genética. A partir da análise das falas dos discentes, foram observadas 22 menções positivas, nenhuma menção negativa, e 2 discentes optaram por não responder a referida questão. As transcrições literais das falas de alguns discentes podem ser evidenciadas no Quadro 1.

Quadro 1: Transcrição literal das falas dos alunos em relação a opiniões, elogios, críticas, ou qualquer sentimento ou posição dos discentes relacionado a aula proposta.

Discente 1	<i>“Foi muito legal, aprendi bastante e gostaria que jogos como esse fossem realizados com mais frequência.”</i>
Discente 2	<i>“Adorei a dinâmica, me ajudou muito a entender o assunto de maneira divertida e interessante.”</i>
Discente 3	<i>“Sequência excelente, aprendi e me diverti muito.”</i>
Discente 4	<i>“O uso de jogos na aula foi muito importante e deixou a aula muito divertida e proveitosa.”</i>
Discente 5	<i>“Achei bem criativa e divertida, me envolveu bastante no conteúdo.”</i>
Discente 6	<i>“O jogo é muito bom para o aprendizado, bem interativo e eficiente.”</i>
Discente 7	<i>“Uma ótima proposta para apresentar um conteúdo de uma maneira mais lúdica.”</i>

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nessa pesquisa, é possível constatar que os discentes, em sua maioria, tinham contato reduzido com jogos no ambiente escolar, e que há dificuldades diversas no aprendizado da biologia molecular e genética. Apesar de ser um fator relevante, conteúdos tidos como de difícil entendimento, não podem ser uma barreira no aprendizado dos discentes, cabendo ao docente uma diversificação metodológica, com utilização de recursos alternativos de aprendizagem, que visem o interesse, a participação ativa, e o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Aponta-se também que a utilização do jogo “CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética” é uma ferramenta eficaz de ensino, uma vez que contribuiu com o aprendizado dos discentes para questões relacionadas à genética e biologia molecular. O amplo interesse e curiosidade dos discentes participantes desse estudo, pode estar associada à sua inserção em um ambiente que exige que seus conhecimentos solucionem problemas cotidianos, retirando-se a abstração e proporcionando-lhes aplicabilidade ao que se é aprendido. Por fim apontamos que a inovação didática deve sempre acompanhar o avanço científico, e que ambos devem fazer parte do cotidiano escolar de discentes da educação básica, numa perspectiva de formação de cidadãos cientes, reflexivos e que tenham posições sobre temas inerentes a sociedade em que vivem.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, K. A.; CASTRO, I. F. A. A genética do ensino médio na perspectiva discente: um estudo de caso no município de Uruçuí-PI. **International Journal Education and Teaching**, v. 3, n. 3, p. 102-116, 2020.

ALMEIDA, A. F; ARAÚJO, D. A. M; DUARTE, R. T.; FEITOSA, D. J. B; TRAVASSO, R. A. **Biotecnologia em Ação: educação, ciência e tecnologia para inclusão e coesão social**. João Pessoa, 2013.

ALENCAR, A. C. da S.; FREITAS, A. D. G. de. Uso de Jogos Didáticos: uma Estratégia Facilitadora para um Melhor Ensino - Aprendizagem em Sala de Aula. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 20, n. 2, p. 215–219, 2019.

ARAUJO, A. A. C; SANTOS, S. P. **Olhares para o ensino em Biologia: concepções de estudantes do ensino médio**. Didática e Prática de Ensino na relação com a Escola, EdUECE, 2014.

ARAUJO, A. B; GUSMÃO, F. A. F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira**. 2017.

BORGES-OSÓRIO, Maria R.; ROBINSON, Wanyce M. **Genética Humana 3ed**. Artmed Editora, 2013.

BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCN+)**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996**.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasil: MEC, 2000.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BUSKO, P. S; KARAT, M. T. Ensino de Ciências: o vírus zika e as fake news - proposições para uma prática docente. **Revista Teias**, v. 20, n. 57, p. 332- 347, 2019.

CARVALHO, D. N. **Objeto de aprendizagem digital como proposta de ensino por investigação em Biologia**. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Educação e Docência, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2017.

CARVALHO VIVARINI, A.; VIVARINI, B. C. D. Análise do aprendizado de Genética e Biologia Molecular em um pré-vestibular social: um reflexo do Ensino Médio. **Revista Educação Pública**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2022.

CORDEIRO, Maria C. R. **Engenharia genética: conceitos básicos, ferramentas e aplicações**. 2003.

CASTRO, K. C.; MAIA, L. H. F.; CASTRO, I. F. C. Conhecimentos, percepções e metodologias de ensino de docentes da rede pública de Uruçuí (pi) relacionados ao ensino de Genética na educação básica. **International Journal Education and Teaching**, v. 4, n. 2, p. 82-99, 2021.

COSTA, F. G. da *et al.* Uso do personagem Homem-Aranha como estratégia didática para o ensino de biologia no contexto remoto. 2022.

DEAN L. **Blood Groups and Red Cell Antigens**. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005.

DEGRANDI, T. M.; KERNISKE, F. F.; COLESEL, K. F.; ALMEIDA, M. C. de; ARTONI, R. F. Jogo CSI, simulando a análise de um crime para ensinar genética. **Genética na Escola**, v. 17, n. 1, p. 80–102, 2022.

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, v. 17, n. 2, p. 392–406, 2020.

ESCODINO, D. A; GÓES, A. C. S. Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do rio de janeiro com relação a conceitos de biologia molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 563-579, 2013.

FERNANDES, L. A. S. **Investigação sobre o ensino de Biologia no Brasil**: limites e possibilidades. 2020. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal Goiano, Ceres, 2020.

FERREIRA, Marcelo; LOGUERCIO, Rochele de Quadros. A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências. **REVELLI–Revista de Educação, Língua e Literatura. Inhumas, GO. Vol. 6, n. 2 (out. 2014), p. 33-49**, 2014.

FONTELLES, Mauro José et al. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

GARCIA, E. S.; CHAMAS, C. I. Genética molecular: avanços e problemas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 1, p. 103-107, 1996.

GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos Educativos. **RENOTE**, v. 4, n. 2, 2006.

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LEÃO, G. M. C.; PADIAL, A. A.; RANDI, M. A. F. Representações não linguísticas e jogos cooperativos como estratégia de ensino e aprendizagem da biologia celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 406-423, 2018.

LIMA, L. C; MANCINI, K. C; GONTIJO, A. B. P. L. Aprendendo Genética Molecular a partir de métodos alternativos. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 8, p. 60206-60223, 2020.

LIMA, J. S. de; SANTOS, V. A. dos; Jogo Leis de Mendel -Ensinando genética de forma lúdica. In: **Congresso Brasileiro de Informática na Educação, III.**, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, XXI., 2014, Dourados. Anais eletrônicos...Dourados: Sociedade Brasileira de Computação –SBC, 2014. p. 677-681.

MELO, A.C. A.; ÁVILA, Medeiros, T.; SANTOS, D.M. C. Utilização de jogos didáticos no ensino de ciências: um relato de caso. **Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 9, n. 1, 2017.

MONTALVÃO, N. A. L; MIGUEL, K; GIRALDI, P. M. Paradigmas, Hipóteses e Descobertas: o ensino de Biologia e as leis de Mendel. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 10., 2015.

MORAES, T. S. **Estratégias inovadoras no uso de recursos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Gestão e Tecnologias Aplicadas À Educação, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2016.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do; SOUSA, F. L. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática–como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M.o. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

NUNES, M. R; VOTTO, A. P. S. A Etimologia como possibilidade de aprendizagem significativa de Biologia. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 592-602, 2018.

OLIVEIRA, J. D. et al. Mapas conceituais na avaliação de sequências didáticas potencialmente significativas para o ensino de Biologia na educação básica. In: **Anais do V Congresso Nacional de Educação**. 2018.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia Da Pesquisa**: abordagem teórico-prática. 13. ed. Campinas: Papirus Editora, 2007. 120 p

PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PEREIRA, A. S; SHITSUKA, D. M; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Santa Maria: Ufsm, Nte, 2018. 119 p.

PEIXE, Paula Dorti et al. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 1, 2017.

PINHATI, F. R. Eletroforese de DNA: dos Laboratórios de Biologia Molecular para as Salas de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 312-315, 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

SANTOS, L. C. C. A.; COSTA, F. J. Concepções de estudantes do ensino médio sobre o ensino de genética: a necessidade de repensar os processos de ensino e aprendizagem. **Revista Interdisciplinar Sular**, v. 4, n. 8, p. 61–75, 2021.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

THÖRNE, Karin; GERICKE, Niklas. Teaching genetics in secondary classrooms: A linguistic analysis of teachers' talk about proteins. **Research in Science Education**, v. 44, p. 81-108, 2013.

APÊNDICE I

Identificação

Nome completo: _____

Idade: _____

Sexo: M () F ()

Questões de Percepção

1º) O uso de jogos associados as aulas no seu ensino fundamental foi:

- () Muito frequente
() Pouco frequente
() Não me recordo desse uso

2º) Sobre a presença de jogos didáticos no contexto escolar, responda:

- () considero muito importante
() considero pouco importante
() considero sem importância

3º) Sabendo-se que Engenharia Genética constitui um conjunto de técnicas de análises moleculares que permitem estudos de caracterização, expressão e modificações do material genético (DNA e RNA) dos seres vivos, e que esta está cada vez mais presente nos debates sociais, responda:

- () Tenho muito conhecimento sobre o tema em questão
() Tenho algum conhecimento sobre o tema em questão
() Não tenho conhecimento sobre o tema em questão

4º) Em relação aos termos clonagem, terapia gênica, transgênico, tecnologia do DNA recombinante e DNA fingerprint

- () Já ouvi falar da maioria dos termos e sei explicá-los
() Já ouvi falar da maioria dos termos, mas não sei explicá-los
() Não ouvi falar da maioria dos termos e não sei explicá-los

5º) Sobre as dificuldades relacionadas à GENÉTICA, responda:

- () É um conteúdo da Biologia de difícil entendimento
() É um conteúdo da Biologia de entendimento mediano
() É um conteúdo da Biologia de fácil entendimento

6º) Quais as maiores dificuldades para o entendimento da GENÉTICA (pode marcar mais que uma)

- () Termos difíceis de aprender
() Dificuldade em visualizar as estruturas celulares
() Presença de cálculos
() Metodologias de ensino utilizadas pelo docente
() Não ter visto o conteúdo previamente
() Outra: _____
() Não tenho dificuldades

Questões de Vestibular

1º) O resultado de um teste de DNA para identificar o filho de um casal, entre cinco jovens, está representado na figura. As barras escuras correspondem aos genes compartilhados.



Qual dos jovens é o filho do casal?

- a) I.
b) II.
c) III.
d) IV.
e) V.

2º) Teste de paternidade é feito por análise do DNA dos pais e do(a) filho(a). Além deste, existe uma forma de excluir a paternidade, que se baseia nos tipos sanguíneos do sistema ABO. A única alternativa que indica exclusão da paternidade é:

- a) O filho é do tipo A, a mãe do tipo B e o suposto pai do tipo A.
b) O filho é do tipo B, a mãe do tipo O e o suposto pai do tipo B.
c) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo A.
d) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B.

e) O filho é do tipo A, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B.

3º) Sobre a eletroforese de DNA, aponte a afirmativa

INCORRETA

a) é realizada utilizando-se uma placa com gel especial, fragmentos de DNA e aplicação de corrente elétrica.

b) os fragmentos de DNA que possuem cargas negativas se deslocam para o polo positivo, quando é aplicada uma descarga elétrica na placa de gel.

c) a eletroforese de DNA tem sido utilizada para a identificação de pessoas, nas investigações policiais, em processos judiciais e na determinação da paternidade.

d) gêmeos monozigóticos podem ser distinguidos pela análise do DNA nuclear.

e) os fragmentos separados por eletroforese são formados por DNA, que possui fita dupla.

4º) Na molécula de DNA, existem trechos que identificam informações hereditárias que são passadas de pais para filhos. Como são chamados esses trechos?

a) DNA

b) RNA

c) Genes

d) Cromossomos

e) Gametas

5º) (ENEM) O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente. A característica de interesse será manifestada em decorrência

(A) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.

(B) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.

(C) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.

(D) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.

(E) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

APÊNDICE II

Identificação

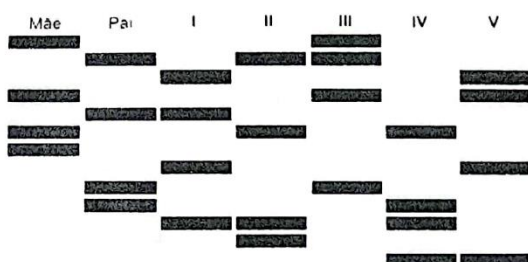
Nome completo: _____

Idade: _____

Sexo: M () F ()

Questões de Vestibular

1º) O resultado de um teste de DNA para identificar o filho de um casal, entre cinco jovens, está representado na figura. As barras escuras correspondem aos genes compartilhados.



Qual dos jovens é o filho do casal?

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.

2º) Teste de paternidade é feito por análise do DNA dos pais e do(a) filho(a). Além deste, existe uma forma de excluir a paternidade, que se baseia nos tipos sanguíneos do sistema ABO. A única alternativa que indica exclusão da paternidade é:

- a) O filho é do tipo A, a mãe do tipo B e o suposto pai do tipo A.
- b) O filho é do tipo B, a mãe do tipo O e o suposto pai do tipo B.
- c) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo A.
- d) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B.
- e) O filho é do tipo A, a mãe do tipo A e o suposto pai do tipo B.

3º) Sobre a eletroforese de DNA, aponte a afirmativa

INCORRETA

- a) é realizada utilizando-se uma placa com gel especial, fragmentos de DNA e aplicação de corrente elétrica.
- b) os fragmentos de DNA que possuem cargas negativas se deslocam para o polo positivo, quando é aplicada uma descarga elétrica na placa de gel.
- c) a eletroforese de DNA tem sido utilizada para a identificação de pessoas, nas investigações policiais, em processos judiciais e na determinação da paternidade.
- d) gêmeos monozigóticos podem ser distinguidos pela análise do DNA nuclear.
- e) os fragmentos separados por eletroforese são formados por DNA, que possui fita dupla.

4º) Na molécula de DNA, existem trechos que identificam informações hereditárias que são passadas de pais para filhos. Como são chamados esses trechos?

- a) DNA
- b) RNA
- c) Genes
- d) Cromossomos
- e) Gametas

5º) (ENEM) O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente. A característica de interesse será manifestada em decorrência

- (A) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- (B) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- (C) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.

(D) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.

(E) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

Questões de percepção em relação ao Jogo

1º) Na sua opinião, o uso do jogo em questão para discussão de conteúdos relacionados à ENGENHARIA GENÉTICA, foi:

- a) Excelente
- b) Bom
- c) Regular
- d) Ruim
- e) Péssimo

2º) Qual você considera o seu nível de aprendizado em relação a aula proposta, que utilizou o referido jogo como ferramenta de ensino?

- a) Excelente
- b) Bom
- c) Regular
- d) Ruim
- e) Péssimo

3º) Expresse suas opiniões, sugestões, críticas, elogios ou qualquer outra coisa que considere relevante sobre o uso do jogo proposto como ferramenta para a discussão do tema ENGENHARIA GENÉTICA.
