



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVÃO

**DOUTOR DNA: USO DA BIOTECNOLOGIA PARA SOLUCIONAR CASOS
COMO PROPOSTA INVESTIGATIVA EM AULA DE GENÉTICA**

MOSSORÓ

2025

DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVÃO

**DOUTOR DNA: USO DA BIOTECNOLOGIA PARA SOLUCIONAR CASOS
COMO PROPOSTA INVESTIGATIVA EM AULA DE GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

**Área de Concentração: Ensino de
Biologia**

**Linha de pesquisa: Comunicação,
Ensino e Aprendizagem em Biologia.**

Macroprojeto: Biotecnologia em foco

**Orientadora: Profa. Dra. Regina Célia
Pereira Marques**

MOSSORÓ

2025

DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVÃO

**DOUTOR DNA: USO DA BIOTECNOLOGIA PARA SOLUCIONAR CASOS
COMO PROPOSTA INVESTIGATIVA EM AULA DE GENÉTICA**

Aprovada em: 21 / 03 / 2025

Documento assinado digitalmente



REGINA CELIA PEREIRA MARQUES

Data: 15/05/2025 19:25:38-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente



PABLO DE CASTRO SANTOS

Data: 16/05/2025 12:12:10-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Pablo de Castro Santos

Documento assinado digitalmente



DIJENAIDE CHAVES DE CASTRO

Data: 16/05/2025 14:28:00-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Dijenaide Chaves de Castro

Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e do Lazer – SEEC/RN

AGRADECIMENTOS

A jornada do mestrado foi repleta de desafios, aprendizados e conquistas, e nada disso teria sido possível sem o apoio e a presença de pessoas especiais em minha vida.

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me conceder graça, sabedoria e determinação para trilhar esse caminho e concluir essa etapa tão significativa da minha trajetória. Tudo é para glória do nome Dele.

Ao meu esposo Ítalo Roberto da Silva Varela, pelo amor, paciência, incentivo inabalável e compreensão em todos os momentos, tornando essa caminhada mais leve. Obrigada por acreditar em mim e por estar sempre ao meu lado. Às minhas filhas Itza Hadassa Filgueira Varela e Itla Hasabna Galvão Varela, que foram minha maior fonte de motivação para seguir adiante, compreendendo minha ausência em diversos momentos e me enchendo de amor e carinho a cada dia. Aos meus pais Daniel Pereira Galvão e Albenice Filgueira da Silva Galvão, pelo amor, pelos valores que me ensinaram e pelo incentivo constante que sempre me impulsionou a voar cada vez mais alto. Ao meu “paidrasto” Raimundo Nonato da Silva e às minhas irmãs Dianetza Raabe Filgueira Galvão e Rayonasna Lo-Ruama Filgueira da Silva, por todo apoio, amizade e palavras encorajadoras, tornando essa trajetória mais especial. Amo todos vocês!

Aos meus professores e, especialmente, à minha orientadora Dra. Regina Célia Pereira Marques, que com sua dedicação, paciência e sabedoria, guiou-me durante essa caminhada. Sua paixão pelo ensino e pela pesquisa foi uma inspiração constante para mim.

Aos amigos da Turma 5, que estiveram ao meu lado, ofereceram palavras de incentivo, apoio e alegria nos momentos mais desafiadores dessa jornada. À Larissa Martins da Silva, chegar até aqui é, sem dúvida, reflexo da força, do apoio e da inspiração que você me proporcionou. Sua presença foi essencial em cada momento, trazendo motivação e coragem para enfrentar os desafios do percurso.

Às escolas Centro Estadual de Educação Profissional Professor Francisco de Assis Pedrosas e a Estadual Antônio de Souza Machado, pelo suporte e compreensão durante esse período, possibilitando a conciliação entre os estudos e a docência.

Aos meus queridos alunos, que me motivam diariamente a ser uma professora melhor, me desafiando a ensinar e aprender sempre mais.

À Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), pela estruturação e viabilização da REDE PROFBIO.

E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)
Código de Financiamento 001.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista, meu mais sincero
agradecimento!



RELATO DO(A) MESTRANDO(A)

Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

Mestrando(a): Danietza Raquel Filgueira Galvão

Título do TCM: DOUTOR DNA: USO DA BIOTECNOLOGIA PARA SOLUCIONAR CASOS COMO PROPOSTA INVESTIGATIVA EM AULA DE GENÉTICA

Data da defesa:

Desde que me lembro, a Biologia sempre foi minha grande paixão. A curiosidade sobre os mistérios da vida, desde os mais microscópicos até os mais grandiosos, sempre me encantou e guiou minhas escolhas acadêmicas e profissionais. Quando Deus me concedeu a oportunidade de ingressar no Mestrado Profissional em Biologia (PROFBIO), vi a concretização de um sonho, a chance de aprofundar meus conhecimentos e transformar minha prática docente.

Durante o percurso, a Genética se mostrou um dos campos mais fascinantes e desafiadores. Compreender os mecanismos que regem a hereditariedade e as complexas interações dos genes com o ambiente me fez perceber ainda mais a relevância desse conhecimento na formação de estudantes mais críticos e preparados para interpretar o mundo ao seu redor. Desenvolver atividades pedagógicas inovadoras baseadas na Biologia Forense e na Genética foi uma experiência transformadora, tanto para mim quanto para meus alunos, reforçando meu compromisso com o ensino de qualidade.

Entretanto, o mestrado não foi apenas um caminho de aprofundamento acadêmico, mas também um período de conexões humanas incríveis. Os professores, a minha orientadora Dra. Regina Célia Pereira Marques e a Turma 5, em especial Larissa Martins da Silva, que fiz ao longo dessa jornada foram fundamentais para tornar cada desafio mais leve e cada conquista ainda mais especial. As trocas de experiências, as noites de estudos, os momentos de descontração e as memórias compartilhadas serão para sempre parte dessa caminhada inesquecível. Não posso deixar de expressar minha imensa gratidão à minha família, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando, incentivando e fazendo sacrifícios para que eu pudesse realizar esse sonho.

Finalizar o PROFBIO é a conclusão de um ciclo, mas também o início de uma nova fase, ainda mais inspirada e comprometida com o ensino investigativo. Levo comigo não apenas o conhecimento adquirido, mas também as amizades, os aprendizados e a certeza de que a Biologia sempre será minha grande paixão e meu maior instrumento de transformação.

RESUMO

O estudo de Genética no ensino médio apresenta desafios significativos, exigindo metodologias inovadoras para tornar os conceitos acessíveis e estimulantes. O ensino investigativo surge como uma abordagem eficaz, promovendo a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Entre as ferramentas educacionais disponíveis, os aplicativos digitais destacam-se como estratégias promissoras para facilitar a aprendizagem de conceitos científicos complexos. O objetivo geral do trabalho foi desenvolver um jogo digital Doutor DNA direcionado ao contexto da biotecnologia, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem da genética, com enfoque na investigação científica. Para isso, foi elaborada uma sequência didática investigativa (SDI), baseada em três etapas: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A pesquisa foi realizada em uma escola pública de ensino médio e envolveu 36 estudantes do curso técnico em Nutrição e Dietética. Durante a aplicação, os alunos participaram de atividades teóricas e práticas, incluindo a utilização do aplicativo "Doutor DNA", no qual assumiram o papel de cientistas forenses para solucionar casos utilizando técnicas de biologia molecular. O resultado mostrou que os alunos participaram ativamente das atividades, demonstrando grande interesse e engajamento. A metodologia investigativa favoreceu a aprendizagem significativa, estimulando o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a aplicação do conhecimento científico em contextos reais. O aplicativo "Doutor DNA" foi bem aceito pelos estudantes, que relataram que a ferramenta facilitou a compreensão dos conteúdos de genética e biotecnologia, tornando o aprendizado mais dinâmico e interativo. Desta forma, conclui-se que a utilização de aplicativos educacionais, aliados ao ensino investigativo, representa uma abordagem eficaz para o ensino de Genética, promovendo maior envolvimento dos alunos e contribuindo para a assimilação dos conteúdos de forma significativa. O estudo também sugere a ampliação do aplicativo com novos casos investigativos e funcionalidades adicionais, garantindo sua contínua aplicabilidade no ensino de ciências.

Palavras-chave: jogo digital; biologia forense; ensino por investigação.

ABSTRACT

The study of Genetics in high school presents significant challenges, requiring innovative methodologies to make concepts accessible and engaging. Investigative teaching emerges as an effective approach, promoting active student participation in knowledge construction. Among the available educational tools, digital applications stand out as promising strategies to facilitate the learning of complex scientific concepts. The general objective of this study was to develop the digital game "Doutor DNA," focused on the context of biotechnology, contributing to the teaching and learning process of genetics with an emphasis on scientific investigation. To achieve this, an investigative didactic sequence (IDS) was developed, based on three stages: problematization, organization of knowledge, and application of knowledge. The research was conducted in a public high school and involved 36 students from the technical course in Nutrition and Dietetics. During the implementation, students participated in theoretical and practical activities, including the use of the "Doutor DNA" application, in which they assumed the role of forensic scientists to solve cases using molecular biology techniques. The results showed that students actively participated in the activities, demonstrating great interest and engagement. The investigative methodology favored meaningful learning, stimulating logical reasoning, problem-solving, and the application of scientific knowledge in real contexts. The "Doutor DNA" application was well received by students, who reported that the tool facilitated the understanding of genetic and biotechnological content, making learning more dynamic and interactive. Thus, it is concluded that the use of educational applications, combined with investigative teaching, represents an effective approach to teaching Genetics, promoting greater student engagement and contributing to the meaningful assimilation of content. The study also suggests expanding the application with new investigative cases and additional functionalities, ensuring its continued applicability in science education.

Keywords: digital game; forensic biology; investigative teaching.

.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização da Escola	17
Figura 2. Cartoon – Apresentação do Cenário.....	19
Figura 3. Cartoon – Fichas com situações problemas	20
Figura 4. Material para prática	21
Figura 5. Tipagem sanguínea	21
Figura 6. Lâmina com sangue fake	21
Figura 7. Exercício de Tradução de Transcrição do DNA	21
Figura 8. Tela inicial	22
Figura 9. Seleção dos casos	22
Figura 10. Etapa de resolução dos casos	22
Figura 11. Botão para acesso ao questionário	25
Figura 12. Caso 1	29
Figura 13. Tela de Reagentes	29
Figura 14. Tela de Identificação do Suspeito	29
Figura 15. Caso 2	30
Figura 16. Eletroforese em Gel	30
Figura 17. Caso 3	31
Figura 18. Associação de Nucleotídeos	31
Figura 19. Tela de Tradução	32
Figura 20. Tela Final	32
Figura 21. Aplicação de conhecimentos de genética em diferentes situações	35
Figura 22. Aumento no interesse e curiosidade pela genética e biologia molecular após jogar	36
Figura 23. Clareza e compreensão das noções e aplicações da biotecnologia na biologia forense	36
Figura 24. Contribuição do Dr. DNA para o raciocínio lógico e capacidade de analisar dados genéticos	37
Figura 25. Capacidade de motivação e estímulo do jogo para a criatividade e autonomia	38
Figura 26. Aprendizado sobre os conteúdos abordados no jogo	39

Figura 27. Compreensão clara e acessível dos conceitos de genética, biologia molecular e biotecnologia	39
Quadro 1. Avaliação prévia do aplicativo Doutor DNA	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. METODOLOGIA.....	16
3.1. Caracterização da pesquisa.....	16
3.2. População estudada e local de realização da pesquisa	17
3.3. Visão geral do jogo Doutor DNA.....	18
3.4. Etapas da Sequência Didática Investigativa – SDI.....	19
3.5. Coleta de dados.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Análise da aplicação da SDI na turma do CEEP	26
4.2. A aplicação do jogo e o papel na construção do pensamento investigativo	28
4.2.1. Funcionalidades principais do produto e o conhecimento adquirido	28
4.3. Avaliação prévia do aplicativo Doutor DNA	33
4.4. Avaliação do aplicativo Doutor DNA	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6. REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A – Acesso ao Produto	45
APÊNDICE B – Instrumento de Coleta de dados	46
ANEXO A - Parecer Consubstanciado do CEP	47
ANEXO B - Certificado de Registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial. .	51

1. INTRODUÇÃO

O ensino de genética e biotecnologia no ensino médio, é um tema de grande relevância para a formação científica e cidadã dos estudantes. No entanto, esse ensino enfrenta vários desafios como: a complexidade dos conceitos; a falta de recursos didáticos; a abordagem tradicional e a escassez de formação continuada dos professores. Uma das formas de superar esses obstáculos, é o ensino investigativo utilizando metodologias ativas, que podem ser conceituadas como, atuação ativa do aluno no processo de aprendizagem e nesse mesmo sentido, para Barbosa e Moura (2013, p.55):

[...] aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo - ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Uma das vantagens do ensino investigativo, é que ele permite os alunos participarem ativamente, formulando questões; levantando hipóteses; realizando experimentos; analisando dados e extraindo conclusões, partir do auxílio, orientação e gerenciamento do docente, conforme D'Ambrosio (1996). Dessa forma, os alunos podem desenvolver habilidades cognitivas, afetivas e sociais, além de compreenderem melhor os conceitos e os métodos da ciência. Esse tipo de ensino, também pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão crítica e reflexiva sobre os aspectos éticos, sociais e ambientais envolvidos na genética e na biotecnologia, e podem abordar diferentes conteúdos, componentes curriculares e níveis de complexidade variados, adequando-se às necessidades e aos interesses dos alunos (Pereira *et al*,2013; Da Conceição, 2020; Filgueira *et al*,2022).

Conforme Busarello (2016), uma metodologia ativa que pode ser utilizada como estratégia pedagógica e está prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é a Gamificação, que resulta da popularidade dos jogos digitais entre os diferentes públicos e pode ser usado para fins educativos, potencializando a aprendizagem e permitindo assim, contextualizar assuntos; formular um raciocínio e conseguir uma eficaz memorização por parte dos discentes (Hermann, 2013). Essa alternativa pedagógica é

bem recepcionada pelos alunos, que tendem a associá-la com brincadeiras, mesmo quando estão desenvolvendo o aprendizado (Jann; Leite, 2010).

Ao conceituar a gamificação e descrever de que forma a sua aplicação torna-se imprescindível na educação, pode-se perceber uma antiga prática com nome novo. Gamificar é o mais sofisticado modo de educar. Entender como se processa o ensino e aprendizagem através da gamificação é fundamental para conscientizar os profissionais de educação de sua importância. Jogar não significa gamificar. Gamificar não se constitui simplesmente em aplicar um jogo na sala de aula. A gamificação baseia-se em jogos, porém, é mais que isto (Rosa, 2018, p.20).

Os jogos podem favorecer a motivação dos alunos, pois se configuram como uma ferramenta moderna que estimula a interação, a autonomia e a construção do conhecimento científico. Além disso, possibilitam a integração de diferentes áreas do conhecimento, tornando o aprendizado mais dinâmico e interdisciplinar (Mascarenhas et al., 2016; Bianchessi, 2019).

A inserção de tecnologias no ambiente escolar também é bem recebida pelos professores, que reconhecem a tecnologia como uma importante aliada no processo de ensino-aprendizagem. Quando combinada à exposição convencional dos conteúdos, a utilização de recursos tecnológicos potencializa o entendimento dos discentes, proporcionando uma experiência mais significativa (Da Conceição, 2020).

Além disso, essa abordagem pedagógica favorece o desenvolvimento de diversas habilidades, como o raciocínio lógico, a resolução de problemas, a criatividade e o pensamento crítico. Também contribui para uma maior interação entre alunos e professores, promovendo um ambiente de aprendizagem lúdico e cooperativo. Dessa forma, os jogos podem estimular o interesse e a curiosidade dos estudantes, incentivando o ensino investigativo e a comodidade de situações-problema que os desafiem a aplicar seus conhecimentos prévios e a buscar novas informações. Esse recurso didático se alinha ao perfil da geração atual, altamente digital (Prensky, 2021).

Ainda segundo Prensky (2021), embora o uso de jogos digitais na aprendizagem esteja em fase inicial, a tendência é que se consolide cada vez mais no processo pedagógico das escolas. Isso deve, em parte, à crescente acessibilidade à internet, visto que 90% dos lares brasileiros já possuem conexão, conforme dados da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (Brasil, 2021). Essa ampla disponibilidade reforça o potencial dos jogos educativos como um meio de ensino eficaz, acessível e capaz de alcançar um

público cada vez maior, tornando-se uma alternativa viável até mesmo para o aprendizado fora do ambiente escolar.

Desta maneira, sabendo que o estudo da genética é desafiador, pois exige dos estudantes raciocínio lógico e capacidade de interpretação em função da abstração e da complexidade dos conceitos, além de muitas escolas públicas enfrentam dificuldades mais significativas, pela ausência de recursos didáticos adequados que possam favorecer a compreensão e a visualização de fenômenos genéticos, promover a criação de jogos digitais se faz pertinente para contribuir no ensino e aprendizagem desta área da Biologia de forma mais dinâmica e interativa. Além disso, jogos dessa natureza se enquadram como uma estratégia que pode incentivar a participação ativa dos alunos e ser uma opção eficaz para promover a motivação, despertar o interesse e fortalecer a assimilação dos conteúdos (Nascimento Júnior; Nascimento, 2018).

Pensando nisso, o Doutor DNA é uma proposta de jogo digital e educativo para o ensino de genética, utilizando conceitos e técnicas de biotecnologia. O game consiste em uma simulação de um laboratório de biologia forense, onde os alunos assumem o papel de cientistas que devem resolver diferentes casos, utilizando técnicas simples de biologia molecular para comparar as amostras de DNA e identificar o culpado ou grau de parentesco.

As técnicas incluem tipagem sanguínea, a eletroforese em gel e sequenciamento de DNA, posteriormente pretende-se incluir novos casos e outras técnicas como a extração de DNA, a amplificação por PCR (reação em cadeia da polimerase), a análise de marcadores genéticos e clonagem, objetivando estimular os alunos na aprendizagem de conceitos e as aplicações da biotecnologia na solução de problemas reais, além de desenvolverem habilidades de investigação, raciocínio lógico e comunicação científica, despertando assim o interesse e a curiosidade pela genética. O jogo foi elaborado com base em referências teóricas e metodológicas sobre o ensino por investigação e o uso de jogos didáticos no ensino de genética e biotecnologia.

Nesse contexto, este estudo apresenta metodologia ativa de ensino-aprendizagem, para promover a participação e problematização dos estudantes, viabilizando uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada diante da genética com foco na biotecnologia e que valorize o desenvolvimento de competências, habilidades através de um jogo digital no ambiente escolar.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um jogo digital direcionado ao contexto da biotecnologia que contribua no processo de ensino e aprendizagem da genética, usando como foco a investigação científica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o conteúdo e o designer do aplicativo Doutor DNA;
- Avaliar e validar o aplicativo Doutor DNA com profissionais do ensino de biologia;
- Proporcionar aprendizagem significativa por meio do ensino por investigação, utilizando metodologias ativas e o aplicativo Doutor DNA;
- Analisar a sequência didática no sentido de tornar o assunto mais atrativo e compreensível aos estudantes;
- Investigar a eficácia do aplicativo na aprendizagem e no engajamento dos participantes.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi conduzida dentro da perspectiva da abordagem quanti-qualitativa, pois busca analisar tanto os elementos objetivos quanto subjetivos diante dos objetivos propostos. Dessa forma, a integração entre os métodos quantitativo e qualitativo permite duas perspectivas distintas, proporcionando uma compreensão mais abrangente do produto em estudo (Creswell; Clark, 2007).

Flick (2004) salienta que a convergência dos métodos quantitativos e qualitativos proporcionam mais credibilidade e legitimidade aos resultados encontrados, evitando o reducionismo à apenas uma opção. Dessa maneira, a vertente quantitativa possibilitará a avaliação do aprendizado dos alunos, medindo seu desempenho e assimilação dos conteúdos de genética e biotecnologia.

Por outro lado, a abordagem qualitativa será fundamental para examinar o engajamento, o interesse e a evolução do raciocínio lógico dos participantes, levando em conta suas percepções e experiências durante a interação com o jogo e também mediante a construção do jogo e da sequência didática. Assim, a integração dessas metodologias ofereceu uma compreensão mais ampla sobre a efetividade da proposta.

Diante disso, para as devidas análises do jogo a partir da visão dos participantes, os mesmos foram direcionados para um questionário no google forms, ao final da realização dos casos, esta foi a técnica escolhida para coleta de dados. O questionário possuía sete questões fechadas e uma aberta.

No que tange a sequência didática, a mesma foi construída com base na Sequência didática investigativa (SDI) proposto por Delizoicov et al. (2002), a sequência foi estruturada da seguinte forma e com auxílio dos slides Link: https://www.canva.com/design/DAGayfr0I0o/gzUv65KDkdbL_9DbsyuqNA/edit?utm_content=DAGayfr0I0o&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

1º etapa: **problematização** foi utilizada para estimular a reflexão, buscando despertar a curiosidade dos estudantes e estimular a reflexão crítica sobre o tema. Essa fase teve o objetivo de conectar o conhecimento prévio dos alunos com a temática da aula, promovendo um contexto significativo para a aprendizagem;

2º etapa: ocorreu à **organização do conhecimento**, favorecendo um entendimento mais aprofundado dos temas trabalhados, nessa fase, foi utilizado atividades experimentais, para que os alunos pudessem explorar conceitos científicos de forma dinâmica e interativa; por fim,

3º etapa: **aplicação do conhecimento** permitiu que os conceitos científicos treinados fossem colocados na prática por meio de uma atividade utilizando o aplicativo “Doutor DNA” que possibilitou sua utilização em contextos reais. Essa fase foi essencial para consolidar o aprendizado, demonstrando a relevância dos conhecimentos adquiridos e incentivando a transferência do conhecimento para diferentes situações do cotidiano e da prática científica.

3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA E LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na unidade de ensino Centro Estadual de Educação Profissional Professor Francisco de Assis Pedrosa (figura 1), uma instituição de ensino em tempo integral, no bairro Alto de São Manoel em Mossoró-RN. Possui turmas de ensino médio integrados a cursos técnicos profissionalizantes, atualmente possui seis turmas do curso de Meio Ambiente, quatro turmas de Nutrição e Dietética e duas turmas de técnico em Alimentos, distribuídas nos três níveis do Ensino Médio.

Figura 1: Localização da Escola



Fonte: Autora, 2025.

A pesquisa contou com a participação de 36 estudantes da 3ª série do curso de Nutrição e Dietética que foram convidados a participar após os esclarecimentos diante da relevância, os benefícios, os possíveis riscos e as etapas da pesquisa que foi aprovada pelo

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) através da Plataforma Brasil do Ministério da Saúde, sob CAAE: 83986324.4.0000.5294 e o parecer nº 7.236.279 (Anexo A).

O jogo, inserido na sequência didática, foi aplicado no dia 18 de fevereiro de 2025. Todos os participantes menores de 18 anos tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por seus responsáveis legais, enquanto os maiores de idade assinaram o próprio TCLE. Além disso, os estudantes menores também assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), demonstrando sua concordância em participar da pesquisa.

3.3 VISÃO GERAL DO JOGO *DOCTOR DNA*

O Doutor DNA trata-se de um jogo investigativo para aula de genética aplicando conceitos de biotecnologia para resolução de situações problemas. O jogo está estruturado como uma aplicação web baseada em HTML, CSS e JavaScript. Cada caso corresponde a uma página individual conectada pela tela inicial. Os dados do progresso do jogador são armazenados no local Storage do navegador, permitindo a continuidade entre os casos, uma ferramenta online, visto que os jovens acessam a internet principalmente por meio do uso de smartphones, por essa razão, o jogo foi pensado para esse dispositivo.

Em cada etapa, um caso será abordado, em cada novo caso, um problema deve ser solucionado, avançando assim para próxima etapa onde o grau de dificuldade será ampliado gradativamente ao ultrapassar os casos resolvidos.

Em cada caso do jogo foi utilizado uma técnica diferente para resolver a situação problema, no Nível 1: solucionar um crime utilizando tipagem sanguínea, no Nível 2: descobrir a paternidade de um jovem através do testes de DNA com a técnica de eletroforese em gel e no Nível 3, deverá ser realizado o sequenciamento genético de plantas fictícias da caatinga, com o objetivo de identificar quais delas produzem o antídoto para uma toxina responsável por causar uma doença letal em uma comunidade específica.

O Doutor DNA é uma ferramenta de comunicação científica, tanto para a educação formal quanto para a não formal. Pode ser trabalhado em grupos alunos, onde cada equipe representa um laboratório de biologia forense, que competirão entre si para solucionar corretamente os casos ou o estudante pode jogar também de forma individual

e assim testar suas habilidades investigativas e conhecimentos prévios dos conteúdos abordados. Este jogo foi produzido como forma de aproximar jovens e adultos, estudantes ou público em geral, as rotinas de laboratório e o meio científico.

Através da plataforma, os estudantes têm acesso a dados como tipo sanguíneo dos suspeitos, manipular amostras de sangue de forma digital, o histórico dos pacientes, o padrão dos fragmentos de DNA, a sequência de DNA de plantas fictícias e a tabela do código genético. Com esses dados, e os resultados dos casos, os alunos elaboraram um relatório com as evidências e as conclusões de cada etapa.

O jogo apresenta três níveis progressivos de dificuldade e complexidade, permitindo que os alunos avancem de acordo com seu domínio do conteúdo e desenvolvam gradualmente suas habilidades. A duração da partida pode variar de acordo com o conhecimento prévio dos participantes sobre os temas envolvidos e o grau de envolvimento e interesse dos alunos ao longo da atividade.

3.4 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA – SDI

1ª Etapa: Problematização

Nesta etapa, os principais conteúdos de genética foram explorados com ênfase nas técnicas utilizadas na biologia forense, fornecendo uma base teórica essencial para a investigação científica. A aula foi ambientada com o tema: Escola de Detetives – Desvendando Mistérios com a Ciência, um cenário instigante que despertou a curiosidade e o engajamento dos alunos.

Figura 2. Cartoon – Apresentação do Cenário



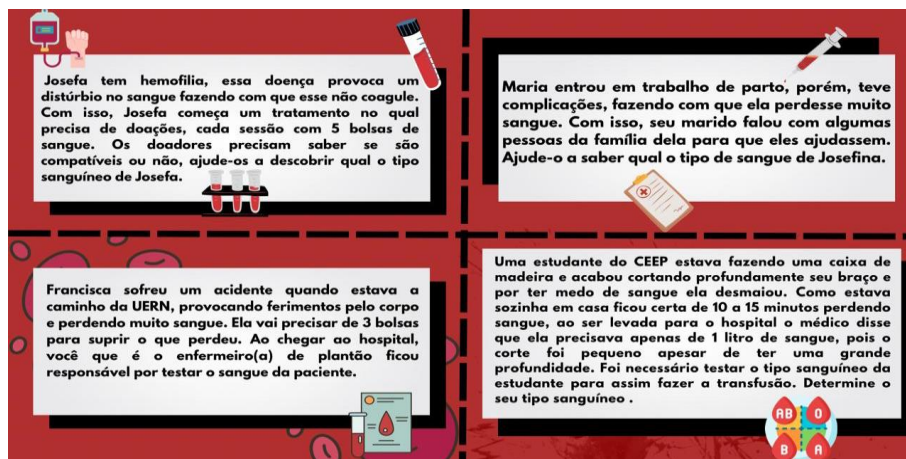
Fonte: Autora, 2025

2ª Etapa: Organização do Conhecimento

Os estudantes receberam situações-problema apresentadas em fichas descritivas, contendo casos baseados em técnicas genéticas e moleculares. Cada ficha traz um enigma

para ser solucionado, incentivando os alunos a formularem hipóteses, aplicar conhecimentos científicos e validar suas descobertas por meio de análises laboratoriais e exercícios práticos.

Figura 3. Cartoon – Fichas com situações problemas



Fonte: Adaptada do projeto “Ciências na Praça”, 2025

Para aprofundar a experiência investigativa, foram realizadas atividades experimentais, como citado abaixo:

- ✓ Tipagem sanguínea utilizando “sangue fake” para testes simulando testes reais de compatibilidade sanguínea;
- ✓ Atividades teórico/prática (simulação) de transcrição e tradução do DNA, permitindo aos alunos compreenderem o fluxo da informação genética e a síntese de proteínas;
- ✓ Análise comparativa de fragmentos de DNA (simulação) em testes de paternidade, utilizando princípios da eletroforese para simular a identificação genética.

Essa abordagem prática e contextualizada não apenas consolidou os conceitos teóricos, mas também permitiu que os alunos desenvolvessem habilidades analíticas e investigativas, tornando a aprendizagem mais significativa, interativa e conectada à realidade das ciências forenses. Na sequência, realizou-se uma roda de conversa socializando as pesquisas e leituras tornando a sala de aula invertida e favorecendo o protagonismo dos estudantes.

Figura 4. Material para prática



Fonte: Autora, 2025

Figura 5. Tipagem sanguínea



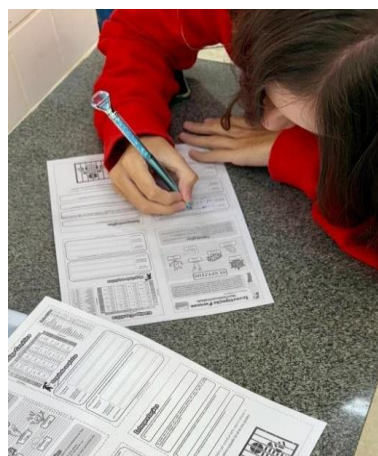
Fonte: Autora, 2025

Figura 6. Lâmina com sangue fake



Fonte: Autora, 2025

Figura 7. Exercício de Tradução de Transcrição do DNA



Fonte: Autora, 2025.

3ª Etapa: Aplicação do Conhecimento

Os alunos foram desafiados a solucionar os casos utilizando a plataforma digital Doutor DNA, aplicando seus conhecimentos para chegar à resolução final. A missão consistia em resolver os três casos disponíveis no menor tempo possível e com a maior pontuação, critérios que foram automaticamente registrados e detalhados pela própria plataforma do jogo.

Essa etapa da atividade ocorreu no laboratório de informática da escola, proporcionando aos estudantes acesso a computadores conectados à internet e um ambiente propício para a investigação digital. Durante a atividade, os alunos trabalharam

de forma dinâmica e colaborativa, utilizando estratégias de análise de dados, interpretação de evidências e tomada de decisão para solucionar os desafios propostos.

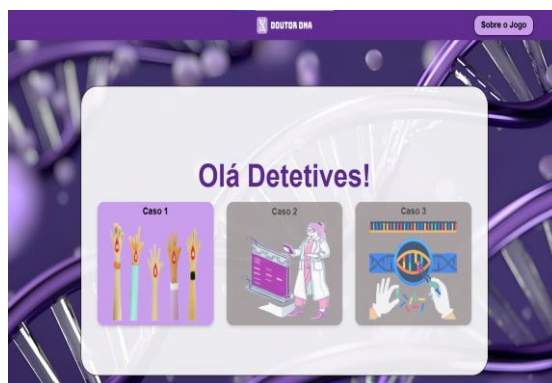
Além de estimular o pensamento crítico e a agilidade na resolução de problemas, essa experiência favoreceu a autonomia dos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente e interativo, ao mesmo tempo em que reforça a importância do uso de ferramentas tecnológicas na investigação científica

Figura 8. Tela inicial



Fonte: Autora, 2025

Figura 9. Seleção dos casos



Fonte: Autora, 2025.

Figura 10. Etapa de resolução dos casos



Fonte: Autora, 2025

Abaixo estão descritos os casos do jogo.

Caso 1: O VERDADEIRO SUSPEITO.

Uma joalheria foi assaltada por criminosos que levaram vários colares e anéis de ouro e diamantes. Os assaltantes usavam máscaras e luvas, mas abandonaram alguns fios de cabelo e gotas de sangue no local do crime. A polícia encontrou também um pedaço de tecido rasgado de uma das roupas dos ladrões. O joalheiro tinha um filho, que estava viajando no dia do crime, e uma filha, que mora com ele. A filha alega que estava em casa na hora do assalto, mas não ouviu nada. Ela diz que o pai guardava os diamantes no cofre e que só ele sabia a senha. A polícia precisa de sua ajuda para analisar as amostras encontradas no local e comparar com as dos suspeitos e por exclusão encontrar os criminosos.

Os estudantes devem usar conceitos de genética, como tipagem sanguínea para resolver esse mistério e encontrar o culpado.

Caso 2: QUEM É O PAI?

Um jovem, de 17 anos, perdeu a mãe, quando ainda era um bebê. Ela nunca revelou quem era seu pai. Agora, com a maioridade se aproximando e a necessidade de resolver questões de identidade, busca descobrir quem é seu pai biológico.

Existem três possíveis candidatos, o grande problema é que com o falecimento de sua mãe e não há material genético direto dela para ser usado nos testes. Contudo, a irmã gêmea univitelina de sua mãe, está viva e disposta a ajudar, fornecendo seu DNA para os testes de paternidade.

Você deve garantir que o teste seja preciso, separando as características herdadas do lado materno das paternas, para identificar corretamente qual dos três homens é o pai biológico.

Utilizando a técnica de eletroforese em gel, os estudantes devem identificar as semelhanças genéticas entre os investigados.

Caso 3: CORRIDA CONTRA O TEMPO.

Uma pequena comunidade no interior do Nordeste, foi acometida por uma doença misteriosa. Os sintomas são rápidos e letais: febre alta, convulsões e falência múltipla dos

órgãos. O Doutor. DNA com a Doutora. Filgueira, geneticista especializada em doenças emergentes e o Dr. Galvão, botânico e com profundo conhecimento da flora local, identificaram a presença de uma toxina desconhecida, com uma proteína modificada geneticamente, capaz de inibir uma função vital do organismo humano, possivelmente proveniente de uma arma biológica experimental.

Durante uma expedição na Caatinga, foram encontradas plantas raras, utilizadas pelos quilombolas para tratar picadas de cobra. Sua missão é realizar o sequenciamento genético das plantas para isolar a proteína com o composto ativo compatível afim neutralizar a toxina letal para salvar a comunidade.

Para esse caso os estudantes devem utilizar sequenciamento, técnica de análise de DNA para resolver o caso, analisando qual das plantas fictícias (*Cactoflorus sertanensis*, *Aridus floracerata*, *Xerolentis arretenssis* e *Spinosfera caatingana*) produz o antídoto.

3.5 COLETA DE DADOS

Diante disso, para compreender a percepção dos participantes em relação ao jogo e obter uma avaliação mais detalhada da experiência vivenciada, bem como verificar a eficiência do produto foi utilizado um questionário no Google Forms como técnica de coleta de dados. Ao final da realização dos casos, os jogadores eram direcionados, através do botão “Deixe seu feedback” no próprio aplicativo, para responder ao questionário, permitindo registrar sua rentabilidade de forma estruturada.

O instrumento de coleta de dados foi elaborado para abranger tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos da experiência dos participantes. Para isso, foram desenvolvidas sete questões fechadas, permitindo a obtenção de dados numéricos sobre diferentes dimensões do jogo, como o nível de engajamento dos jogadores, a clareza e eficácia das instruções fornecidas, bem como a relevância dos conteúdos abordados. A estrutura dessas questões possibilitou uma análise objetiva, facilitando a identificação de padrões nas percepções dos estudantes.

Além disso, a fim de complementar essa abordagem quantitativa, foi incluída uma questão aberta, cujo propósito era oferecer um espaço para que os participantes pudessem expressar livremente suas opiniões, relatar suas experiências, sugerir melhorias e compartilhar reflexões sobre os aspectos positivos e os desafios encontrados ao longo da atividade. Essa estratégia permitiu uma análise qualitativa mais aprofundada,

possibilitando a captação de nuances e percepções subjetivas que não seriam plenamente exploradas por meio das questões fechadas. Dessa forma, o instrumento de coleta adotado proporcionou uma visão mais abrangente e detalhada da experiência dos participantes, contribuindo para um entendimento mais rico e fundamentado sobre a dinâmica e a efetividade do jogo como ferramenta de aprendizagem.

A participação foi voluntária, não foi avaliado ou computado ponto para agregar a nota da disciplina.

Figura 11. Botão para acesso ao questionário



Fonte: Autora, 2025

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a atividade, observou-se grande entusiasmo da turma com a oportunidade de trabalhar em grupo, algo incomum em sua rotina escolar. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vigotsky, que descreve a diferença entre o nível de desenvolvimento real e o potencial, pode explicar esse entusiasmo. Carvalho (2013) argumenta que a ZDP demonstra como a interação em grupo facilita a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos, tornando-os mais confortáveis nesse tipo de trabalho.

A metodologia de ensino por investigação encontrou boa recepção por parte dos alunos da escola CEEP/Mossoró. Os alunos em sua maioria demonstraram engajamento e certa dificuldade nas atividades que exigiam tempo e esforço para resolução, especialmente aquelas que não podiam ser solucionadas com uma simples pesquisa na

internet. Diante disso, o professor precisou adotar uma abordagem mais individualizada, percorrendo os grupos, oferecendo orientação, instigando reflexões por meio de perguntas e direcionando os alunos para a construção das respostas. Essa postura ativa do professor se alinha com a perspectiva de Carvalho (2013), que destaca o potencial das propostas de ensino de Ciências por investigação para o desenvolvimento dos estudantes.

Dessa forma, uma atividade investigativa como a desta pesquisa, iniciou com um problema que pode ser pesquisado pelos estudantes por meio de uma atividade de experimentação, manipulando vidrarias e materiais na sala de aula e laboratório, além do desenvolvimento de uma pesquisa teórica, onde os dados para a investigação são trazidos pela professora. De acordo com Carvalho (2013) é importante que o problema seja interessante, de modo que estimule o aluno a se aventurar em uma investigação, colocando em prática ações e raciocínios necessários ao desenvolvimento intelectual.

4.1 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA SDI NA TURMA DO CEEP

Em contraste com o ensino tradicional expositivo, que centraliza a linha de raciocínio no professor, a abordagem investigativa coloca o estudante como protagonista do processo de aprendizagem e a SDI proposta neste trabalho, buscou implementar essa abordagem, transferindo aos alunos a responsabilidade pela investigação, pesquisa e construção de soluções. O papel do professor foi redefinido para o de mediador, oferecendo suporte através de sugestões de procedimentos, identificação de lacunas e esclarecimento de dúvidas. Dessa forma, foi um ambiente propício para que cada estudante, individualmente ou em grupo, pudesse contribuir ativamente para a construção do conhecimento coletivo.

Durante a proposição de possíveis respostas ao problema, os estudantes mobilizaram os conhecimentos prévios e foram propondo ideias, os grupos precisavam sair de sua zona de conforto e buscar fazer relações entre os conteúdos envolvidos para propor uma resposta coerente. Aqui foi preciso incentivar e trazer os grupos para discussão.

Na segunda fase, durante a sistematização do conhecimento elaborado, desenvolve-se um processo de reflexão coletiva e a professora tem a oportunidade de trazer mais informações e reflexões. Os estudantes não apresentaram dificuldade de relacionar os conceitos teóricos com a questão prática apresentada no problema. Em sua

maioria os participantes foram autônomos e auxiliavam os demais membros da equipe que se sentiam inseguros para construir suas reflexões enquanto a professora mediava as orientações.

Em atividades investigativas, a orientação e o apoio dos professores são essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem. Ao utilizar o conhecimento prévio dos alunos, estimular a formulação de hipóteses, fornecer condições para a busca de dados e auxiliar nas discussões, os professores facilitam a conexão entre as ideias dos alunos e o conhecimento científico (Maass; Artigue, 2013).

Na etapa final, os alunos, mais seguros com os conceitos, interagiram ativamente com o espaço lúdico (jogo, Doutor DNA). Ao passarem pelas etapas do jogo, exploraram as relações e construíram seus esquemas com pro atividade, demonstrando entusiasmo em apresentar suas construções à professora e aos colegas.

Algumas frases obtidas durante a aplicação da SDI e do jogo educativo Doutor DNA:

“Gostei muito dessas atividades, pois sou uma pessoa que apreende muito escrevendo e falando!” (Estudante 1, 2025).

“Participar de aula assim é muito melhor para nossa aprendizagem”. (Estudante 2, 2025).

“As aulas com experimentos e estudos de casos de assuntos reais, fixam melhor o conhecimento.” (Estudante 3, 2025).

“Achei bem legal realizar essa atividade, além de muito criativa a ideia ajuda muito na nossa aprendizagem.” (Estudante 5, 2025).

O êxito da aplicação da SDI pode ser evidenciado pelas falas dos alunos (transcritas anteriormente). A abordagem investigativa no ensino de ciências aproximou o aluno da pesquisa, incentivando a busca por explicações científicas. Isso promoveu a ampliação do vocabulário científico, da leitura e da escrita, elementos essenciais para a aprendizagem em diversas dimensões.

A SDI inseriu os alunos em um ciclo investigativo, tornando-os protagonistas na construção do conhecimento. As hipóteses levantadas por eles geraram discussões relevantes, em contraste com o modelo tradicional de ensino, onde a reprodução de conteúdos e a resolução de problemas bem definidos limitam a construção de significados (Munford; Lima, 2007). A leitura dos estudos de casos fundamentou e aprofundou as

ideias dos estudantes, que selecionaram informações relevantes e as relacionaram com as etapas anteriores da atividade. As discussões também proporcionaram a compreensão do tema e a reflexão sobre a importância da genética e a biotecnologia em seus cotidianos.

4.2 A APLICAÇÃO DO JOGO E O PAPEL NA CONSTRUÇÃO DO PENSAMENTO INVESTIGATIVO

O aplicativo educacional desenvolvido recebeu o nome de “Doutor DNA” com o intuito de divulgar a Biotecnologia e a Genética no contexto de aprendizagem formal, servindo como uma ferramenta de ensino.

O aplicativo Doutor DNA é gratuito e pode ser acessado atualmente no formato de Web App, sendo compatível com as plataformas Android e iOS. Para utilizá-lo, basta acessar o link <https://doutordna.vercel.app/index.html> através de um navegador de internet em smartphones ou computadores. A plataforma digital Doutor DNA foi devidamente registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), em conformidade com as disposições da Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998, que regula a proteção da propriedade intelectual de programas de computador no Brasil, com processo de Nº: BR512024004491-4 (Anexo B).

A avaliação do aplicativo Doutor DNA foi realizada mediante a implementação de uma SDI, envolvendo estudantes do Ensino Médio. Todas as atividades desenvolvidas durante a sequência didática foram diretamente relacionadas ao uso do aplicativo. A principal finalidade da avaliação foi verificar a aceitação e a eficácia do aplicativo em esclarecer conceitos e aplicações da Biotecnologia, além de despertar interesse pela temática.

4.2.1 Funcionalidades principais do produto e o conhecimento adquirido

- **Funcionalidade 1:** Identificação do Suspeito utilizando tipagem sanguínea (Caso 1)

O sistema ABO e o fator Rh desempenham um papel crucial em transfusões sanguíneas, transplantes de tecidos e órgãos, além de prevenir a doença hemolítica do recém-nascido em humanos (Nussbaum et al., 2008). Esses sistemas são amplamente conhecidos, estudados e frequentemente abordados em vestibulares e concursos (Souza, 2019). No ensino médio, esses tópicos são tratados na disciplina de biologia, dentro da área de genética, abrangendo conceitos, estruturas e processos moleculares que, por serem

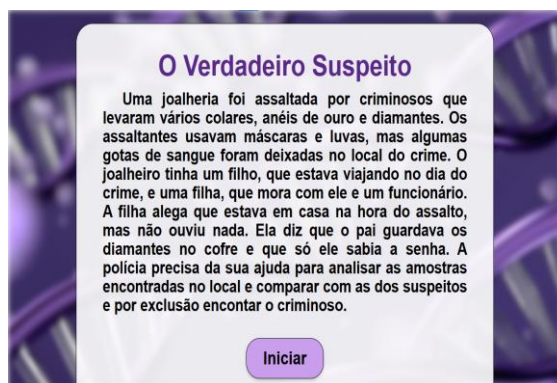
invisíveis aos olhos, são considerados complexos e abstratos pelos alunos (Bastos et al., 2010). Quando tais conteúdos são ensinados sem contextualização com o cotidiano dos alunos e focando apenas na memorização dos termos presentes nos livros didáticos, é comum observar desmotivação e maior dificuldade na aprendizagem, o que prejudica a real assimilação dos conhecimentos (Neves, 2012, Brão; Pereira, 2015, Duré; Andrade; Abílio, 2018).

O aplicativo Doutor DNA apresenta uma forma lúdica para trabalhar o conceito e funcionalidade de tipos sanguíneos, através de uma investigação de um crime (genética forense) e desta forma, associar o conteúdo teórico e algo real e do cotidiano.

Neste caso, o jogador deve analisar uma amostra de DNA utilizando uma seringa e três frascos com reagentes (Anti-A, Anti-B e Anti-DRh1). Com base na coagulação sanguínea, o jogador deve identificar o tipo sangue e selecionar um dos quatro suspeitos como culpado.

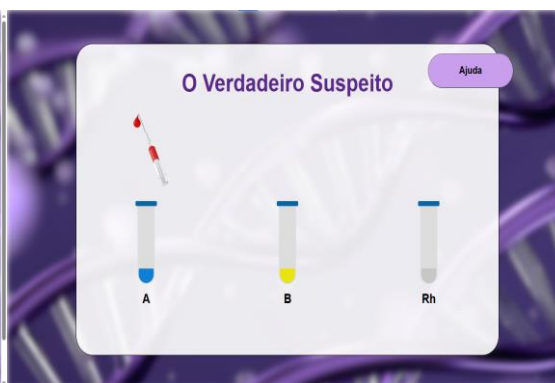
Esta funcionalidade auxilia no aprendizado dos diferentes tipos sanguíneos e como identificá-los com reagentes específicos.

Figura 12. Caso 1



Fonte: Autora, 2025

Figura 13. Tela de Reagentes



Fonte: Autora, 2025

Figura 14. Tela de Identificação do Suspeito



Fonte: Autora, 2025

Esta atividade é uma alternativa significativa ao livro didático para ensinar sobre grupos sanguíneos, caso a escola não possua um laboratório para a realização de aulas práticas de tipagem sanguínea. Essas aulas podem aumentar o interesse dos estudantes e enriquecer a discussão desse conteúdo.

● **Funcionalidade 2:** Teste de Paternidade – conhecendo PCR (reação de polimerase em cadeia) - (Caso 2)

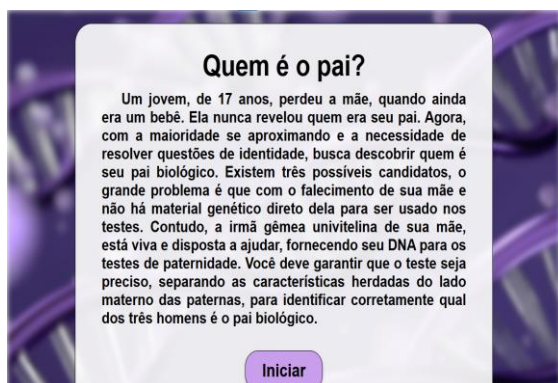
Ao abordar o conteúdo DNA em sala de aula, nota-se que os alunos já possuem conhecimento prévio sobre o tema e é comum, inclusive entre alunos, o surgimento de perguntas como: "Professor, como funciona o teste de DNA?". Percebendo a curiosidade dos alunos pelo assunto, a proposta do Jogo Doutor DNA é abordar o teste de paternidade e explorar também gêmeos univitelinos (clones naturais) num estudo de caso direcionado para resolver um pai desconhecido.

No Caso 2, o jogador assume a missão de determinar qual dos três homens é o pai de um jovem por meio da análise de perfis genéticos. Para isso, ele utiliza técnicas de biotecnologia aplicadas à investigação de paternidade, explorando conceitos como herança genética e eletroforese em gel.

Durante o processo, o jogador manipula uma pipeta virtual e transfere amostras de DNA para uma tabela que simula uma análise de eletroforese em gel. A tabela exibe os marcadores genéticos da mãe e do filho, além dos três pais possíveis. O desafio consiste em comparar visualmente os padrões de fragmentos de DNA, identificando quais bandas foram herdadas da mãe e quais específicas ao pai biológico.

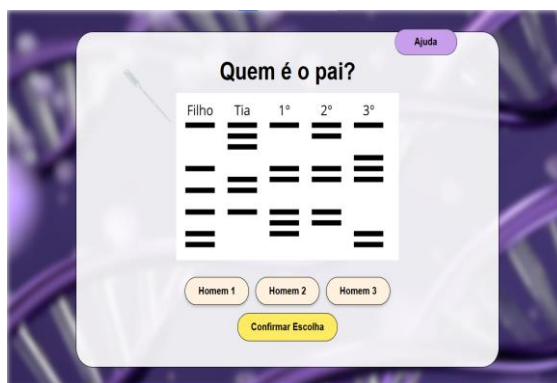
Essa abordagem interativa não apenas reforça o entendimento sobre a transmissão de material genético, mas também permite que o jogador compreenda, na prática, como testes de paternidade são realizados em laboratórios reais.

Figura 15. Caso 2



Fonte: Autora, 2025

Figura 16. Eletroforese em Gel



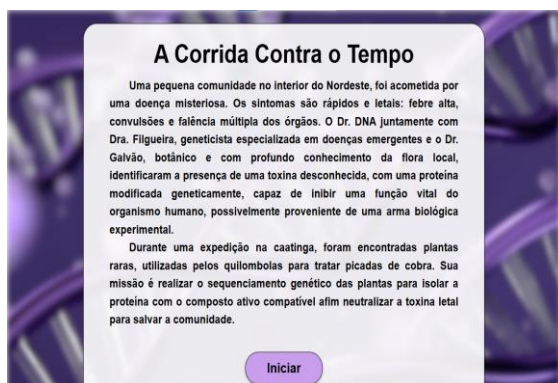
Fonte: Autora, 2025

Ao analisarmos o panorama do ensino de Genética nas escolas brasileiras, percebemos a necessidade de uma mudança urgente, a presente pesquisa contribuiu para a inserção desta temática por meio de uma Situação Problema investigativa como alternativa para inserir o ensino de Genética de forma contextualizada, não fragmentada no Ensino Médio da educação básica. Enfatizando a importância do teste de paternidade, os conceitos relacionados à Biotecnologia, evidenciando, noções básicas sobre a estrutura dos ácidos nucleicos, hereditariedade com ênfase no DNA.

● **Funcionalidade 3:** Transcrição e Tradução do RNA mensageiro (Caso 3)

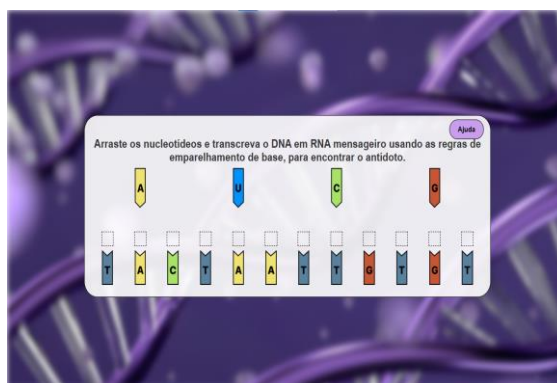
No Caso 3, o jogador realiza uma transcrição do DNA em RNA mensageiro, utilizando as regras do emparelhamento de bases para encontrar o antídoto. Para isso, deve-se arrastar os nucleotídeos corretos (A, U, C, G) para os correspondentes no DNA (A, T, C, G).

Figura 17. Caso 3



Fonte: Autora, 2025

Figura 18. Associação de Nucleotídeos



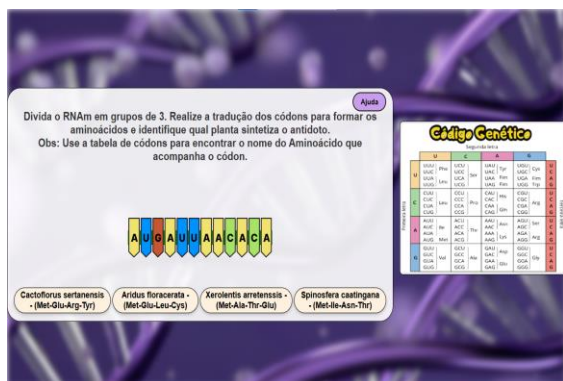
Fonte: Autora, 2025

Em seguida, o RNA mensageiro (mRNA) é analisado em grupos de três nucleotídeos, correspondentes aos códons, que são traduzidos em aminoácidos de acordo com o código genético universal. Esse processo simula a tradução biológica, permitindo que o jogador compreenda como a informação contida no DNA é convertida em proteínas essenciais para a vida.

Durante essa etapa, o jogador precisa interpretar a sequência de códons e compará-la com uma tabela de códons genéticos para identificar os aminoácidos correspondentes. A partir dessa análise, ele poderá decifrar padrões bioquímicos e determinar quais

espécies de plantas comprovadas são capazes de produzir o antídoto necessário para solucionar o caso.

Figura 19. Tela de Tradução



Fonte: Autora, 2025

Figura 20. Tela Final



Fonte: Autora, 2025

A plataforma conta com um manual de auxílio para o jogador, descrito a seguir:

- **Instruções de Instalação:** O jogo não requer instalação. Basta acessar o link do jogo em um navegador compatível e seguir as instruções na tela.
- **Guia de Uso:**
 - **Tela Inicial:** Clique em “Caso 1” para iniciar. Resolva cada caso para desbloquear o próximo.
 - **Caso 1:** Arraste a seringa para os frascos e observe o resultado. Selecione o suspeito correto.
 - **Caso 2:** Arraste a pipeta para a tabela de eletroforese em gel e compare os padrões de DNA.
 - **Caso 3:** Arraste os nucleotídeos correspondentes e analise os aminoácidos formados.
- **Solução de Problemas Comuns:**
 - **Problema:** O jogo não está salvando o progresso.

Solução: Certifique-se de que o navegador tem permissão para usar o local Storage e que cookies não estão desativados

Mais do que um desafio simples, o jogo estimula o raciocínio lógico, a tomada de decisão estratégica e a resolução de problemas, incentivando os estudantes a aplicarem conceitos científicos de maneira prática e interativa. Além disso, promove o trabalho em equipe e a cooperação, impulsionando o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como comunicação, liderança e pensamento crítico.

Com uma abordagem lúdica e envolvente, o jogo proporcionou uma experiência dinâmica que fomentou a criatividade e instiga a curiosidade científica, tornando o aprendizado sobre genética e biotecnologia mais acessível, instigante e significativo para os alunos.

4.3 AVALIAÇÃO PRÉVIA DO APLICATIVO DOUTOR DNA

Após a aprovação do Comitê de Ética, foi realizada uma avaliação prévia (quadro 1) com alunos de licenciatura e professores já formados, com o objetivo de identificar possíveis necessidades de ajustes e refinamentos na proposta pedagógica. Esse processo buscou garantir a adequação metodológica e a efetividade das atividades planejadas, permitindo uma análise preliminar dos resultados obtidos.

Quadro 1. Avaliação prévia do aplicativo Doutor DNA.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<i>O jogo Dr. DNA tem potencial para ajudar aos alunos aplicarem seus conhecimentos de genética em diferentes situações que poderiam ser reais?</i>	<i>Totalmente 100%</i>
<i>Você acha que o aplicativo possa aumentar o interesse e curiosidade pela genética e biologia molecular após jogar?</i>	<i>Sim 100%</i>
<i>As noções e aplicações da biotecnologia na biologia forense foram apresentadas de forma clara e compreensível no Dr. DNA, levando em consideração alunos do ensino médio?</i>	<i>Totalmente 100%</i>
<i>Você acredita que o Dr. DNA contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de analisar dados genéticos?</i>	<i>Sim 100%</i>
<i>O ambiente do jogo foi motivador e estimula a criatividade e autonomia durante o processo?</i>	<i>Sim 100%</i>
<i>Como você avalia o aprendizado sobre os conteúdos abordados no jogo?</i>	<i>Aprende totalmente 60% Aprende a maior parte 40%</i>
<i>O Dr. DNA facilitou a compreensão sobre os conceitos de genética, biologia molecular e biotecnologia de forma mais clara e acessível?</i>	<i>Sim 80% Um pouco 20%</i>
<i>Que sugestões você daria para melhorar essa experiência?</i>	<i>Maioria sugeriu o aumento do número de casos e acrescentar o tempo durante todo o jogo.</i>

Fonte: Autora, 2024.

4.4 AVALIAÇÃO DO APLICATIVO *DOUTOR DNA*

Nesta discussão, são apresentados e detalhados os resultados de uma pesquisa realizada com 36 participantes que utilizaram o jogo Doutor DNA, explorando seus impactos no ensino e aprendizagem. Os dados encontrados evidenciaram diversos aspectos positivos da experiência, como a aplicação prática dos conhecimentos de genética, permitindo que os alunos relacionem teoria e prática de forma concreta. Além disso, destaca-se o aumento do interesse e da curiosidade pelos temas de genética e biologia molecular, refletindo o potencial do jogo em despertar o engajamento dos estudantes.

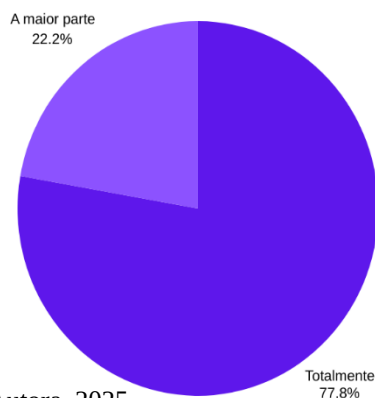
Outro ponto relevante foi a clareza na transmissão das noções de biotecnologia, auxiliando na assimilação de conceitos que, tradicionalmente, apresentam maior nível de abstração. A pesquisa também aponta benefícios no desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade analítica, além de um impacto positivo na motivação, na criatividade e na autonomia dos alunos durante a resolução dos desafios propostos. O jogo se mostrou eficaz na fixação dos conteúdos científicos, favorecendo a compreensão dos processos envolvidos nas investigações forenses.

Além da análise empírica dos dados, os achados são confrontados com os fundamentos teóricos de autores como Barbosa e Moura (2013), D'Ambrosio (1996), Busarello (2016) e Rosa (2018), proporcionando um embasamento científico sólido. Essas referências permitem integrar diferentes perspectivas sobre gamificação e metodologias ativas, ressaltando como abordagens interativas podem contribuir para um ensino mais dinâmico, envolvente e significativo, promovendo não apenas a aquisição de conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para a formação científica dos alunos.

O primeiro resultado (Figura 21) evidencia que, entre os 36 participantes, uma expressiva maioria (77,8%) considerou que o jogo Dr. DNA possibilitou, de forma “total”, a aplicação dos seus conhecimentos de genética em situações com potencial real, enquanto 22,2% avaliaram essa aplicação como ocorrendo em “a maior parte” dos casos. Esse dado ilustra a eficácia da proposta pedagógica de utilizar jogos digitais como ferramenta para transpor conceitos teóricos de genética para contextos práticos e investigativos, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Figura 21. Aplicação de conhecimentos de genética em diferentes situações

O jogo Dr. DNA ajudou a aplicar seus conhecimentos de genética em diferentes situações que poderiam ser reais?

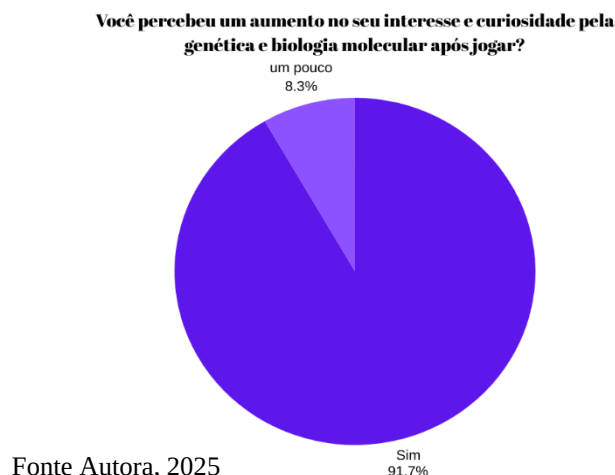


Fonte Autora, 2025

Esses resultados evidenciam que a metodologia investigativa combinada com a gamificação promove um aprendizado prático e contextualizado, permitindo que os estudantes integrem teoria e prática de maneira eficaz. Conforme os estudos de Barbosa e Moura (2013), D'Ambrosio (1996), Busarello (2016) e Rosa (2018), essa abordagem lúdica não só facilita a compreensão dos conceitos de genética, mas também estimula o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade analítica, aspectos fundamentais para o ensino de biologia em contextos reais.

O jogo Dr. DNA demonstrou um impacto significativo no aumento do interesse e da curiosidade dos participantes em relação à genética e à biologia molecular, conforme ilustrado na Figura 22. Os dados coletados revelam que 91,7% dos participantes relataram um grande aumento no interesse pelo tema, enquanto 8,3% indicaram um leve aumento, evidenciando uma recepção amplamente positiva à experiência lúdica proporcionada pelo jogo. Essa forte resposta sugere que a gamificação pode ser uma ferramenta altamente eficaz para o ensino de conceitos científicos complexos, ao tornar o aprendizado mais envolvente, dinâmico e acessível. A abordagem interativa do Dr. DNA possibilita que os alunos explorem conteúdos desafiadores de forma instigante, promovendo aprendizagem ativa e estimulando a construção do conhecimento de maneira mais significativa. A utilização de jogos digitais, como demonstrado pelo Dr. DNA, parece fomentar uma maior curiosidade e engajamento, alinhando-se com as tendências modernas de ensino que valorizam a interatividade e a aprendizagem ativa.

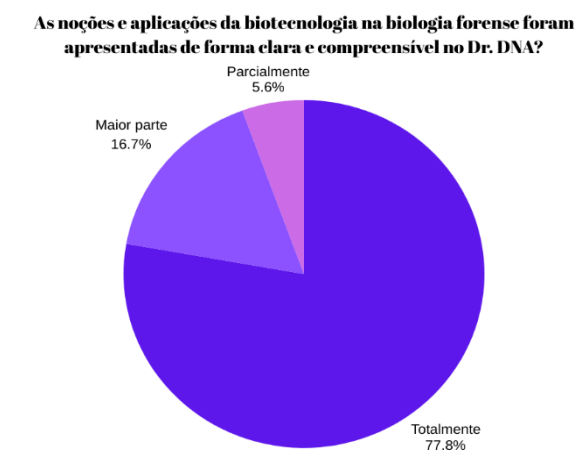
Figura 22. Aumento no interesse e curiosidade pela genética e biologia molecular após jogar



Essas informações sugerem que a abordagem gamificada adotada pelo Dr. DNA contribui para um engajamento robusto dos alunos com conteúdo que, muitas vezes, são percebidos como abstratos em contextos tradicionais. Ao integrar desafios práticos e elementos lúdicos, a ferramenta promove uma experiência educativa dinâmica que estimula a investigação e a reflexão, em consonância com as perspectivas de Prensky (2021) e Busarello (2016) sobre o impacto dos jogos digitais na transformação do aprendizado em ciências.

Ao questionar se as noções e aplicações da biotecnologia na biologia forense foram apresentadas de forma clara e compreensível (Figura 23), os dados revelam que 77,8% dos participantes afirmaram que a apresentação ocorreu de forma “Totalmente”, 16,7% consideraram que foi feita “na maior parte” e apenas 5,5% avaliaram como “Parcialmente”.

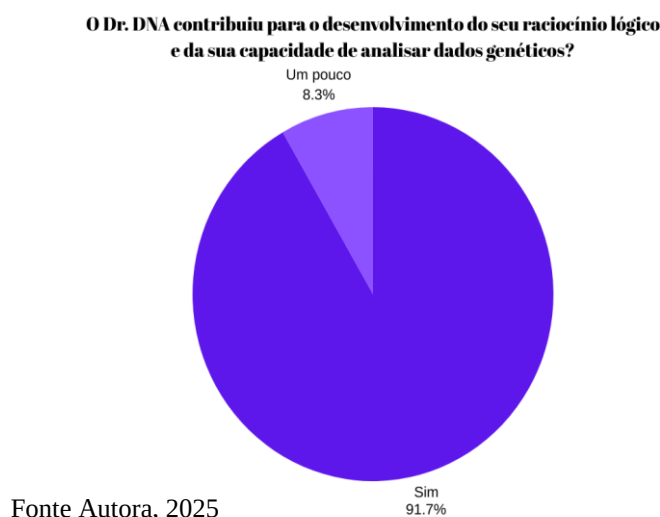
Figura 23. Clareza e compreensão das noções e aplicações da biotecnologia na biologia forense



Essas respostas sugerem que a estratégia adotada pelo jogo Dr. DNA alcança eficácia na transmissão de conceitos complexos, tornando-os acessíveis e aplicáveis em contextos que simulam a prática forense. Ao integrar teoria e prática de maneira interativa, a ferramenta contribui para a construção de um conhecimento significativo, alinhando-se às propostas de metodologias ativas e de gamificação discutidas por D'Ambrosio (1996) e Busarello (2016).

Ao questionar se o jogo Dr. DNA contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de analisar dados genéticos (Figura 24), os dados apontam que 91,7% dos participantes afirmaram "Sim", enquanto 8,3% indicaram que a contribuição foi percebida apenas "um pouco". Esse resultado reflete a eficácia do jogo ao estimular habilidades cognitivas essenciais, como o raciocínio lógico e a análise crítica de dados.

Figura 24. Contribuição do Dr. DNA para o raciocínio lógico e capacidade de analisar dados genéticos

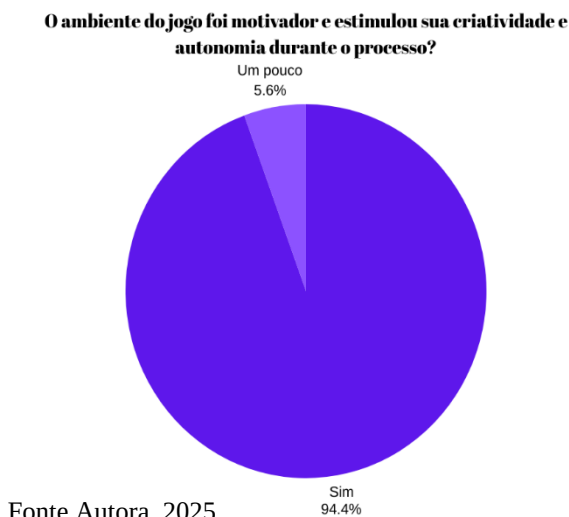


A adesão aos benefícios do jogo para o desenvolvimento cognitivo dialoga com as propostas de Barbosa e Moura (2013) e D'Ambrosio (1996), que ressaltam como metodologias ativas e investigativas promovem o pensamento crítico e a resolução de problemas. Ademais, a eficácia do Dr. DNA em integrar teoria e prática de maneira interativa corrobora as perspectivas de Busarello (2016) e Rosa (2018), que evidenciam o potencial dos jogos digitais para estimular habilidades analíticas e raciocínio lógico, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e contextualizado.

O questionamento sobre a capacidade do jogo Dr. DNA de motivar os jogadores e estimular sua criatividade e autonomia (Figura 25) revelou que 94,4% dos participantes

afirmaram que o jogo foi eficaz nesse aspecto, enquanto 5,6% responderam que esse efeito ocorreu apenas "um pouco". A predominância de respostas positivas indica que a dinâmica do jogo contribui significativamente para a criação de um ambiente de aprendizagem interativo e motivador.

Figura 25. Capacidade de motivação e estímulo do jogo para a criatividade e autonomia

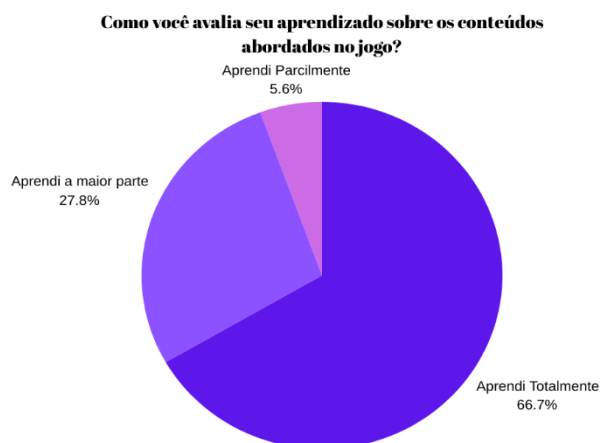


A metodologia de gamificação, ao promover desafios e simulações de cenários reais, favorece a autonomia do aluno e estimula a criatividade, alinhando-se com as perspectivas de Prensky (2021) e Busarello (2016), que destacam o potencial dos jogos digitais para fomentar o protagonismo do aluno na construção do conhecimento, além de potencializar o engajamento e a autoestima no processo educacional.

As referidas respostas indicam que o Dr. DNA criou um ambiente de aprendizagem dinâmico e envolvente, capaz de incentivar a criatividade e promover a autonomia dos alunos. Conforme Barbosa e Moura (2013) e D'Ambrosio (1996), a implementação de metodologias ativas favorece o engajamento e o protagonismo dos estudantes, enquanto as análises de Busarello (2016) e Rosa (2018) reforçam o papel dos jogos digitais em transformar a experiência educacional, tornando-a mais interativa e colaborativa.

Ao avaliar seu aprendizado sobre os conteúdos abordados no jogo (Figura 26), os dados indicam que 66,7% dos participantes afirmaram ter aprendido totalmente, 27,8% relataram ter assimilado a maioria dos conteúdos, e 5,6% apontaram que seu aprendizado foi apenas parcial.

Figura 26. Aprendizado sobre os conteúdos abordados no jogo

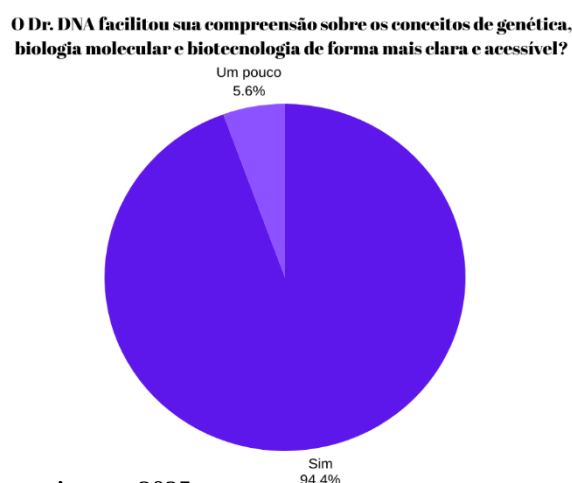


Fonte Autora, 2025

Essa distribuição sugere que a proposta do Dr. DNA promove uma absorção consistente dos conceitos, demonstrando que a metodologia investigativa e gamificada facilita a integração entre teoria e prática. Essa constatação dialoga com as perspectivas de Barbosa e Moura (2013) e D'Ambrosio (1996), que defendem a eficácia de metodologias ativas no ensino, além de reforçar os argumentos de Busarello (2016) e Rosa (2018) sobre o potencial dos jogos digitais em tornar temas complexos mais acessíveis e significativos para os alunos.

Ao indagar se o Dr. DNA facilitou a compreensão dos conceitos de genética, biologia molecular e biotecnologia de forma clara e acessível (Figura 27), os dados mostram que 94,4% dos participantes responderam “Sim”, enquanto 5,6% indicaram “Um pouco”.

Figura 27. Compreensão clara e acessível dos conceitos de genética, biologia molecular e biotecnologia



Fonte Autora, 2025

Esses números sugerem que a proposta pedagógica do jogo conseguiu efetivamente simplificar e transmitir conteúdos complexos, evidenciando a força de uma abordagem gamificada e investigativa. Tal constatação está em consonância com as ideias de Barbosa e Moura (2013) e D'Ambrosio (1996), que ressaltam a importância das metodologias ativas para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo, além de corroborar os argumentos de Busarello (2016) e Rosa (2018) sobre o potencial dos jogos digitais para facilitar a assimilação de conceitos científicos.

Ao responder à pergunta "Que sugestões você daria para melhorar essa experiência?", os participantes ofereceram uma variedade de contribuições que refletem tanto o apreço pela proposta quanto às demandas por ajustes. Entre as respostas elogiosas, destacam-se comentários como "Gostei muito, me ajudou bastante a aprender mais" e "O aplicativo está excelente para o aprendizado. Super explicado e dinâmico." Por outro lado, foram apontadas oportunidades de aprimoramento, exemplificadas por expressões como "Esperando mais questões para resolver", "Mais casos" e "Aumentar os casos", além de observações sobre a interface e aspectos técnicos, como "diminuir os textos e alinhar de forma fácil para resolver" e "Que pudesse ser sem necessidade de internet".

Essas contribuições revelam que, embora o jogo seja amplamente bem avaliado, há espaço para torná-lo ainda mais envolvente e acessível. A demanda por mais desafios, evidenciada por respostas como "Aumentar os casos" e "colocaria mais questões", reforça as ideias de Barbosa e Moura (2013) e D'Ambrosio (1996) sobre a importância de manter os alunos continuamente engajados. Além disso, sugestões de simplificação da interface e ajustes no tempo de jogo, apontadas em "diminuir os textos e alinhar de forma fácil para resolver" e "Deixar o tempo disponível no decorrer do jogo", dialogam com as perspectivas de Busarello (2016) e Rosa (2018) acerca da adaptação dos recursos didáticos para facilitar a assimilação dos conteúdos. Questões técnicas, como a necessidade de acesso sem depender de uma conexão estável, destacam a importância de uma infraestrutura adequada para otimizar a experiência de aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a conclusão da sequência didática, alcançamos com sucesso o objetivo principal: fomentar o protagonismo, o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes, preparando-os para um aprendizado contínuo.

Ao analisar os dados coletados, foi possível constatar e compreender as percepções dos estudantes sobre o processo de ensino-aprendizagem, bem como suas impressões e considerações sobre a estratégia pedagógica utilizada.

Os estudantes demonstraram notável autonomia e protagonismo na construção do conhecimento, revelando motivação e habilidades que os capacitam a aprender continuamente. Acreditamos que o ensino por investigação foi fundamental para o desenvolvimento dessas competências, permitindo que os alunos construam seu próprio conhecimento de forma independente.

O aplicativo Doutor DNA poderá ser ampliado com a inclusão de novos casos investigativos, trazendo desafios mais complexos e a aplicação de novas técnicas de biologia forense, como análise de DNA mitocondrial. Além disso, uma funcionalidade inovadora seria a adição de um glossário interativo, permitindo que os alunos buscassem rapidamente definições e explicações sobre termos científicos envolvidos no jogo, facilitando a compreensão dos conceitos.

Para aprofundar ainda mais o aprendizado, o aplicativo poderá incorporar um quiz interativo com perguntas relacionadas ao conteúdo explorado nos casos, incentivando a revisão dos temas de maneira dinâmica e auxiliando na fixação do conhecimento adquirido durante a experiência investigativa. Essas melhorias tornarão o Doutor DNA uma ferramenta pedagógica ainda mais rica e envolvente, ampliando suas possibilidades de uso no ensino da genética e biotecnologia.

Com intuito de fornecer suporte aos educadores específicos na utilização do jogo, será elaborado de uma cartilha didática e informativa sobre a sequência didática desenvolvida, tornando-se uma ferramenta pedagógica inovadora. Esse material servirá como um guia prático para a implementação da sequência em sala de aula, apresentando orientações detalhadas sobre cada etapa da aplicação, os objetivos de aprendizagem, bem como as habilidades e competências que serão trabalhadas, exercícios e estratégias para potencializar o engajamento dos alunos.

Além disso, a cartilha incluirá sugestões de adaptações para diferentes níveis de ensino e contextos escolares, garantindo sua flexibilidade e aplicabilidade em diversas

realidades educacionais. Serão apresentados exemplos de atividades complementares, que poderão ser utilizados para aprofundar os conteúdos trabalhistas e estimular a participação ativa dos estudantes.

Ao fornecer uma abordagem dinâmica, lúdica e interativa, essa cartilha busca facilitar a conexão entre teoria e prática, tornando o ensino de biologia forense e genética mais acessível e estimulante. Dessa forma, pretende-se não apenas auxiliar os professores na aplicação do jogo, mas também promover uma aprendizagem significativa, despertando o interesse dos alunos pela ciência e incentivando o desenvolvimento de habilidades investigativas e analíticas.

6. REFERÊNCIAS

BASTOS, R. W.; MARTINELLI, F. S.; TAVARES, M. G. Brincando com o sistema sanguíneo: proposta alternativa para o ensino dos grupos sanguíneos ABO. *Genética na Escola*, v. 5, n. 2, p. 38-4, 2010.

BARBOSA, Eduardo F.; MOURA, Dácio G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *B. Tec. Senac*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013.

BIANCHESSI, Cleber; MENDES, Ademir. Ensino de história por meio de jogos digitais: relato de aprendizagem significativa com games. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v. 12, n. 29, p. 13, 2019.

BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. Biotecnética: possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza e las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 55-76, 2015.

BUSARELLO, Raul Inácio. *Gamification: princípios e estratégias*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de et al. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. *Pesquisa de métodos mistos*. Porto Alegre: Penso, 2007.

D'AMBROSIO, U. *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papyrus, 1996.

DA CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues; MOTA, Maria Danielle Araújo; BARGUIL, Paulo Meireles. Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de Ciências e Biologia: concepções e práticas docentes. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 5, p. e165953290-e165953290, 2020.

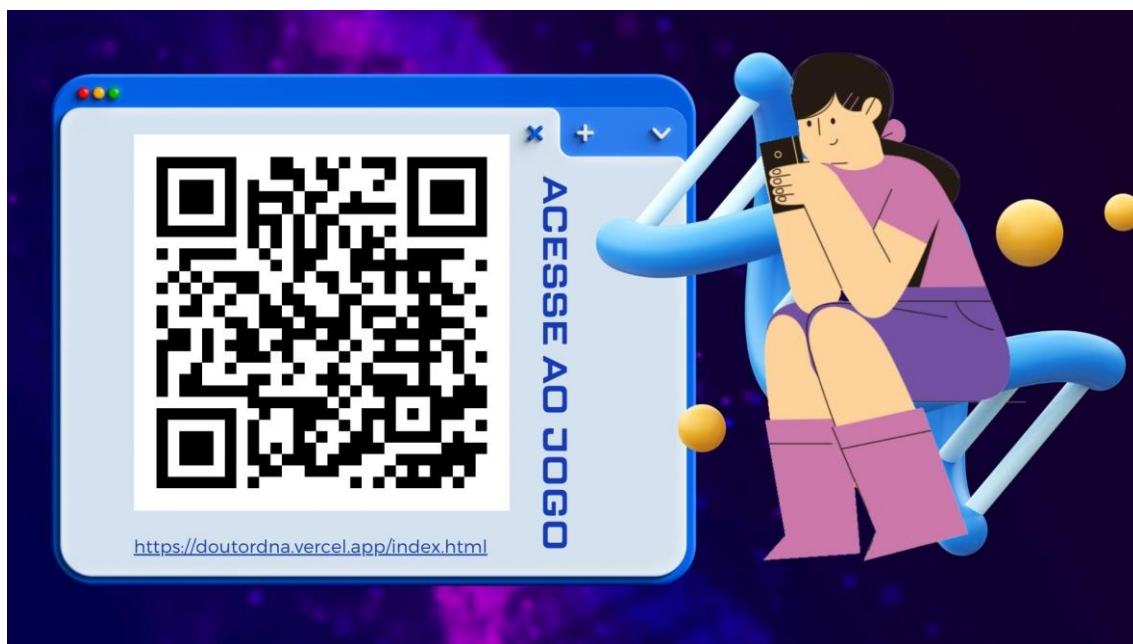
DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002. 364 p.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FIGUEIRA, Wellyngton Rocha et al. Teoria e prática: a metodologia dos jogos para o ensino de Matemática. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, p. e393111335480-e393111335480, 2022.

- FLICK, U. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- HERMANN, F. B. Os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista *Genética na Escola*, 2013.
- JANN, P. N.; LEITE, M. F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências & Cognição*, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010.
- MAASS, Karl; ARTIGUE, Michèle. Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *Mathematics Education*, v. 45, p. 779–795, 2013.
- MASCARENHAS, M. D. J. O.; SILVA, V. D. S. C.; MARTINS, P. R. P.; COSTA FRAGA, E.; BARROS, M. C. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. *Pesquisa em Foco*, v. 21, n. 2, 2016.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, jan./jun. 2007.
- NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; NASCIMENTO, P. M. P. Contribuições de Jean Piaget à Educação Profissional: apontamentos para a prática docente. *Cadernos da Pedagogia*, São Carlos, SP, v. 11, n. 22, p. 145-156, jan./jun. 2018. Disponível em: <www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405>. Acesso em: 21 fev. 2025.
- NEVES, S. D. C. A história em quadrinhos como recurso didático em sala de aula. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade de Brasília, Instituto de Artes, Palmas, Tocantins, Brasil, 2012.
- NUSSBAUM, R. L.; MCINNES, R. R.; WILLARD, H. F.; HAMOSH, A. *Thompson & Thompson Genética Médica*. Elsevier Brasil, 2008.
- PRENSKY, Marc. *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: Editora Senac, 2021.
- ROSA, Tânia Maria Rodrigues da. *Gamificação: uma prática para revitalizar a educação*. 2018. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

APÊNDICE A – Acesso ao produto.



APÊNDICE B – Instrumento de coleta de dados.



ATENÇÃO DETETIVES

Deixe Seu FeedBack.

1.0 jogo Dr. DNA ajudou a aplicar seus conhecimentos de genética em diferentes situações que poderiam ser reais?

Totalmente
A maior parte
Parcialmente
Muito pouco

2.Você percebeu um aumento no seu interesse e curiosidade pela genética e biologia molecular após jogar?

Sim
Não
Um pouco

3. As noções e aplicações da biotecnologia na biologia forense foram apresentadas de forma clara e compreensível no Dr. DNA?

Totalmente
A maior parte
Parcialmente
Muito pouco

4.0 Dr. DNA contribuiu para o desenvolvimento do seu raciocínio lógico e da sua capacidade de analisar dados genéticos?

Sim
Não
Um pouco



ATENÇÃO DETETIVES

Deixe Seu FeedBack.

5.0 ambiente do jogo foi motivador e estimulou sua criatividade e autonomia durante o processo?

Sim
Não
Um pouco

6. Como você avalia seu aprendizado sobre os conteúdos abordados no jogo?

Aprendi totalmente
Aprendi a maior parte
Aprendi parcialmente
Aprendi muito pouco

7. O Dr. DNA facilitou sua compreensão sobre os conceitos de genética, biologia molecular e biotecnologia de forma mais clara e acessível?

Sim
Não
Um pouco

8. Que sugestões você daria para melhorar essa experiência?

ANEXO A - Parecer Consubstanciado do CEP

UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: DOUTOR DNA: USO DA BIOTECNOLOGIA PARA SOLUCIONAR CASOS COMO PROPOSTA INVESTIGATIVA EM AULA DE GENÉTICA.

Pesquisador: DANIELZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83986324.4.0000.5294

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.236.279

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional e PROFBIO, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). A proposta consiste em um game denominado "Doutor DNA", na qual os alunos assumem o papel de cientistas que devem resolver diferentes casos, utilizando ferramentas como PCR, sequenciamento e tipagem sanguínea. A atividade envolve conceitos como DNA, genes, alelos, cromossomos, herança genética e biotecnologia. Trata-se de um jogo investigativo para aula de genética aplicando conceitos de biotecnologia para resolução de situações problemas. O local de estudo será a unidade de ensino Centro Estadual de Educação Profissional Professor Francisco de Assis Pedrosa, uma instituição em tempo integral, no bairro Alto de São Manoel em Mossoró-RN. Possui turmas de ensino médio integrados a dois cursos técnicos profissionalizantes, o de Meio Ambiente e o de Nutrição e Dietética, com quatro turmas em cada série do Ensino Médio. Para aplicação da sequência didática, uma turma de 3º série de cada curso será selecionada e servirá de objeto de estudo, atingindo um público de aproximadamente 60 alunos. O jogo será produzido em uma plataforma digital FABAPP, uma ferramenta online que permite criar sites e aplicativos móveis. O contato inicial será através da convocação dos pais e responsáveis legais durante reunião de pais e mestres. A pesquisa será explicada e será entregue os TCLEs e TALEs para os mesmos possa assinar caso desejem que os filhos participem. Será aplicado um questionário com os participantes da pesquisa. As

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n

Bairro: Aeroporto

CEP: 59.607-360

UF: RN

Município: MOSSORO

Telefone: (84)3315-2094

E-mail: cep@uern.br

**UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**



Continuação do Parecer: 7.236.279

informações coletadas serão organizadas em banco de dados em programa estatístico e analisadas a partir de técnicas de estatística descritiva e inferencial.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral Elaborar e aplicar um game, com sequência didática de cunho investigativo utilizando recursos digitais para amenizar a complexibilidade da nomenclatura e a abstração dos conteúdos no campo da genética, biologia molecular e biotecnologia de forma lúdica e desafiadora.

Objetivos Específicos - Elaborar um jogo para facilitar a compreensão e a aplicação dos conceitos e princípios da genética em diferentes contextos e situações. - Estimular o interesse e a curiosidade dos alunos pela genética e pela biologia molecular. - Apresentar noções e as aplicações da biotecnologia na área da biologia forense. - Desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de análise de dados genéticos. - Proporcionar um ambiente lúdico e motivador, que estimule a criatividade e a autonomia dos alunos. - Avaliar o aprendizado dos alunos sobre os conteúdos abordados no jogo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Para os participantes, existem riscos de constrangimento. Para que tais riscos sejam amenizados, as etapas e metodologias da pesquisa serão esclarecidas aos participantes que esses riscos serão minimizados mediante: garantia do anonimato/privacidade do participante na pesquisa, onde não será preciso colocar o nome dele; para manter o sigilo e o respeito ao participante da pesquisa, apenas a pesquisadora irá manusear e guardar os dados dos questionários. Os benefícios da pesquisa para os participantes se concentram na possibilidade de ampliar o conhecimento sobre o conteúdo, utilizando o método investigativo e tornando protagonista do seu conhecimento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados adequadamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram sanadas. Essa pesquisa não possui óbices éticos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n	
Bairro: Aeroporto	CEP: 59.607-360
UF: RN	Município: MOSSORO
Telefone: (84)3315-2094	E-mail: cep@uern.br

**UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**



Continuação do Parecer: 7.236.279

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2433723.pdf	08/11/2024 21:07:58	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	DRDNAatualizado.pdf	08/11/2024 21:07:29	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Outros	CARTARESPOSTA.pdf	21:05:25 08/11/2024	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência Outros	TCLEatualizado.pdf	21:03:43	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
	TALE.pdf	16/10/2024 22:39:02	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	DOUTORDNA.pdf	16/10/2024 22:37:41	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Outros	IntrumentoDeColetaDeDados.pdf	16/10/2024 22:33:55	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Outros	declaracao_inicio_pesquisa_assinado.pdf	16/10/2024 22:32:04	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Outros	CartadeAnuenciageep.pdf	16/10/2024 22:31:09	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
		16/10/2024 22:28:05	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf		DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	16/10/2024 22:25:44	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito
Folha de Rosto	CEP_folhaDeRosto_assinado_assinado.pdf	16/10/2024 22:18:35	DANIETZA RAQUEL FILGUEIRA GALVAO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n

Bairro: Aeroporto

UF: RN

Município: MOSSORO

CEP: 59.607-360

Telefone: (84)3315-2094

E-mail: cep@uern.br

UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE



Continuação do Parecer: 7.236.279

MOSSORO, 20 de Novembro de 2024

Assinado por:
JUCE ALLY LOPES DE MELO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n

Bairro: Aeroporto

UF: RN

Município: MOSSORO

Telefone: (84)3315-2094

CEP: 59.607-360

E-mail: cep@uern.br

ANEXO B – Certificado de Registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024004491-4**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 18/10/2024, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Doutor DNA

Data de publicação: 18/10/2024

Data de criação: 12/10/2024

Titular(es): FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - FUERN

Autor(es): REGINA CÉLIA PEREIRA MARQUES; DANIELZA RAQUEL FILGUEIRA GALVÃO

Linguagem: HTML; JAVA SCRIPT; CSS

Campo de aplicação: ED-01

Tipo de programa: ET-02

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

7108537f9e985ef906eb87336abaf712106f9df454ace9667d48958a05b4be5f9c21f1687ef894f10590704bdbe1e39fae5d
ace2d7c0af318a95bb3253d49ce4

Expedido em: 26/11/2024

Aprovado por:
Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO