



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

MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA

***MINECRAFT* COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM**
PARA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

MOSSORÓ-RN
2025

MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA.

***MINECRAFT* COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM
PARA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

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 para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Organização e Funcionamento dos Organismos

Macroprojeto: Biologia em Foco

Orientador: Prof. Dr. Pablo de Castro Santos- UERN

Coorientadora: Dr^a. Maria da Conceição Vieira de Almeida Menezes- UERN.

**MOSSORÓ-RN
2025**

MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA

**MINECRAFT COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM
PARA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

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 para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: 25 de abril de 2025

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
REGINA CELIA PEREIRA MARQUES
Data: 24/06/2025 14:44:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Regina Célia Pereira Marques
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN



Documento assinado digitalmente
ALMINO AFONSO DE OLIVEIRA PAIVA
Data: 24/06/2025 13:25:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Almino Afonso de Oliveira Paiva-FACENE/FAMENE
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte



Documento assinado digitalmente
PABLO DE CASTRO SANTOS
Data: 24/06/2025 16:14:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Pablo de Castro Santos-Orientador
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN

**MOSSORÓ- RN
2025**

RESUMO

Diante dos desafios encontrados no ensino de biotecnologia no ensino médio, tais como a abstração dos conceitos e a carência de recursos didáticos adequados, este estudo explorou o potencial do *Minecraft Education Edition*(MEE). Essa plataforma imersiva e dinâmica é amplamente utilizada em mais de 115 países para o ensino de diversas disciplinas, destacando-se como uma ferramenta inovadora e eficaz na educação. Esta pesquisa se concentrou em como o *Minecraft Education* pode servir como uma ferramenta eficiente para simular processos essenciais em biologia celular e genética, facilitando a compreensão dos estudantes. Os métodos envolveram alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública no Piauí com coleta de dados por meio de avaliação diagnóstica, construção de um laboratório virtual de biotecnologia na plataforma de aprendizado baseada em jogos e análise das atividades, questionários e entrevistas. Incorporamos elementos de jogos como desafios e recompensas, acreditando que eles poderiam tornar o aprendizado mais engajante e eficaz. Adotou-se uma metodologia qualitativa que usou avaliações diagnósticas, a construção de um laboratório virtual, exploração dos conceitos de biotecnologia, além da análise de atividades, questionários e entrevistas. Os resultados revelaram que o uso dessa ferramenta educacional interativa., resultou em um aumento significativo no engajamento dos alunos, oferecendo um aprendizado mais dinâmico e acessível. Detectou-se, também, uma melhora na retenção do conhecimento e no desenvolvimento do pensamento crítico, com os alunos demonstrando uma maior capacidade de aplicar conceitos complexos. Ao validar a aplicabilidade e os benefícios desta abordagem, este estudo destaca o MEE, não apenas como uma ferramenta promissora, mas como uma importante ferramenta para a transformação pedagógica na educação em biotecnologia

Palavras-chave: Ensino de Biotecnologia, Gamificação, *Minecraft Education*, Aprendizagem Ativa, Laboratório virtual.

ABSTRACT

Facing the challenges found in teaching biotechnology in high school, such as the abstraction of concepts and the lack of adequate teaching resources, this study explored the potential of Minecraft Education Edition (MEE). This immersive and dynamic platform is widely used in over 115 countries for teaching various subjects, standing out as an innovative and effective educational tool. This research focused on how Minecraft Education can serve as an efficient tool to simulate essential processes in cell biology and genetics, facilitating students' understanding. The methods involved third-year high school students from a public school in Piauí, with data collection through diagnostic assessments, the construction of a virtual biotechnology laboratory on the game-based learning platform, and analysis of activities, questionnaires, and interviews. We incorporated game elements such as challenges and rewards, believing they could make learning more engaging and effective. A qualitative methodology was adopted that used diagnostic assessments, the construction of a virtual laboratory, exploration of biotechnology concepts, as well as the analysis of activities, questionnaires, and interviews. The results revealed that the use of this interactive educational tool resulted in a significant increase in student engagement, providing a more dynamic and accessible learning experience. There was also an improvement in knowledge retention and the development of critical thinking, with students demonstrating a greater ability to apply complex concepts. By validating the applicability and benefits of this approach, this study highlights the MEE not only as a promising tool but as an important tool for pedagogical transformation in biotechnology education.

Keywords: Biotechnology Teaching, Gamification, Minecraft Education, Active Learning, Virtual laboratory.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, todo-poderoso, pela força e orientação divina que sustentaram minha caminhada, guiando-me com fé e resiliência em todos os momentos desafiadores.

Aos meus amados filhos, Indira Ângela Bezerra Pereira, Iolanda Ângela Bezerra Pereira e Iago Ângelo Bezerra Pereira Oliveira, fontes constantes de inspiração e alegria, expresso meu amor e gratidão. Vocês são minha motivação diária e meu orgulho inabalável.

Ao meu orientador, Dr. Pablo de Castro Santos, cuja sabedoria, paciência e suporte constante foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação e seus conselhos foram inestimáveis em todas as fases deste projeto. À minha coorientadora, Dra. Maria da Conceição Vieira de A. Menezes, agradeço profundamente pelo suporte sempre amigo, carismático e empático. Sua experiência e dedicação contribuíram imensamente para meu crescimento acadêmico e pessoal, oferecendo um alicerce sólido ao longo dessa jornada. Sua orientação foi crucial, e sou eternamente grata por sua presença e apoio.

Agradeço a todos os professores que participaram da minha formação, cujo conhecimento e incentivo foram fundamentais para minha trajetória acadêmica. Em especial, à Dra. Regina Célia Pereira Marques, que nos acolheu como membros de sua própria família, oferecendo não apenas ensino, mas também carinho e apoio incondicional.

À minha amiga muito especial, Aline Cristina Carvalho Coutinho, que compartilhou comigo cada etapa desta caminhada acadêmica. Sua parceria, fidelidade, companheirismo e amizade tornaram esta jornada mais leve, significativa e inesquecível.

De coração, agradeço à família do seu João Bosco Neto, que em Picos nos acolheu de braços abertos como filhas, oferecendo um lar longe de casa e o calor da hospitalidade genuína.

Aos alunos do CETI Francisca Pereira de Sousa Moraes, pela disponibilidade e colaboração que tornaram esta pesquisa possível e enriquecedora. Vocês foram parte essencial deste processo.

À diretora do colégio, Valdivia Ribeiro de Sousa Melo, pela prontidão, apoio e confiança no desenvolvimento da pesquisa. Sua liderança comprometida e entusiasmada foi inspiradora.

Agradeço à Secretaria de Estado da Educação do Piauí (SEDUC-PI) por permitir e apoiar minha qualificação, reconhecendo a importância da formação continuada para a melhoria da educação pública.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento à pesquisa e pelo apoio financeiro, que viabilizaram a realização deste trabalho. O investimento em educação e ciência é fundamental para a transformação social, e sou profundamente grata por fazer parte desse processo.

Essas experiências moldaram não apenas minha trajetória acadêmica, mas também me ensinaram o valor da perseverança, da solidariedade e da coletividade. Cada viagem, cada buraco na estrada, cada colega encontrado ao longo do caminho reafirmaram a importância de acreditar nos meus sonhos e de nunca desistir.

Este trabalho é fruto de um esforço coletivo, uma verdadeira teia de apoio e colaboração.
A todos que estiveram ao meu lado, expresso minha mais sincera e eterna gratidão.



AGRADECIMENTO ESPECIAL

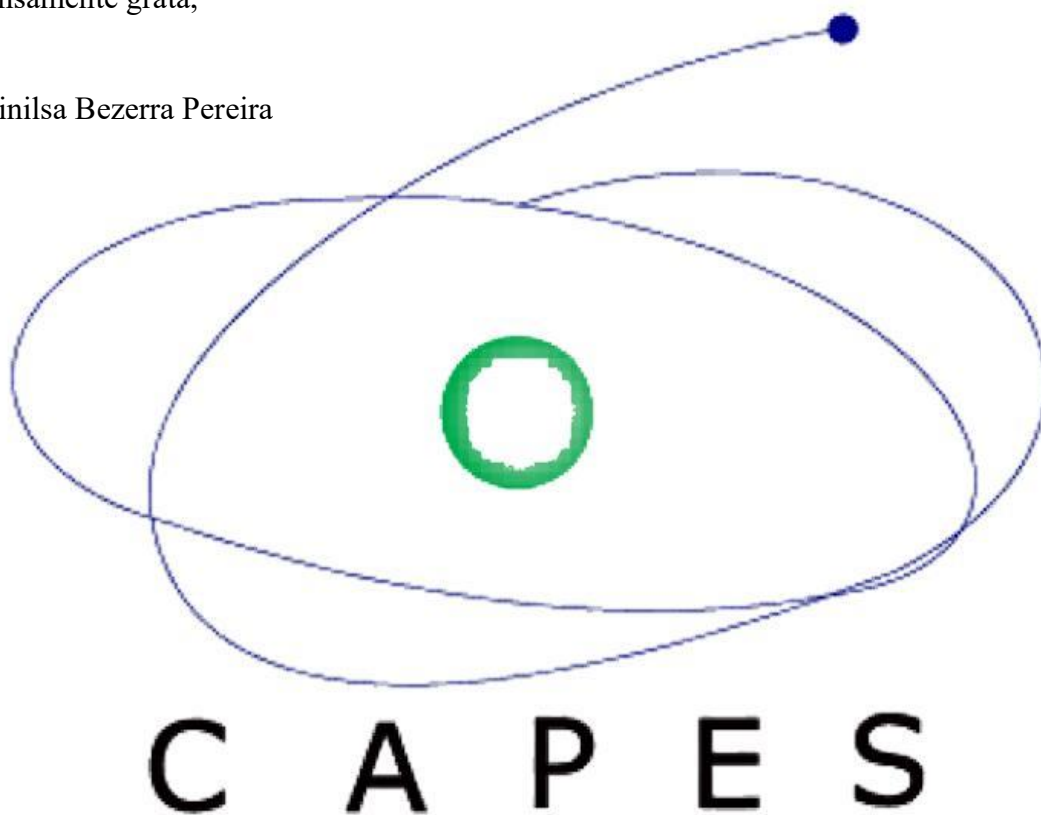
Agradeço, de forma especial, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio fundamental na realização deste trabalho, por meio do Código de Financiamento 001 que, ao garantir suporte financeiro, viabilizou não apenas o desenvolvimento da pesquisa, mas também a ampliação do acesso a materiais, tecnologias educacionais e momentos formativos indispensáveis para a consolidação dos resultados aqui apresentados.

Graças a esse investimento, foi possível implementar ações concretas em uma escola pública, utilizar metodologias inovadoras com o uso do *Minecraft Education*, promover o engajamento de estudantes no ensino de Biotecnologia e contribuir significativamente para a produção de conhecimento aplicado à educação científica.

O financiamento da CAPES não apenas favoreceu a execução desse trabalho, como também reafirmou a importância da ciência, da educação pública de qualidade e da valorização da formação docente no Brasil.

Imensamente grata,

Maria Cledinilsa Bezerra Pereira



RELATO DA MESTRANDA

RESILIÊNCIA: A ESTRADA PARA A CONQUISTA DOS SONHOS

Meu nome é Cledinilsa Bezerra, e é com grande satisfação que compartilho minha trajetória até aqui, em busca do sonho de me tornar mestranda. Minha jornada começou em Fronteiras, um município acolhedor, mas distante dos grandes centros acadêmicos. Para alcançar esse sonho, precisei viajar, e o destino era Picos, situado a aproximadamente 100 km de casa.

Minhas viagens eram frequentemente feitas à noite, quando o silêncio da estrada se tornava meu cenário. Nesses momentos solitários, contava com a companhia constante de Deus, da minha amiga Aline e da esperança que pulsava dentro de mim. Essa esperança foi o combustível que impulsionou cada quilômetro percorrido em direção ao meu objetivo.

O trajeto de Picos a Fortaleza pela BR-020 (531,4 km) se revelava desafiador. Naquela época, a estrada estava repleta de buracos, o que tornava a viagem longa e, muitas vezes, angustiante. Cada buraco representava um obstáculo físico e um teste à minha determinação, mas segui adiante, motivada pela certeza de que estava no caminho certo.

Após a passagem por Fortaleza, segui para Mossoró, rumo ao campus da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), localizado no interior do Rio Grande do Norte (241 km adiante). Nesse trecho, apesar de uma estrada bem planejada e com boa manutenção, passei por momentos de alta adrenalina e quase sofri acidentes devido às condições adversas. Na minha primeira chegada ao campus, fui recebida calorosamente pelos colegas que, como eu, buscam conhecimento e evolução acadêmica. A receptividade e o apoio que encontrei me fizeram sentir em casa, mesmo distante dos meus.

Durante essa jornada acadêmica, enfrentei desafios em minha formação, especialmente em relação às qualificações que precisei realizar. Em uma das etapas, obtive 38 de 100 pontos, sendo apenas 1 (um) ponto de 20 em Genética, em umas questões discursivas. Fui convocada para a segunda chamada e, com esforço, dedicação e empenho — além da ajuda inestimável da professora Dra. Regina Célia, que se disponibilizou para me apoiar fora de seu horário de trabalho e além das aulas que já ministrava com excelência — consegui alcançar 83,5 pontos, obtendo nota máxima (20 pontos) em Genética na nova avaliação. Um salto que parece ter saído de universos opostos! A ironia do “trocadilho matemático” se concretiza ao pensar que fui de 38 a 83. Sua consideração fez toda a diferença na minha trajetória.

Agradeço a oportunidade de compartilhar minha história e estou ansiosa para seguir essa caminhada com todos vocês, contribuindo para a pesquisa e a troca de conhecimentos.

Imensamente grata,

Maria Cledinilsa Bezerra Pereira
Mestranda, 2025

Another Brick In The Wall (Pt. 2)

Pink Floyd

Mais Um Tijolo No Muro

Another Brick In The Wall

Nós não precisamos de nenhuma educação

We don't need no Education

Nós não precisamos de nenhuma lavagem cerebral

We don't need no thought control

De nenhum sarcasmo velado na sala de aula

No dark sarcasm in the classroom

Professores, deixem as crianças em paz

Teacher, leave them kids alone

Ei! Professor! Deixe as crianças em paz!

Hey! Teacher! Leave them kids alone!

Em suma, é apenas mais um tijolo no muro

All in all, it's just another brick in the wall

Em suma, você é apenas mais um tijolo no muro

All in all, you're just another brick in the wall

Nós não precisamos de nenhuma educação

We don't need no education

Nós não precisamos de nenhuma lavagem cerebral

We don't need no thought control

De nenhum sarcasmo velado na sala de aula

No dark sarcasm in the classroom

Professores, deixem as crianças em paz

Teachers, leave them kids alone

Ei! Professor! Nos deixe em paz!

Hey! Teacher! Leave us kids alone!

Em suma, você é apenas mais um tijolo no muro

All in all, you're just another brick in the wall

Em suma, você é apenas mais um tijolo no muro

All in all, you're just another brick in the wall

Errado, faça de novo!

Wrong, do it again!

Errado, faça de novo!

Wrong, do it again!

Se você não comer sua comida

If you don't eat your meat

Não terá nenhuma sobremesa!

You can't have any pudding!

Como você pode ter alguma sobremesa

How can you have any pudding

Se não come a sua comida?

If you don't eat your meat?

Você! Sim!

You! Yes!

Você, atrás do depósito de bicicletas!

You, behind the bike sheds!

Parada aí, garota!

Stand still, laddie!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco. em branco

SUMÁRIO

1. Introdução	21
2. Ensino de Biotecnologia	24
2.1. Minecraft e possíveis aplicações na Biotecnologia	27
3. Objetivos	28
3.1. Objetivo Geral	28
3.2. Objetivos Específicos	28
4. Metodologia	29
4.1. Etapa 1 – Levantamento Teórico	29
4.2. Etapa 2 – Planejamento da Intervenção Pedagógica	29
4.3. Etapa 3 – Aplicação da Metodologia em Campo	30
4.4. Estratégias de Acesso e Licenciamento do <i>Minecraft Education</i>	30
5. Resultados e Discussão	35
5.1. O Minecraft Education no Ensino	35
5.2. Avaliação Diagnóstica	38
5.3. Contribuição e Utilização do <i>Minecraft Education</i>	39
5.4. Avaliação Diagnóstica: Analisando o Impacto do <i>Minecraft Education</i>	40
5.5. Desempenho Antes da Implementação	40
5.6. Desempenho Após a Implementação	41
5.7. Visualização Comparativa dos Resultados	41
5.8. Atividades Realizadas e Estratégias Utilizadas para Jogabilidade	43
5.9. Funcionalidades Educacionais do <i>Minecraft Education Edition</i>	49
5.10. Minecraft e o Jogo no Laboratório Virtual	49
5.11. Aprendizagem Versus <i>Minecraft</i>	55
5.12. Implementação de Acesso e Uso do <i>Minecraft Education</i>	60
5.13. Replicabilidade em Outros Ambientes de Aprendizagem	63
6. Considerações Finais	68

Referências Bibliográficas	77
Apêndices	80
Apêndice A – Avaliação Diagnóstica – Biotecnologia no Ensino Médio	80
Apêndice B – Estrutura das Oficinas	81
Apêndice C – Oficina Introdutória e de Consolidação	82
Apêndice D – Sondagem Oral	83
Apêndice E – Cartilha Pedagógica	84

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Destaque para estrutura tridimensional do DNA intitulado <i>DNA Testing</i>	27
Figura 2 – Complementando o <i>Minecraft Education</i> com o <i>FOLDIT</i>	32
Figura 3 – Alunos interagindo com <i>Minecraft Education</i> em sala de aula	40
Figura 4 – Alunos em Monitoria (Oficinas)	49
Figura 5 – Funcionalidades Educacionais no <i>Minecraft Education</i>	49
Figura 6 – Uma das Interfaces do <i>Minecraft Education</i>	49
Figura 7 – Utilizando ambiente do <i>Minecraft Education</i>	60
Figura 8 – Biblioteca de lições no MEE, com áreas temáticas organizadas	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Benefícios e Desafios da Implementação do <i>Minecraft Education</i>	34
Quadro 02 – Atividades e Estratégias de Desenvolvimento Executadas com os Alunos	43
Quadro 03 – Aplicações Biotecnológicas no <i>Minecraft</i>	49
Quadro 04 – Recursos do <i>Minecraft Java Edition</i>	49
Quadro 05 – Benefícios e Desafios da Implementação.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Comparação dos Resultados da Avaliação Diagnóstica: Representada em amarelo, indicando resultados anteriores à implementação do *Minecraft Education* enquanto a representação em azul indica os resultados posteriores à implementação..... 35

© Todos os direitos estão reservados à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e referenciados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

P436m PEREIRA, Maria Cledinilsa Bezerra.
MINECRAFT COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-
APRENDIZAGEM PARA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO
MÉDIO. / Maria Cledinilsa Bezerra PEREIRA. - CETI-
Francisca Pereira de Sousa Moraes, 2025.
72 centavos.

Orientador(a): Prof. Dr. Pablo de Castro Santos.
Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Biologia). Universidade do
Estado do Rio Grande do Norte.

1. Ensino de Biotecnologia. 2. Gamificação. 3.
Educação Minecraft. 4. Aprendizagem Ativa,. 5.
Laboratório virtual. I. Castro Santos, Pablo de. II.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

1. Introdução

Desde os experimentos pioneiros de Mendel com suas notáveis ervilhas, a Biologia tem evoluído significativamente, trazendo descobertas transformadoras. Apesar dos avanços, o ensino da Biotecnologia no ensino médio ainda enfrenta desafios, especialmente devido à complexidade dos conteúdos e à falta de recursos didáticos interativos. Muitos estudantes apresentam dificuldades na compreensão de conceitos abstratos, como a estrutura do DNA e os processos de clonagem, o que se reflete no baixo desempenho em avaliações relacionadas a Biologia Molecular e Genética (Silva *et al.*, 2020). Além disso, pesquisas indicam que a falta de recursos visuais e práticos dificulta a assimilação desses conceitos (Souza e Almeida, 2019).

Por outro lado, professores enfrentam desafios na adaptação do currículo, na obtenção de materiais atualizados e na implementação de metodologias inovadoras devido à escassez de treinamentos específicos e infraestrutura tecnológica inadequada em muitas escolas (Pereira *et al.*, 2021). Embora algumas escolas enfrentem desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e formação docente, diversas iniciativas têm sido implementadas para minimizar essas barreiras. O Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), desenvolvido pelo Ministério da Educação, visa promover o uso pedagógico das tecnologias digitais, capacitando professores e fornecendo equipamentos para instituições de ensino (Brasil, 2023).

Além disso, o Programa de Inovação Educação Conectada busca ampliar o acesso à internet de alta velocidade e fomentar a integração de tecnologias digitais no ambiente escolar (MEC, 2023).

A Rede SESI, por exemplo, implementou o uso do Minecraft Education em suas escolas como forma de estimular o envolvimento dos alunos em atividades interativas e significativas. A iniciativa contou com o suporte da BigBrain, empresa parceira da Microsoft na área educacional, especializada na formação de professores e na adaptação de tecnologias para o contexto pedagógico (SESI, 2023). A experiência demonstra que atividades interativas, mediadas por recursos digitais, podem ser implementadas de forma ampliada em outras instituições de ensino, desde que acompanhadas por um processo contínuo de capacitação docente e expansão gradual do acesso às ferramentas tecnológicas. Esse modelo favorece a adoção de metodologias inovadoras, especialmente no ensino de Biotecnologia,

promovendo uma aprendizagem mais dinâmica, contextualizada e alinhada às competências da atualidade.

Dessa forma, a implementação dessas ferramentas pode ocorrer progressivamente, garantindo maior acessibilidade e eficiência no ensino da Biotecnologia (Santos *et al.*, 2022). Um exemplo desse processo pode ser observado no programa 'Escola Inovadora', que incorporou o uso de plataformas digitais e jogos educacionais em sua grade curricular, capacitando professores e fornecendo infraestrutura adequada para o uso dessas ferramentas em sala de aula. Esse modelo tem mostrado resultados positivos na melhoria do engajamento dos alunos e no desenvolvimento de competências científicas.

No entanto, a formação docente frequentemente apresenta lacunas na preparação pedagógica e na compreensão da educação como ferramenta de formação cidadã (Teixeira, 2013). A dificuldade de atualização constante e a falta de capacitação específica impactam diretamente a qualidade do ensino da Biotecnologia (Moreno *et al.*, 2016). Dessa forma, investir na formação continuada dos professores e na integração de novas tecnologias ao currículo são passos essenciais para tornar o ensino da Biologia Molecular mais acessível e dinâmico.

A introdução da Biologia Molecular requer atenção e domínio dos processos por parte dos estudantes, além de práticas pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem significativa (Klein e Laburú, 2011). Estudos recentes sugerem que o ensino híbrido, combinando práticas experimentais e digitais, melhora a retenção do conhecimento e a aplicabilidade dos conceitos, na prática profissional (Oliveira *et al.*, 2023). Estratégias eficazes incluem metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, o uso de modelos tridimensionais para a visualização de moléculas e a experimentação prática em laboratórios virtuais. Jogos educacionais, como *Foldit* e *Minecraft Education*, vêm sendo empregados para facilitar a compreensão de conceitos complexos ao promover a interação direta dos alunos com modelos moleculares e processos biotecnológicos.

O sucesso na construção do conhecimento está diretamente relacionado à qualidade do ensino, que deve ser contextualizado e interdisciplinar. No ensino da Biotecnologia, essa abordagem pode ser efetivada ao relacionar conceitos científicos com situações do cotidiano, como o impacto dos organismos geneticamente modificados na alimentação e na saúde pública. Essa perspectiva permite que o estudante compreenda a ciência como parte de sua

realidade, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisão informada (Lima e Santos, 2022).

Além disso, a interdisciplinaridade se mostra essencial ao integrar a Biotecnologia com outras áreas do conhecimento, como Química e Geografia. Por exemplo, ao abordar reações bioquímicas ou discutir questões relacionadas à sustentabilidade ambiental, o ensino torna-se mais dinâmico e conectado às exigências curriculares atuais. Essa proposta está alinhada às diretrizes da educação contemporânea, como os presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que valoriza competências científicas contextualizadas e integradas (Pinheiro, Pantoja & Salmito-Vanderley, 2016).

Muitos docentes relatam dificuldades na mediação desses conteúdos, possivelmente devido à falta de estratégias dinâmicas e interativas ou à própria formação docente (Freire *et al.*, 2016). A capacitação profissional, incluindo cursos de Pós-Graduação, pode aprimorar as práticas pedagógicas e fomentar abordagens inovadoras (Pasqualli *et al.*, 2013).

Diante disso, metodologias ativas, apoiadas em recursos tecnológicos e jogos didáticos, têm demonstrado eficácia no ensino da Biotecnologia. Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2022) mostrou que estudantes que utilizaram laboratórios virtuais e jogos educacionais para aprender conceitos de Biologia Molecular apresentaram um aumento de 30% no desempenho em avaliações conceituais, em comparação com aqueles que seguiram métodos tradicionais, evidenciando o impacto positivo dessas abordagens na assimilação dos conteúdos.

Ferramentas digitais como o Minecraft Education Edition e o jogo *Foldit* promovem uma aprendizagem interativa e significativa. O Minecraft, por meio de seu *Science Subject Kit*, tem sido utilizado para representar estruturas biológicas em três dimensões, como moléculas de DNA e RNA, permitindo que os alunos construam modelos virtuais de nucleotídeos e de enzimas como a DNA polimerase, envolvidas diretamente no processo de replicação do DNA (Minecraft Education, 2023). Essa atividade prática contribui para o entendimento da duplicação da informação genética, processo fundamental para a divisão celular e hereditariedade.

Já o *Foldit*, embora focado na modelagem de proteínas, oferece uma abordagem lúdica e científica para o estudo da estrutura molecular, complementando a aprendizagem de conceitos bioquímicos essenciais (Cooper *et al.*, 2010). Ambas as plataformas reforçam o potencial das metodologias ativas no ensino de Biotecnologia, favorecendo o engajamento

dos estudantes e a construção de conhecimento de forma colaborativa e contextualizada, por exemplo, para simular a replicação e a transcrição genética, os alunos empregaram comandos específicos da plataforma, além de explorarem recursos interativos, como quadros explicativos e desafios de montagem molecular. Também desenvolveram um laboratório virtual para realizar simulações de extração de DNA e edição genética. Como resultado, 87% dos participantes relataram maior clareza sobre a estrutura e a função das biomoléculas após a atividade.

Da mesma forma, o *Foldit* foi empregado para explorar a estrutura de proteínas, desafiando os alunos a resolver problemas reais de dobramento proteico. Essa abordagem promoveu a aprendizagem baseada na resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico. O uso de jogos digitais no contexto educacional favorece a motivação e o engajamento dos estudantes, além de proporcionar um ambiente dinâmico para a assimilação do conhecimento (Gallão, 2017).

As estratégias baseadas em metodologias ativas e no uso de tecnologias educacionais não apenas facilitam a compreensão de conteúdos complexos da Biotecnologia, mas também fortalecem a interação entre professores e alunos, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e significativo (Bergmann e Sams, 2018). A construção coletiva do conhecimento, promovida por essas ferramentas, estimula a participação ativa dos estudantes e favorece o desenvolvimento de habilidades críticas e colaborativas.

A implementação de metodologias ativas com uso de tecnologias enfrenta desafios como a necessidade de adaptação curricular, o tempo limitado em sala de aula e a resistência de alguns docentes ao rompimento com práticas tradicionais (Moran *et al.*, 2013). Além disso, a escassez de infraestrutura tecnológica adequada ainda limita a adoção em muitas instituições de ensino. Para superá-los é fundamental investir em formação continuada e no desenvolvimento de guias pedagógicos específicos para a aplicação de jogos digitais na educação, como propõem Ferreira *et al.* (2023). Também se faz necessária a articulação de políticas educacionais que incentivem a inovação e promovam a capacitação docente, permitindo que os professores atuem como mediadores em ambientes mais dinâmicos, interativos e alinhados às demandas contemporâneas.

2. Uso do *Minecraft Education Editions* no Ensino de Biotecnologia

Ferramentas pedagógicas desenvolvidas por especialistas são fundamentais para aprimorar a prática educativa e a formação de professores (Freire *et al.*, 2016). Entre essas ferramentas, destacam-se laboratórios virtuais, plataformas interativas e jogos educacionais, como o *Minecraft Education*, que possibilitam a simulação de experimentos científicos e o aprendizado baseado na resolução de problemas. Essas abordagens inovadoras tornam o ensino mais dinâmico e acessível, promovendo uma aprendizagem significativa e colaborativa.

A utilização de plataformas digitais com modelos tridimensionais tem se mostrado eficaz no ensino de processos biotecnológicos como extração, replicação e manipulação genética, ao proporcionar uma experiência imersiva que favorece a visualização de estruturas e fenômenos moleculares (Souza *et al.*, 2022). Essa abordagem, ao facilitar o entendimento de conceitos abstratos, complementa a prática laboratorial tradicional, funcionando como uma etapa preparatória que antecede a extração física de DNA em laboratórios reais.

Estudos apontam que a experimentação digital, aliada a práticas presenciais, fortalece a compreensão dos conteúdos e reduz a curva de aprendizado, tornando os experimentos físicos mais eficazes (Silva e Carvalho, 2018). Além disso, a combinação de estratégias digitais e práticas manuais contribui para o engajamento dos alunos, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada no campo da Biotecnologia, conforme figura abaixo

Figura 1: Destaque para estrutura tridimensional de DNA com o rótulo *DNA Testing*



Fonte: Acervo da autora, 2025.

Para contextualizar mais, a imagem acima demonstra um ambiente virtual que utilizamos ilustrando como esse jogo pode ser utilizado no contexto educacional para ensinar conceitos científicos, como genética. Nela, são exibidos elementos relacionados à ciência, destacando uma estrutura tridimensional de DNA com o rótulo "*DNA Testing*", simbolizando

uma área de teste genético dentro do cenário. Esse ambiente é altamente detalhado e imersivo, combinando texturas, iluminação e arquitetura estilizada para criar um espaço visualmente atraente e estimulante. A representação tridimensional do DNA permite que os alunos visualizem a estrutura molecular de forma clara, algo que é difícil de captar por meio de diagramas bidimensionais tradicionais.

A interação proposta pelo ambiente segue o método de aprendizado exploratório, permitindo que os participantes manipulem e observem os materiais educacionais em um ambiente gamificado. Essa abordagem promove engajamento e facilita a compreensão de conceitos abstratos ao associá-los a experiências práticas e visuais. Além disso, o espaço estimula a criatividade e o trabalho colaborativo, uma vez que os jogadores podem explorar juntos, trocando conhecimentos e desenvolvendo habilidades de observação e análise.

A interface do game vai além do tradicional uso recreativo do Minecraft, demonstrando como ele pode ser adaptado para o ensino de temas sofisticados, como genética e biologia molecular. A integração de elementos didáticos ao ambiente virtual reforça suas possibilidades educacionais, tornando o aprendizado mais dinâmico, interativo e acessível aos alunos.

Para o ensino de Biotecnologia é uma abordagem inovadora e eficaz, tornando o aprendizado mais interativo e motivador. Mas, para otimizar seus benefícios, é necessário capacitação docente e infraestrutura tecnológica. Comparações com métodos tradicionais de ensino podem evidenciar sua eficácia na compreensão e engajamento dos alunos. Assim, enquanto aulas expositivas tradicionais dependem da transmissão passiva de informações, o Minecraft Education Editions permite que os alunos interajam com conceitos biotecnológicos de forma prática e experimental. Estudos indicam que metodologias ativas, como a gamificação, resultam em maior retenção do conteúdo e participação ativa dos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo (NEBEL; SCHNEIDER; REY, 2015).

Na busca por aprimorar a prática educativa e a formação de professores, ferramentas pedagógicas desenvolvidas por especialistas têm se mostrado essenciais (Freire *et al.*, 2016), destacam-se os laboratórios virtuais, as plataformas interativas e os jogos educacionais, como o ME, que possibilitam a simulação de experimentos científicos e o aprendizado baseado na resolução de problemas (Johnson *et al.*, 2020). Essas abordagens inovadoras tornam o ensino mais dinâmico e acessível, promovendo uma aprendizagem mais significativa e colaborativa.

No contexto do ensino de Biotecnologia, a utilização de ambientes de aprendizagem imersivos, como o *Minecraft Education*, tem demonstrado potencial para aumentar o engajamento dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos complexos (Ketelhut *et al.*, 2010). Assim, o *Minecraft Education* tem o potencial de se consolidar como uma ferramenta fundamental na educação do século XXI, promovendo um aprendizado significativo e colaborativo e preparando os alunos para os desafios do futuro (DeLisle, 2015).

A imersão em um ambiente de simulação prática emerge como uma estratégia eficaz para a internalização de conceitos complexos em biotecnologia. No laboratório virtual, os estudantes têm a oportunidade de realizar simulações de extração de DNA, edição genética e produção de fármacos, explorando ativamente os processos biotecnológicos e promovendo uma compreensão mais aprofundada do conteúdo. Conforme destacado por Dede (2009), ambientes virtuais imersivos podem proporcionar experiências de aprendizado significativas e engajadoras, permitindo que os alunos explorem conceitos complexos de forma prática e interativa.

A gamificação, inerente ao *Minecraft Education*., possibilita que professores e alunos interajam com o material genético de forma prática e dinâmica, permitindo que os estudantes realizem simulações de extração de DNA, experimentos de modificação genética e desenvolvam modelos tridimensionais de moléculas biológicas. Essas atividades promovem a diversidade de abordagens e a adaptação ao ambiente de aprendizado, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos biotecnológicos e incentivando a participação ativa dos alunos. A abordagem interativa estimula a criatividade e a socialização dos estudantes, pois, como argumenta Vygotsky (1978), o aprendizado é um processo social que ocorre por meio da interação com outros e com o ambiente. Ao experimentarem soluções inovadoras, construir cenários personalizados e desenvolver projetos colaborativos no ambiente virtual, os alunos internalizam o conhecimento de forma mais significativa e desenvolvem habilidades essenciais para o século XXI.

2.1 *Minecraft* e possíveis aplicações na Biotecnologia

A biotecnologia moderna engloba uma vasta gama de técnicas e aplicações que têm transformado diversos setores da sociedade. Desde a clonagem, que permite a criação de cópias geneticamente idênticas de organismos, até a produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) e transgênicos, que apresentam características aprimoradas, a

biotecnologia tem revolucionado a medicina, a indústria e a agropecuária. A extração de DNA, um processo fundamental para a análise genética, e a tecnologia CRISPR, que possibilita a edição precisa do genoma, são exemplos de ferramentas poderosas que impulsionam a inovação biotecnológica. Como destaca Rischer *et al.* (2016), a biotecnologia oferece soluções inovadoras para desafios globais, como a produção de alimentos mais nutritivos e resistentes a pragas, o desenvolvimento de terapias personalizadas para doenças genéticas e a criação de materiais sustentáveis para a indústria.

Em um cenário educacional em constante evolução, o *Minecraft Education* surge como uma ferramenta promissora para o ensino de biotecnologia. Ao simular ambientes industriais, laboratórios de pesquisa e processos biológicos complexos, o jogo permite que os alunos explorem conceitos como clonagem, OGMs, extração de DNA e CRISPR de forma interativa e envolvente. A gamificação, presente no game, facilita a compreensão de temas desafiadores e estimula o desenvolvimento de habilidades essenciais para o futuro da biotecnologia, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração. Segundo Barab *et al.* (2007), ambientes de aprendizagem imersivos, como os jogos digitais, podem promover uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos científicos, ao permitir que os alunos experimentem e manipulem modelos virtuais de fenômenos complexos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Utilizar e avaliar o *Minecraft Education* como estratégia pedagógica para o ensino de Biotecnologia.

3.2. Objetivos Específicos

- Demonstrar a importância da utilização do *Minecraft* para o ensino de biotecnologia.
- Acrescente: identificar as potencialidades do *Minecraft*.
- Estimular o ensino aprendizagem de biotecnologia de forma lúdica.
- Evidenciar o potencial da Biotecnologia como uma ferramenta de ensino lúdico e interativo.

- Adaptar o ambiente do *Minecraft Education* para torná-lo mais acessível e facilitar a compreensão dos conceitos biotecnológicos pelos estudantes.

4. Metodologia

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa visando analisar a eficácia do uso do *Minecraft Education* no ensino de Biotecnologia. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Uern sob número de parecer 7.236.299 e realizado com alunos da terceira série do Ensino Médio do CETI-Francisca Pereira de Sousa Morais, localizado em Fronteiras, estado do Piauí, no âmbito do componente curricular Aprofundamento de Ciências da Natureza. A escolha da abordagem qualitativa se justifica por sua capacidade de investigar fenômenos educacionais em profundidade, valorizando as percepções e experiências dos participantes no processo de aprendizagem (Minayo, 2012).

4.1. Etapa 1 – Levantamento Teórico.

Para embasar a elaboração do plano de intervenção, foi realizado um levantamento bibliográfico com foco em práticas pedagógicas inovadoras que envolvem mídias digitais. Autores como Moran (2017) e Valente (2019) destacam que o uso de recursos como animações, simulações e jogos digitais favorece uma aprendizagem mais interativa, crítica e significativa. Assim, as mídias digitais foram incorporadas ao plano de ensino não como objeto da pesquisa em si, mas como ferramentas didáticas fundamentais para o desenvolvimento da proposta.

4.2. Etapa 2 – Planejamento da Intervenção Pedagógica.

Com base nos estudos realizados e na realidade observada na escola, foi estruturado um plano de execução que utilizou o *Minecraft Education* como recurso central para representar processos biotecnológicos complexos, tais como a replicação do DNA, a síntese de proteínas e a manipulação genética. A proposta visou proporcionar aos alunos uma experiência imersiva e construtiva, servindo como preparação para atividades experimentais em laboratório. A escolha dessa plataforma foi respaldada por pesquisas de Silva e Ferreira

5.1. O *Minecraft Education* no Ensino

O *Minecraft Education* é amplamente utilizado em mais de 115 países, oferecendo um ambiente de aprendizado imersivo e dinâmico (MICROSOFT, 2023a). Desde sua criação em 2016, a plataforma tem sido empregada no ensino de diversas disciplinas, incluindo Biotecnologia e, por esse viés, alunos podem utilizar o ME para simular processos como a replicação do DNA, a engenharia genética aplicada à produção de organismos transgênicos e a síntese de proteínas.

Ademais, desafios gamificados podem ser desenvolvidos para testar o conhecimento sobre mutações genéticas e terapias gênicas, tornando o aprendizado mais prático e envolvente. Estudos demonstram que sua implementação melhora a motivação dos alunos e facilita a assimilação de conceitos complexos (NEBEL *et al.*, 2016), Callaghan (2016) evidenciou como o uso do Minecraft na educação histórica permitiu experiências interativas enriquecedoras.

Sua flexibilidade permite aplicações diversas. No ensino de ciências, por exemplo, os alunos podem explorar estruturas atômicas, criar modelos moleculares e interagir com ecossistemas digitais. Essa abordagem promove a interdisciplinaridade e melhora a retenção de conhecimento. Recursos como o modo de colaboração, quadros interativos e tutoriais personalizados permitem que os professores adaptem as aulas às necessidades dos estudantes (MICROSOFT, 2023b). Essa versatilidade se traduz em um grande potencial para o ensino de biotecnologia.

O uso do *Minecraft Education* para ensinar Biotecnologia representa uma abordagem inovadora e eficaz, tornando o aprendizado mais interativo e motivador. Para otimizar seus benefícios, recomenda-se investir em capacitação docente e infraestrutura tecnológica, garantindo que os educadores estejam preparados para explorar todo o potencial da plataforma, em comparações com métodos tradicionais demonstram sua eficácia na compreensão e no engajamento dos alunos.

Enquanto aulas expositivas convencionais dependem da transmissão passiva de informações, o *Minecraft Education* permite que os alunos interajam ativamente com conceitos biotecnológicos, promovendo a experimentação e a construção do conhecimento (Silva *et al.*, 2021). Essa eficácia encontra respaldo em diversas pesquisas que comprovam

os benefícios das metodologias ativas e da gamificação no ensino, reforçando a importância de explorar ferramentas que engajem os alunos de forma dinâmica e participativa.

Pesquisas apontam que metodologias ativas, como a gamificação, contribuem significativamente para a retenção do conhecimento e incentivam a participação ativa dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente. Segundo Sousa (2023), tais metodologias proporcionam uma abordagem centrada no aluno, favorecendo a construção do conhecimento de forma mais significativa.

Outrossim, um estudo publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Física* demonstrou que a aplicação da gamificação como estratégia pedagógica ativa resultou em maior engajamento e melhor desempenho dos estudantes no aprendizado de conceitos científicos (SciELO, 2023). Logo, no contexto do ensino digital, plataformas como o *Minecraft Education* têm sido reconhecidas por sua capacidade de tornar o aprendizado mais interativo e colaborativo, favorecendo a compreensão de conteúdos complexos e incentivando o trabalho em equipe (MICROSOFT, 2023).

5.2. Avaliação Diagnóstica

A avaliação diagnóstica foi realizada antes e após o uso do MEE, permitindo uma análise precisa do impacto da ferramenta no aprendizado dos alunos. Inicialmente, os estudantes encontraram dificuldades em adaptar-se à plataforma, situação abordada por meio de oficinas introdutórias e mentorias entre colegas, uma abordagem eficaz conforme destacado por Hwang, Lai e Wang (2015), que enfatizam a importância do suporte inicial em ambientes digitais de aprendizagem. Esse suporte facilitou a familiarização com o ambiente digital, resultando em uma experiência educacional mais fluida e acessível (Kim e Ke, 2016).

5.3. Contribuição e Utilização do *Minecraft Education*

A utilização de recursos interativos, como ferramentas gamificadas e ambientes virtuais, tem se mostrado eficaz para promover o aprendizado ativo, onde os participantes não apenas assimilam conceitos, mas também os experimentam de maneira prática e visual. Segundo Gee (2003), ambientes de aprendizado baseados em jogos permitem que os usuários explorem problemas complexos de maneira envolvente, desenvolvendo habilidades

cognitivas e reforçando a compreensão de conteúdos acadêmicos. Nesse sentido, assim como o *Minecraft Education Edition* transforma elementos complexos (como planejamento, criatividade e acessibilidade) em atividades didáticas, outras ferramentas inovadoras também desempenham papéis valiosos na compreensão de conceitos científicos.

Posteriormente, o *Foldit* e o *PhET* surgiram como ferramentas valiosas para auxiliar na compreensão de moléculas, desempenhando papéis distintos, porém complementares, na pesquisa. O *Foldit*, um jogo online colaborativo, transformou o desafio complexo do dobramento de proteínas em um quebra-cabeça interativo, permitindo que estudantes e pesquisadores visualizassem e manipulassem moléculas em um ambiente virtual. Essa contribuição momentânea para a aprendizagem ativa e a compreensão conceitual, como demonstrado por Wieman et al. (2010), proporcionou aos alunos uma base sólida para explorar os fenômenos científicos de forma interativa e visual, o que se mostrou particularmente útil para a compreensão de moléculas.

A imagem seguinte é composta por duas seções principais que abordam projetos diferentes, mas que têm uma conexão temática com ciência e aprendizado:

Figura 2: Complementando o Minecraft com o *FOLDIT*



Fonte: Acervo da autora, 2025.

No lado esquerdo, observa-se uma ferramenta chamada Criador de Elementos, que simula a composição química de átomos. A interface exibe três controles deslizantes que ajustam as partículas subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons), bem como uma representação gráfica de um modelo atômico, sugerindo como diferentes elementos podem ser formados ao manipular essas variáveis. Abaixo, há um inventário contendo materiais variados, como pedras preciosas, diamantes e minerais, indicando uma funcionalidade que conecta a química com aspectos de coleta e *crafting*. O sistema parece educativo, com

potencial para ensinar os fundamentos da química de forma visual e interativa, possivelmente inspirado por *mods* como *MineChem*.

Por outro lado, o direito, apresenta a interface do site oficial do jogo *Foldit* (*fold.it*), um projeto educacional e científico que incentiva os jogadores a resolverem desafios relacionados ao dobramento de proteínas. O site destaca informações sobre o jogo, suas funcionalidades e sua contribuição para a ciência, além de fornecer acesso ao jogo e notícias recentes, como atualizações de 2025. No canto superior direito, há uma visualização 3D de uma proteína, que pode ser manipulada como parte do jogo, demonstrando como o *Foldit* combina ciência real e mecânicas de jogo para beneficiar pesquisas científicas reais.

Essa composição pode ser utilizada para exemplificar como jogos digitais e interativos podem ser aplicados à educação e pesquisa científica. Enquanto o Criador de Elementos reforça os conceitos de química, o *Foldit* destaca a biologia, ambos servindo como ferramentas de aprendizado acessíveis e engajantes.

Já no ambiente do ME os alunos foram desafiados a adaptar-se às mecânicas do jogo, organizar o espaço virtual para representar processos biotecnológicos e colaborar eficientemente em grupo. A gamificação, ao integrar teoria e prática, demonstrou ser uma ferramenta eficaz para facilitar a interação entre professores e alunos, tornando os conceitos mais tangíveis e promovendo um aprendizado mais envolvente. Estudos indicam que o uso de rankings, feedback imediato e missões temáticas melhora significativamente a assimilação de conteúdos complexos e motiva os alunos a aprofundarem seus estudos (Silva *et al.*, 2021).

Figura 3 – Alunos interagindo com *Minecraft* em sala de aula



Fonte: Acervo da autora, 2025

Durante a aplicação do plano de execução, notou-se que alguns estudantes apresentaram dificuldades tanto na utilização das ferramentas digitais quanto na compreensão dos conceitos biotecnológicos no ambiente virtual. Para mitigar esses obstáculos, foram oferecidas sessões de mentoria entre os próprios alunos e oficinas direcionadas, visando fortalecer as habilidades técnicas no jogo e o conhecimento em Biotecnologia.

A oficina introdutória ao *Minecraft Education* foi estruturada com o objetivo de familiarizar os estudantes e professores iniciantes com o ambiente virtual da plataforma, capacitando-os para utilizá-la como ferramenta pedagógica. Com duração entre 60 a 120 minutos, a atividade abordou as principais teclas de navegação, comandos básicos, regras de convivência e noções de construção colaborativa. Os participantes realizaram uma série de exercícios práticos em um mundo de treino, explorando ações como andar, voar, interagir com blocos e acessar o inventário.

Além da parte técnica, a oficina incluiu momentos de reflexão coletiva sobre o uso respeitoso e produtivo do espaço virtual, culminando em um desafio prático de construção de um laboratório temático. A proposta foi pensada como etapa preparatória para oficinas com conteúdo científico, como Biotecnologia, permitindo que os alunos se apropriem do jogo com segurança, autonomia e espírito colaborativo. A avaliação rápida ao final da atividade serviu como feedback sobre o domínio funcional dos participantes no uso da ferramenta.

Figura- 4: Alunos em Monitoria (oficinas)



Fonte: Acervo da autora, 2025

5. 4. Avaliação Diagnóstica: Analisando o Impacto do *Minecraft Education*

A avaliação diagnóstica foi conduzida em duas etapas, antes e depois da implementação do *Minecraft Education*, para mensurar seu impacto no desempenho acadêmico dos alunos. Neste estudo, participaram 18 alunos da terceira série A, que foram avaliados em 10 questões abrangendo tópicos como OGM (Organismos Geneticamente Modificados), clonagem e engenharia genética. Essas questões se revelaram as mais desafiadoras para a compreensão dos alunos inicialmente.

5. 5 Desempenho Antes da Implementação

Inicialmente, os resultados mostraram que grande parte dos alunos apresentava dificuldades:

Baixo (0-4): 72% dos alunos estavam nesta faixa, refletindo um nível básico de compreensão.

Mediano (5-7): Apenas 17% atingiram este nível, demonstrando um entendimento intermediário.

Avançado (8-10): Somente 11% chegaram a este nível, evidenciando alta proficiência.

5.6 Desempenho Após a Implementação

A introdução do *Minecraft Education* trouxe uma mudança positiva nos resultados:

Baixo (0-4): A porcentagem caiu significativamente para 22%, indicando uma melhora substancial nos níveis básicos.

Mediano (5-7): O número de alunos nesta faixa aumentou para 39%, mostrando uma crescente transição para um entendimento intermediário.

Avançado (8-10): Impressionantes 39% dos alunos atingiram este nível após a implementação, destacando uma melhoria na proficiência.

Conforme as observações de Souza (2021), "a inovação tecnológica na educação, como o uso de plataformas de gamificação, pode promover melhorias significativas no envolvimento e no desempenho dos alunos."

5.7. Visualização Comparativa dos Resultados

Para ilustrar a transformação nos desempenhos, o gráfico abaixo apresenta uma comparação dos resultados antes e depois da utilização do *Minecraft Education* Estrutura do Gráfico.

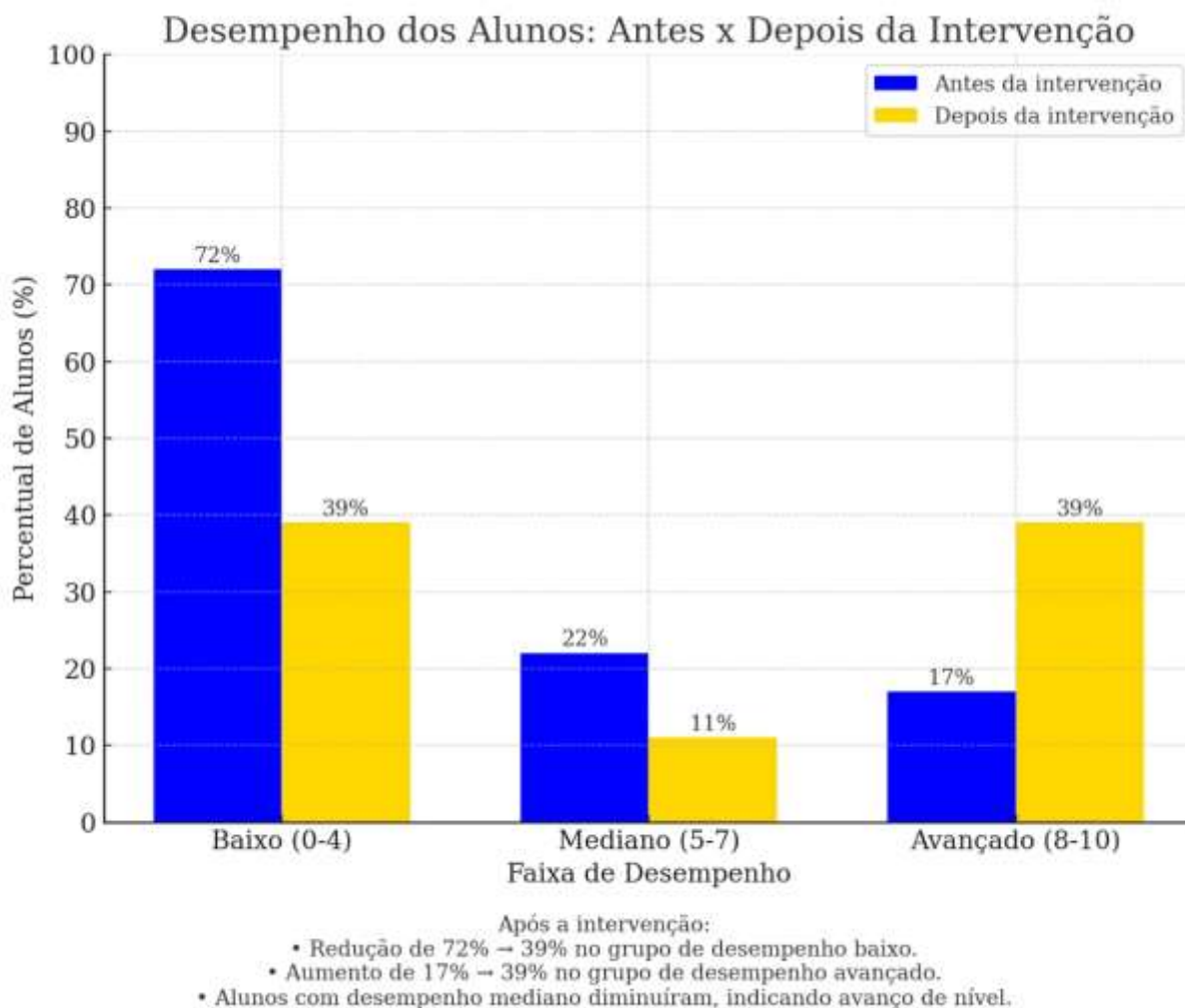
Quadro 01 - Comparação dos resultados com base nos eixos X e Y

Eixo X (Horizontal)	Eixo y (vertical)
Categorias de Desempenho: Baixo (0-4): representa alunos com compreensão básica. Mediano (5-7): indica alunos com compreensão intermediária. Avançado (8-10): refere-se a alunos com alta proficiência.	Porcentagem de Alunos: variando de 0% a 100%, mostra a distribuição percentual dos alunos em cada categoria.
Visualização da série antes: Baixo (0-4): 72% Mediano (5-7): 17% Avançado (8-10): 11%	Visualização da série depois: Baixo (0-4): 22% Mediano (5-7): 39% Avançado (8-10): 39%

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

O gráfico abaixo em colunas duplas enfatiza o impacto benéfico do *Minecraft Education*, visualizando a evolução no entendimento dos temas desafiadores:

Gráfico 01 Comparação dos Resultados da Avaliação Diagnóstica: Representada em amarelo, indicando resultados anteriores à implementação do *Minecraft Education* enquanto a representação em azul indica os resultados posteriores à implementação.



Fonte: Elaborada pela autora, 2025

Com o avanço das atividades, observou-se um aumento significativo no engajamento e na assimilação dos conceitos biotecnológicos. Os alunos demonstraram maior interesse e participação ativa, promovendo a construção do conhecimento de maneira colaborativa. A experiência foi amplamente considerada inovadora e motivadora, pois proporcionou um ambiente interativo que favoreceu a aplicação prática de conceitos teóricos.

Embora não tenha sido realizada uma análise quantitativa formal, os relatos e observações qualitativas indicaram um impacto positivo da gamificação no aprendizado e na motivação dos alunos. Durante as atividades, os estudantes destacaram que a dinâmica

interativa facilitou a compreensão de conceitos complexos da Biotecnologia, tornando-os mais acessíveis e envolventes. Além disso, foi notado um aumento na colaboração entre os participantes, evidenciado pela troca de conhecimentos e pelo suporte mútuo na resolução dos desafios propostos.

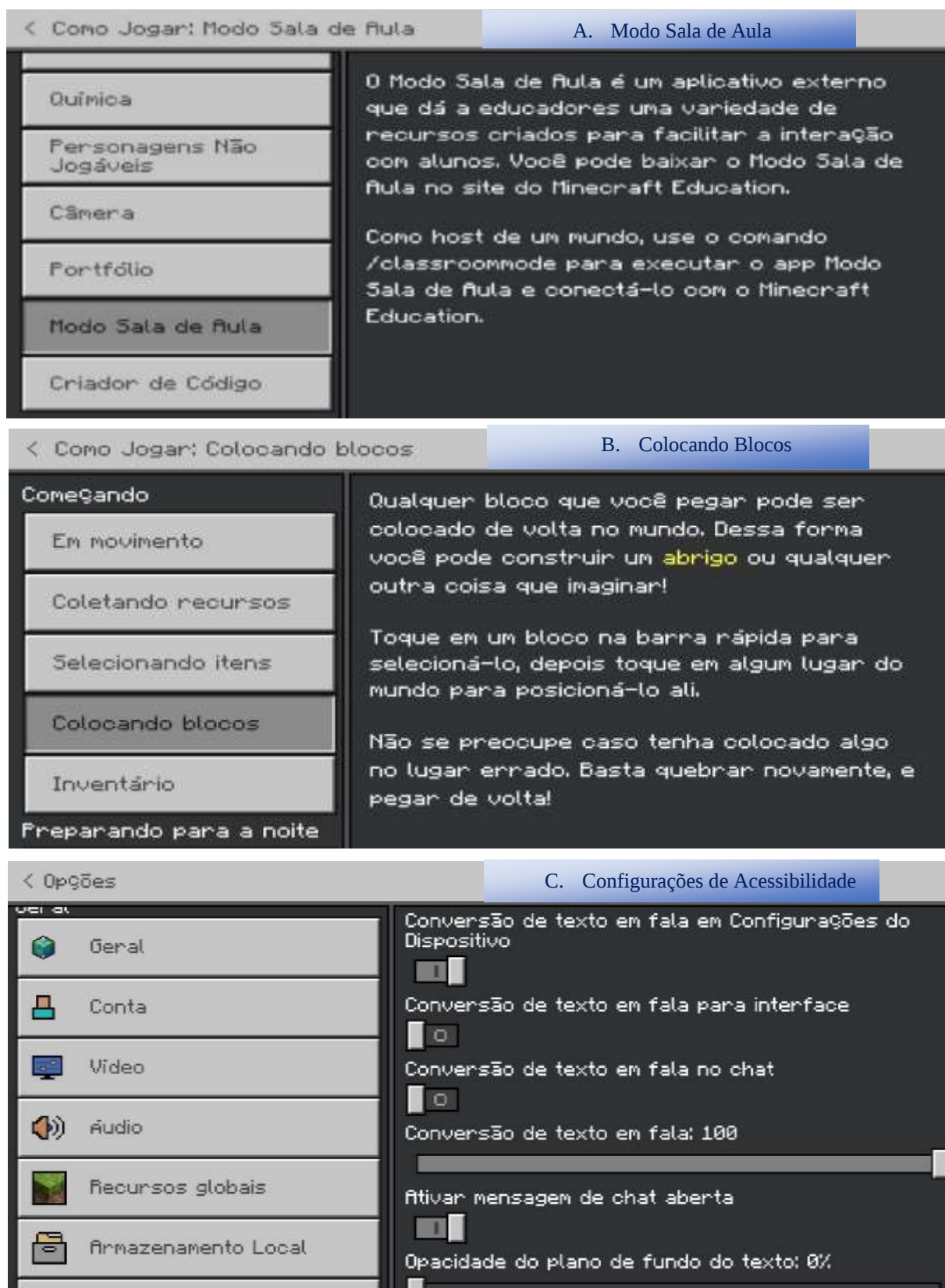
5. 8 Atividades Realizadas e Estratégias Utilizadas para jogabilidade

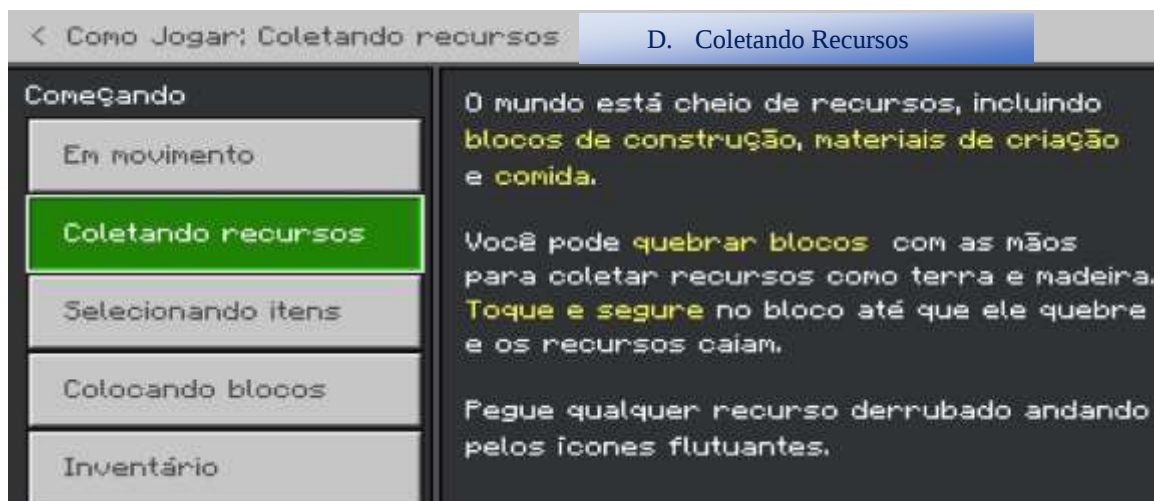
O MEE combina entretenimento com aprendizado, fornecendo ferramentas para exploração, criatividade e ensino inclusivo. Esse levantamento explorou o potencial da incorporação de mídias digitais (animações, simulações e experimentos interativos) para enriquecer as estratégias de ensino, alinhando-se com as tendências atuais que valorizam um aprendizado mais dinâmico e acessível.

5.9 Funcionalidades Educacionais do *Minecraft Education Edition* Explorando o Potencial Didático da Plataforma

O *Minecraft Education Edition* é uma ferramenta educacional que alia tecnologia, criatividade e ensino ativo, oferecendo recursos que promovem a aprendizagem interativa em diferentes áreas do conhecimento. Para facilitar a compreensão de suas aplicações pedagógicas, suas principais funcionalidades foram organizadas em quatro quadrantes, conforme a interface visual da plataforma. A seguir, estão descritas as funcionalidades conforme descritas a seguir:

Figura 5: Funcionalidades Educacionais no *Minecraft Education*





Fonte: Acervo da autora, 2025

5.9.1. Como Jogar: (A) Modo Sala de Aula

Esta seção orienta professores e alunos sobre como navegar no ambiente educacional do jogo, apresentando *Modo Sala de Aula* que demonstra o papel fundamental dos professores no gerenciamento de atividades gamificadas. Através do comando `/classroommode`, os educadores assumem o papel de mediadores do aprendizado, monitorando as interações dos alunos e garantindo um ambiente pedagógico controlado. Esta funcionalidade permite uma abordagem personalizada e interativa, fortalecendo o uso do Minecraft como uma ferramenta educacional eficaz. Este recurso reforça a importância de supervisionar e direcionar as atividades de forma colaborativa, promovendo o engajamento e a disciplina.

5.9.2. Como Jogar: (B) Colocando Blocos

Esta seção apresenta uma das mecânicas centrais do jogo: a habilidade de colocar blocos. Os alunos utilizam esta funcionalidade para criar estruturas, realizar tarefas ou iniciar projetos mais complexos. A execução prática dá aos participantes a oportunidade de aplicar criatividade e desenvolver habilidades espaciais e de resolução de problemas. Colocar blocos representa mais do que uma mera construção: desenvolve a noção de planejamento, organização e criação, elementos fundamentais no processo de aprendizado baseado em projetos.

5.9.3. (C) Configurações de Acessibilidade

As opções configuráveis de acessibilidade demonstram o compromisso do software com um ambiente inclusivo para todos os participantes. Funcionalidades como conversão de texto para fala, ativação de mensagens de chat abertas e ajustes de opacidade aumentam a acessibilidade, beneficiando alunos com necessidades especiais. Por meio dessas configurações, o Minecraft possibilita a inclusão de alunos com diferentes habilidades, assegurando igualdade de participação. Tal recurso é essencial para integrar a gamificação ao ensino de modo equitativo.

5.9.4. Como Jogar: (D) Coletando Recursos

A coleta de recursos é uma função essencial para a progressão no Minecraft, pois permite que os alunos recolham materiais do ambiente para serem usados na resolução de desafios ou em tarefas específicas. Essa etapa incentiva a exploração e a autonomia, ensinando conceitos como gerenciamento de recursos e planejamento estratégico. Coletar recursos ajuda a construir um pensamento crítico e criativo, além de preparar os alunos para lidar com limitações e encontrar soluções inovadoras.

Para promover um aprendizado imersivo e prático, os alunos foram desafiados a construir e simular diversos processos biotecnológicos dentro do ambiente virtual do *Minecraft Education*. As atividades foram estruturadas para abranger desde a representação de estruturas moleculares básicas até a simulação de processos complexos de engenharia genética. Segundo

Johnson *et al.* (2020), a utilização de ambientes virtuais imersivos como o *Minecraft Education* possibilita que os alunos explorem conceitos complexos de forma prática e interativa, aumentando o engajamento e a retenção do conhecimento.

Quadro 02 – Atividades e Estratégias de Desenvolvimento Executadas com os Alunos

Categoria	Descrição
Montagem de Moléculas Orgânicas	Os alunos construíram representações tridimensionais de proteínas e carboidratos utilizando blocos do Minecraft. A

	atividade facilitou a compreensão da estrutura e função das biomoléculas essenciais à biotecnologia. (Reece et al., 2022)
Simulação da Decomposição de Materiais	Por meio da simulação da ação de microrganismos na degradação da matéria orgânica, os alunos visualizaram processos naturais e compreenderam conceitos de biodegradação e biorremediação, com foco na biotecnologia ambiental. (Faleiro et al., 2011)
Introdução de Elementos Biotecnológicos	Os alunos pesquisaram aplicações reais da biotecnologia e modelaram essas aplicações no ambiente do Minecraft, conectando teoria e prática em áreas como saúde, agricultura e indústria. (Aragão, 2003)
Estratégias Didáticas Aplicadas	• Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP); • Gamificação e visualização espacial; • Integração interdisciplinar; • Aprendizagem significativa conectada à realidade dos estudantes.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Para auxiliar os alunos na execução dessas atividades, foram utilizados roteiros orientativos baseados no "Livro de Receitas" da Microsoft, que oferece instruções passo a passo para a construção de diferentes elementos no *Minecraft Education*. Além disso, foram incorporados *mods* e *add-ons* que ampliaram as possibilidades de experimentação e simulação, tornando os processos mais detalhados e interativos (Rodrigues *et al.*, 2023). Adicionalmente ao *Minecraft Education*., a versão *Minecraft Java Edition* – Modo Sobrevivência foi utilizada devido à sua maior flexibilidade na personalização e simulação de processos biotecnológicos mais complexos. Os alunos foram desafiados a construir estruturas e equipamentos laboratoriais, tais como:

Quadro 03 - Aplicações Biotecnológicas no *Minecraft*

Aplicação	Descrição
-----------	-----------

Biorreatores	Modelos digitais que simulam o cultivo de microrganismos, permitindo a exploração de diferentes condições de crescimento e a análise dos resultados. (Santos, 2022)
Compostagem de Materiais Orgânicos	Simulações da biodegradação e reciclagem de resíduos naturais, promovendo a conscientização sobre a importância da biotecnologia ambiental e da sustentabilidade. (Ferreira et al., 2020)
Sistemas de Filtragem Microbiológica	Representações de processos de purificação e separação de materiais biotecnológicos, auxiliando na compreensão das técnicas de isolamento e identificação de microrganismos. (De Fraga; Lazzari, 2021)

Fonte: Elaborado pela Autora, 2025

Quadro 04 – Recursos do *Minecraft Java Edition*

Recurso	Descrição
<i>Chemistry Add-on</i>	Permitiu a criação e manipulação de compostos químicos dentro do jogo, facilitando a simulação de reações biotecnológicas e a compreensão dos processos químicos envolvidos. (Klein; Laburú, 2012)
<i>Tinkers' Construct</i>	Possibilitou o desenvolvimento de materiais avançados aplicáveis à Biotecnologia, aprimorando a experimentação digital de maneira mais prática e interativa. (Gallão et al., 2017)

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Para tornar a experiências no Minecraft mais ricas e expandir as possibilidades de aprendizado, é fundamental compreender o que são *mods* e *add-ons*. Os *mods*, mais comuns

na versão Java, são modificações complexas que alteram profundamente o jogo, adicionando novos conteúdos e mecânicas, e geralmente requerem ferramentas de instalação como o Forge. Já os *add-ons*, mais acessíveis na versão *Bedrock* (incluindo o *Minecraft Education Edition*), são complementos mais simples que adicionam conteúdo e funcionalidades de forma fácil e direta.

A imagem apresentada abaixo exhibe interfaces do jogo *Minecraft* com modificações (*mods*), incluindo sistemas de alquimia e criação expandidos, assim como catálogos de itens. Estas alterações não fazem parte do *Minecraft* base, mas são comuns em projetos que utilizam modificações populares, como *Just Enough Items* (JEI) e *Custom NPCs Mod*, para proporcionar funcionalidades adicionais e maior controle nas mecânicas do jogo.

Figura 6: Uma das Interfaces do *Minecraft Edicacion*



Fonte: Alunos 3ª série A, 2025

Sobre o suporte de poções (imagem superior esquerda), ele é um elemento básico do jogo *Minecraft*, documentado no site oficial do jogo: *Minecraft Potion Brewing - Mojang*. Na mesa de laboratório (imagem superior direita) aparenta ser parte de *mods* que introduzem

elementos químicos ou científicos, como o *Alchemy Mod* ou similares, (*Alchemy Mod - Crafting Through Chemistry*)

Já na aba de itens (imagem inferior esquerda) claramente utiliza um sistema de busca dinâmica de recursos, como o disponível no *mod (Just Enough Items-JEI)*. E a interface da tabela de criação (imagem inferior direita) mantém o sistema clássico de *crafting* (criação) do *Minecraft*, conforme documentado na base especificada:

A imagem ilustra uma combinação de mecânicas originais e aprimoramentos por *mods* amplamente utilizados pela comunidade de *Minecraft* para expandir as possibilidades de jogabilidade. Sob esse prisma, conforme destacado por Rodrigues *et al.*, (2023) em seu estudo sobre química no *Minecraft*, tanto *mods* quanto *add-ons* podem transformar o ambiente de jogo em um laboratório virtual interativo, permitindo a simulação de experimentos científicos e a exploração de conceitos complexos de forma prática e envolvente. Para encontrar *mods* e *ad-dons* adequados, você pode explorar plataformas como o *CurseForge* (para *mods* do *Java Edition*) e a *Minecraft Marketplace* (para *add-ons* do *Bedrock Edition*), onde encontrará uma vasta gama de opções para personalizar e aprimorar suas atividades educacionais no *Minecraft*.

5.10. Minecraft e o Jogo no Laboratório Virtual

Neste trabalho, estudantes propuseram a criação de um laboratório virtual no *Minecraft Education* para tornar o aprendizado mais interativo e experimental. Essa iniciativa também foi documentada em um estudo realizado por Souza *et al.* (2022), que analisou o impacto do uso da plataforma na aprendizagem de conceitos biotecnológicos. Os resultados indicaram um aumento no engajamento dos alunos e na compreensão dos processos genéticos, reforçando a eficácia dessa abordagem. Essa pesquisa surgiu da necessidade de um ambiente de simulação que permitisse a visualização e manipulação de conceitos biotecnológicos de forma prática.

Um estudo conduzido por Lima *et al.* (2021) analisou o impacto da combinação entre simulações virtuais e experimentação laboratorial. Os resultados mostraram que os alunos que participaram dessa abordagem híbrida tiveram maior precisão nos procedimentos práticos e uma compreensão mais aprofundada dos processos biotecnológicos, demonstrando a eficácia da integração entre os dois métodos. Os resultados indicaram um aumento na precisão dos procedimentos realizados pelos alunos no laboratório físico, além de maior

segurança na manipulação de materiais biotecnológicos. Um exemplo disso é um estudo realizado por Lima *et al.* (2021), no qual alunos utilizaram um laboratório virtual para simular a extração de DNA antes de realizá-la em um laboratório físico.

Os resultados mostraram que os estudantes que participaram da simulação digital compreenderam melhor os processos e tiveram maior precisão na manipulação dos materiais no experimento real. Esse tipo de abordagem híbrida reforça o aprendizado ao combinar a interatividade da tecnologia com a experiência prática, tornando os conceitos biotecnológicos mais acessíveis e aplicáveis. A integração entre os dois ambientes pode ser feita por meio de abordagens híbridas, onde os alunos utilizam simulações para compreender os conceitos antes da realização dos experimentos físicos. Além disso, o uso de laboratórios virtuais pode servir como uma ferramenta preparatória, permitindo que os estudantes desenvolvam hipóteses, realizem testes simulados e comparem os resultados obtidos digitalmente com aqueles obtidos experimentalmente, promovendo uma compreensão mais profunda dos processos biotecnológicos.

No laboratório virtual desenvolvido, os estudantes puderam realizar simulações de extração de DNA, edição genética e produção de fármacos, explorando ativamente processos biotecnológicos e aprofundando sua compreensão sobre o conteúdo. A gamificação, ao integrar teoria e prática, facilita a interação entre professores e alunos, tornando os conceitos mais tangíveis. Elementos como recompensas, desafios progressivos e narrativa imersiva são particularmente eficazes na retenção do conhecimento, pois incentivam a participação ativa e o engajamento contínuo. Estudos indicam que o uso de rankings, feedback imediato e missões temáticas melhora significativamente a assimilação de conteúdos complexos e motiva os alunos a aprofundarem seus estudos (Silva *et al.*, 2021).

Além disso, Johnson *et al.*, (2020) destacam que essa abordagem contribui para a retenção do conhecimento ao estimular a aprendizagem ativa e o engajamento contínuo, reforçando os benefícios do uso de rankings, feedback imediato e missões temáticas na assimilação dos conteúdos complexos (Silva *et al.*, 2021). Além disso, a gamificação desenvolve habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico, preparando os estudantes para desafios acadêmicos e profissionais futuros. Durante as atividades, os estudantes montaram e visualizaram modelos tridimensionais de moléculas biológicas, realizaram experimentos de modificação genética e resolveram desafios científicos que exigiam aplicação de conhecimento em Biotecnologia.

Além de aprimorar o aprendizado, essa abordagem estimula a criatividade e a socialização dos alunos, pois permite que experimentem soluções inovadoras, construam cenários personalizados e desenvolvam projetos colaborativos no ambiente virtual. Um exemplo prático disso é um estudo realizado por Souza *et al.* (2022), no qual estudantes utilizaram o *Minecraft Education* para modelar estruturas genéticas e simular processos biotecnológicos em equipe. A pesquisa demonstrou que os alunos que participaram dessas atividades relataram maior engajamento e entendimento dos conceitos, além de desenvolverem habilidades de trabalho colaborativo e resolução de problemas.

No ME, por exemplo, equipes de estudantes podem projetar e simular ecossistemas sustentáveis, desenvolver laboratórios genéticos interativos e resolver problemas científicos, promovendo assim o pensamento crítico e a cooperação (Cruz, 2021, p. 6). Esses benefícios, no entanto, devem ser ponderados em relação aos desafios inerentes à implementação do *Minecraft Education* no ambiente escolar, conforme detalhado abaixo:

Quadro 05 - Benefícios e Desafios da Implementação

Benefícios	Desafios na Implementação
Pensamento crítico e resolução de problemas: desafios dentro do jogo estimulam planejamento e criatividade	Planejamento e capacitação docente.
Colaboração: o ambiente multiplayer incentiva o trabalho em equipe.	Adaptação ao uso da tecnologia, a necessidade de formação específica para utilizar o <i>Minecraft Education</i> ..
Criatividade: os alunos expressam suas ideias construindo cenários interativos.	Limitação de infraestrutura tecnológica
Alfabetização digital: familiarização com tecnologia e conceitos de programação	Dificultar a adoção da metodologia.
Aprendizado interdisciplinar: integração de conteúdos de ciências, matemática, história e geografia.	Integração da gamificação ao currículo escolar

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

A efetiva implementação do *Minecraft Education* enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de superar a resistência de alguns docentes e garantir que a metodologia seja integrada de forma eficaz ao currículo escolar. Para mitigar esses obstáculos, estratégias como a orientação direta do pesquisador e a disponibilização de recursos, como assinaturas do *Minecraft Education*., são cruciais para viabilizar a execução da pesquisa e maximizar o potencial da ferramenta no ensino da Biotecnologia. Além disso, a criação de comunidades de aprendizagem colaborativa e o compartilhamento de boas práticas entre os educadores podem facilitar a integração da gamificação ao currículo, promovendo um ambiente de troca de experiências e conhecimentos (Ferreira *et al.*, 2023).

Contudo, a superação desses desafios requer um olhar atento para as dificuldades enfrentadas pelos professores, como a necessidade de treinamento especializado para integrar o jogo ao currículo, a adaptação das atividades para atender a diferentes estilos de aprendizagem e a limitação de infraestrutura tecnológica em algumas escolas. A resistência inicial por parte de educadores menos familiarizados com ferramentas digitais também pode dificultar a adoção da metodologia. Nesse sentido, o alinhamento com os objetivos pedagógicos, a adaptação curricular e o investimento em infraestrutura tecnológica emergem como fatores cruciais para garantir uma experiência de aprendizado eficaz (Santos *et al.*, 2022).

A eficácia do *Minecraft Education* como ferramenta pedagógica tem sido objeto de diversos estudos comparativos que avaliam seu desempenho em relação a outras abordagens de ensino. Essas análises são cruciais para entender as vantagens e desvantagens do *Minecraft Education*, bem como as condições necessárias para seu sucesso. Como afirma Gee (2003), "bons jogos são, acima de tudo, bons sistemas de aprendizagem", destacando que a estrutura envolvente e desafiadora dos jogos pode ser utilizada para criar experiências educativas eficazes.

Em comparação com as aulas expositivas tradicionais, o MEE demonstra um potencial significativo para aumentar o engajamento e a motivação dos alunos. Um estudo de Nebel, Schneider e Rey (2016) revelou que o uso do ME em aulas de ciências resultou em maior participação dos alunos, melhor retenção de conhecimento e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em comparação com aulas tradicionais. Os autores argumentam que o ambiente imersivo e interativo do *Minecraft Education* permite que os

alunos construam seu próprio conhecimento de forma ativa, em vez de simplesmente receber informações passivamente.

Quando comparado a outras ferramentas digitais, como simulações virtuais e jogos educacionais, o ME apresenta características únicas que o tornam particularmente eficaz em certos contextos. Um estudo de Ketelhut *et al.* (2010) comparou o uso do *Minecraft Education* com simulações virtuais tradicionais no ensino de ciências e descobriu que o *game* promoveu maior colaboração entre os alunos e um senso mais profundo de imersão no conteúdo. Os autores sugerem que a natureza aberta e personalizável do jogo permite que os alunos explorem conceitos científicos de forma mais criativa e autônoma.

A análise de estudos comparativos revela que o ME pode ser uma ferramenta pedagógica poderosa quando utilizada de forma adequada e integrada a um currículo bem planejado. Suas vantagens incluem maior engajamento dos alunos, melhor retenção de conhecimento e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e colaboração. No entanto, é fundamental que os educadores estejam cientes dos desafios e limitações do *Minecraft Education* e invistam em treinamento e recursos para garantir seu sucesso. Nesse sentido, Prensky (2001) ressalta que "os alunos de hoje são nativos digitais e aprendem de forma diferente das gerações anteriores", enfatizando a necessidade de adaptar as práticas pedagógicas para atender às necessidades e aos interesses dos alunos desse milênio.

5.11. Aprendizagem Versus *Minicraft*

A educação contemporânea tem se beneficiado de diversas teorias de aprendizagem que oferecem fundamentos para práticas pedagógicas inovadoras. Entre elas, destacam-se o construtivismo, o cognitivismo e a teoria da aprendizagem social, cada uma com contribuições significativas para a compreensão de como os indivíduos constroem conhecimento e desenvolvem habilidades. Essas teorias, quando aplicadas ao contexto das tecnologias digitais, como o *Minecraft Education*, podem potencializar o engajamento e a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Como destaca Jonassen (1999), "aprender é construir conhecimento, não apenas receber informações", ressaltando a importância de ambientes de aprendizagem que promovam a atividade e a interação do aluno.

O construtivismo, com as contribuições de Jean Piaget e Lev Vygotsky, enfatiza que o conhecimento é construído ativamente pelo aluno, por meio da interação com o ambiente

e da resolução de problemas. Piaget (1972) argumenta que os indivíduos passam por estágios de desenvolvimento cognitivo, nos quais assimilam novas informações e as acomodam em seus esquemas mentais. Vygotsky (1978), por sua vez, destaca a importância do contexto social e da interação com outros na construção do conhecimento, propondo o conceito de "zona de desenvolvimento proximal" como o espaço onde a aprendizagem ocorre com o auxílio de um mediador.

Por outro lado, o cognitivismo influenciado por autores como Ulric Neisser e Herbert Simon, foca nos processos mentais internos que influenciam a aprendizagem, como a atenção, a memória e a resolução de problemas. Neisser (1967) define a psicologia cognitiva como o estudo de como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam sobre a informação. Simon (1996) destaca a importância da resolução de problemas como um processo central na aprendizagem, no qual os indivíduos utilizam estratégias e heurísticas para alcançar seus objetivos.

A teoria da aprendizagem social, proposta por Albert Bandura, enfatiza o papel da observação, da imitação e do modelamento no processo de aprendizagem. Bandura (1977) argumenta que os indivíduos aprendem não apenas por meio da experiência direta, mas também ao observar o comportamento de outros e as consequências desse comportamento.

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com estudos anteriores que destacam o *Minecraft Education* como uma ferramenta pedagógica eficaz na promoção do aprendizado ativo e interdisciplinar. Pesquisas como as de Cagnini *et al.*, (2015) e Cruz (2021) demonstram que a gamificação no ensino aumenta significativamente o engajamento dos alunos e melhora a retenção do conhecimento. Essa abordagem correlaciona-se com os estudos de Gee (2003) e Prensky (2001), que destacam o papel de plataformas gamificadas no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Gee argumenta que jogos promovem aprendizado colaborativo e resolução de problemas em ambientes complexos, enquanto Prensky reforça que a gamificação incentiva criatividade, comunicação e trabalho em equipe. No caso do *Minecraft: Education Edition*, os alunos não apenas aprendem conceitos de química, mas também colaboram na criação de soluções, desenvolvendo pensamento crítico e habilidades interpessoais.

Para Vygotsky (1978), a interação social é fundamental para o aprendizado, mediada por ferramentas culturais, como a linguagem e, neste caso, um ambiente virtual. A "Zona de Desenvolvimento Proximal" (ZDP) proposta por esse teórico sugere que os indivíduos

aprendem melhor quando colaboram com colegas ou indivíduos mais experientes, como educadores. No *Minecraft*, o trabalho em equipe para resolver experimentos biotecnológicos, como criar moléculas ou explorar elementos químicos, incentiva os estudantes a construir conhecimentos com base no compartilhamento de estratégias e ideias, o que também acelera o aprendizado daqueles que têm maior dificuldade.

Johnson e Johnson (1999) também reforçam que a aprendizagem colaborativa promove benefícios não apenas acadêmicos, mas também sociais. Eles apontam que o trabalho em equipe desenvolve habilidades como comunicação, tomada de decisões em grupo e resolução de problemas, aspectos evidenciados no uso de plataformas como o *Minecraft Education Edition*. Durante as atividades propostas, os alunos devem negociar, planejar e implementar ações conjuntas, habilidades que são essenciais tanto no ambiente escolar quanto no mercado de trabalho.

Pode-se afirmar, portanto, que o uso de ambientes digitais para a realização de atividades que envolvem a colaboração não só ajuda no entendimento dos conceitos científicos, mas também prepara os estudantes para agir em equipes, estimulando o pensamento crítico e a inclusão social. Logo, a plataforma do *Minecraft Education Edition* emerge como uma ferramenta moderna que faz a ponte entre aprendizado individual e colaborativo, reafirmando teorias consolidadas em pedagogia e psicologia. Do mesmo modo, a necessidade de comunicação constante dentro do jogo contribuiu para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais essenciais, como cooperação, empatia e pensamento crítico. Vygotsky (1978) já destacava que o aprendizado é um processo social que ocorre por meio da interação com outros e com o ambiente, enfatizando que a colaboração e a troca de conhecimentos são fundamentais para a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades complexas.

Afinal, como ressalta Prensky (2001), os jogos digitais, como o *Minecraft Education*., oferecem um ambiente de aprendizado onde os alunos podem experimentar, falhar e aprender com seus erros de forma segura e motivadora, promovendo a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, complementando a visão de Vygotsky ao criar um espaço onde a interação social e a experimentação se unem para potencializar o aprendizado. Essa perspectiva se concretizou durante a aplicação do *Minecraft Education*., onde se observou que os alunos interagem ativamente na resolução de problemas, trabalhando em equipe para superar desafios dentro do ambiente virtual.

Os estudantes se organizavam em grupos, discutiam estratégias para otimizar experimentos e compartilhavam conhecimentos, promovendo um aprendizado mais dinâmico e participativo. Relatos dos próprios alunos indicaram que o uso da gamificação tornou o aprendizado mais intuitivo e envolvente, facilitando a visualização de conceitos abstratos de maneira concreta. Como afirmam Johnson *et al.* (2020), a gamificação, ao integrar teoria e prática, facilita a interação entre professores e alunos, tornando os conceitos mais tangíveis. Além disso, Gee (2003) destaca que os jogos digitais promovem o aprendizado ativo ao desafiar os jogadores a resolver problemas complexos, tomar decisões estratégicas e colaborar com outros para alcançar objetivos comuns.

Essas estratégias possibilitaram uma adaptação progressiva ao *Minecraft Education*., tornando a experiência de aprendizado mais acessível e eficaz. Além disso, a personalização das atividades e a inserção de recursos interativos dentro do jogo demonstraram a viabilidade da gamificação como uma metodologia replicável no ensino de Biotecnologia. Como destaca Kapp (2012), a gamificação eficaz deve ser projetada para permitir uma adaptação progressiva, com desafios que se tornam gradualmente mais complexos, e deve ser personalizável para atender às necessidades e aos interesses dos alunos, garantindo que a experiência de aprendizado seja relevante e envolvente. Dessa forma, a replicabilidade da metodologia é fundamental para que ela possa ser implementada em diferentes contextos e com diferentes grupos de discentes.

As experiências dos estudantes revelaram que a abordagem gamificada impulsionou a motivação e o interesse pelo conteúdo, notadamente ao permitir a experimentação ativa e a resolução colaborativa de problemas. Essa constatação alinha-se a estudos que comprovam a eficácia de metodologias ativas baseadas em tecnologia para criar ambientes educacionais mais engajadores. Como argumenta Prensky (2001), os jogos digitais não são meros entretenimentos, mas sim ferramentas poderosas que podem transformar como aprendemos, ao promover o engajamento, a experimentação e a colaboração. Assim, esta pesquisa demonstra a relevância do *Minecraft Education* como ferramenta pedagógica contemporânea, com aplicabilidade no ensino de Biotecnologia e potencial para aprimorar habilidades cruciais ao aprendizado.

5.12. Implementação de Acesso e Uso do *Minecraft Education*

Com o avanço das atividades, observou-se um aumento significativo no engajamento e na assimilação dos conceitos biotecnológicos. Os alunos demonstraram maior interesse e participação ativa, promovendo a construção do conhecimento de maneira colaborativa.

Elas ilustram desde a configuração inicial de contas dos estudantes até a interação prática com o jogo, enfatizando o papel das ferramentas administrativas e criativas desse software para promover um aprendizado lúdico e interativo. Cada etapa do processo é fundamental para garantir que os discentes obtenham acesso, compreendam o ambiente virtual e participem ativamente das atividades propostas. Elas ilustram desde a configuração inicial de contas dos estudantes até a interação prática com o jogo, enfatizando o papel das ferramentas administrativas e criativas desse software para promover um aprendizado lúdico e interativo. Cada etapa do processo é fundamental para garantir que os discentes obtenham acesso, compreendam o ambiente virtual e participem ativamente das atividades propostas.

A figura abaixo apresentada retrata o fluxo sequencial de uso do *Minecraft* em um ambiente educacional.

Figura 7: Utilizando ambiente do *Minecraft Education*



Fonte: Acervo da autora, 2025.

A sequência de imagens ilustra as etapas iniciais da utilização *do Minecraft Education Edition* (MEE) no contexto escolar, evidenciando desde o gerenciamento dos usuários até o ingresso no ambiente educacional gamificado.

Na primeira imagem (superior esquerda), observa-se o painel de gerenciamento de contas institucionais vinculadas à plataforma, onde aparecem os nomes e e-mails dos alunos participantes. Essa interface permite ao administrador visualizar e organizar os usuários da sessão, garantindo um ambiente seguro e controlado para a realização das atividades educacionais. Em seguida, na imagem superior direita, é exibida a tela inicial do MEE, acessada pelos estudantes após realizarem login com suas credenciais. Nessa etapa, a plataforma dá as boas-vindas aos participantes e apresenta a opção "Entrar", conectando os discentes ao espaço virtual previamente preparado para as lições. Essa interface marca a transição entre o gerenciamento administrativo e o início da participação ativa dos alunos no ambiente gamificado de aprendizagem.

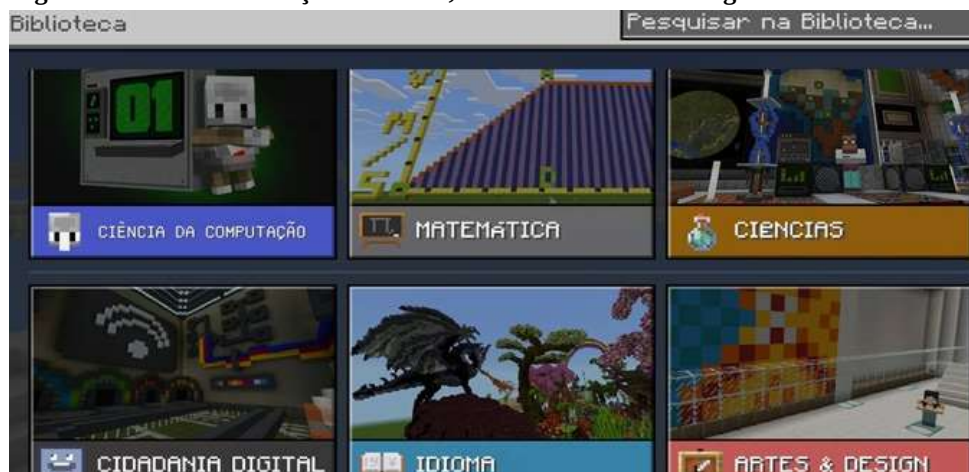
A terceira imagem (central) apresenta o menu principal do jogo, no qual são disponibilizadas diversas funcionalidades, como "Meus Mundos", "Criar Novo", "Biblioteca de Lições" e "Entrar no Mundo". Por meio desses recursos, os alunos podem explorar mundos pré-criados, acessar missões elaboradas pelos professores ou desenvolver novas ideias de forma autônoma, favorecendo a criatividade e a aprendizagem significativa.

Por fim, na quarta imagem (inferior), visualiza-se o avatar da professora (administradora da sessão) já inserido no ambiente virtual do jogo, com alguns alunos também conectados ao mundo. Essa etapa representa o momento em que a atividade prática se inicia, permitindo a construção colaborativa de saberes por meio da exploração do espaço gamificado, do desenvolvimento de projetos e da resolução de desafios em equipe.

Observa-se nessa interação professor-aluno-aluno transcrevendo a transição entre o planejamento pedagógico e a prática gamificada, com a criação de um espaço colaborativo de aprendizagem imersiva. Essa estratégia, que já se mostrou eficaz em pesquisas como as de Silva et al. (2020) e Oliveira e Souza (2019), demonstra que simulações virtuais no ensino de Ciências e Química podem aprimorar significativamente a compreensão conceitual e o envolvimento dos alunos. Dessa forma, os desafios iniciais foram transformados em

oportunidades de aprendizado, impulsionando o desenvolvimento de competências cognitivas e técnicas.

Figura 8: Biblioteca de lições no MEE, com áreas temáticas organizadas



Fonte: Acervo da autora, 2025

Complementando essa abordagem, a Figura 8 a seguir, apresenta a interface da Biblioteca de Lições do MEE, evidenciando a diversidade de conteúdos organizados por áreas do conhecimento, como Ciências, Matemática, Cidadania Digital, Artes, Idiomas e Ciência da Computação. Esse recurso foi explorado ao longo da intervenção como um dos principais caminhos para integrar teoria e prática na abordagem de temas da Biotecnologia. Por meio dessa biblioteca, os alunos acessaram mundos temáticos, desafios e atividades contextualizadas, promovendo uma aprendizagem ativa e interdisciplinar.

A literatura aponta que metodologias ativas, como a gamificação e a utilização de laboratórios virtuais, promovem um ambiente mais estimulante e otimizam a retenção do conhecimento (Silva et al., 2020; Oliveira & Souza, 2019). Assim, o plano de execução adotado neste estudo buscou integrar teoria e prática na exploração interativa de conceitos biotecnológicos, em consonância com as diretrizes de ensino ativo e gamificação no contexto educacional (Moran, 2017; Valente, 2019).

Como destaca Mishra e Koehler (2006), a integração bem-sucedida de tecnologia na educação requer não apenas o acesso aos recursos, mas também o desenvolvimento de um conhecimento pedagógico tecnológico (TPACK), que permita aos professores utilizar a

tecnologia de forma eficaz para promover o aprendizado dos alunos — elemento central considerado nas etapas de formação docente e aplicação prática desta intervenção.

Essa estratégia, que já se mostrou eficaz em pesquisas como as de Silva et al. (2020) e Oliveira e Souza (2019), demonstra que simulações virtuais no ensino de Ciências e Química podem aprimorar significativamente a compreensão conceitual e o envolvimento dos alunos. Dessa forma, os desafios iniciais foram transformados em oportunidades de aprendizado, impulsionando o desenvolvimento de competências cognitivas e técnicas.

A literatura aponta que metodologias ativas, como a gamificação e a utilização de laboratórios virtuais, promovem um ambiente mais estimulante e otimizam a retenção do conhecimento (Silva et al., 2020; Oliveira & Souza, 2019). Assim, o plano de execução adotado neste estudo buscou integrar teoria e prática na exploração interativa de conceitos biotecnológicos, em consonância com as diretrizes de ensino ativo e gamificação no contexto educacional (Moran, 2017; Valente, 2019).

Durante a execução desta pesquisa, a implementação do Minecraft Education no contexto educacional apresentou desafios iniciais relacionados à infraestrutura tecnológica e ao licenciamento da plataforma, considerando as limitações orçamentárias da escola parceira. Para superar essas barreiras, a estratégia adotada envolveu a criação de um ambiente virtual de aprendizado acessível e adaptado às necessidades dos alunos. Inicialmente, foram realizadas oficinas de capacitação para os professores, visando familiarizá-los com as funcionalidades do Minecraft Education e prepará-los para integrar o jogo ao currículo de Biotecnologia.

Em seguida, foram exploradas alternativas para o acesso ao software, como a utilização de licenças educacionais gratuitas e a criação de contas institucionais por meio do programa Microsoft 365 Education. Como destaca Mishra e Koehler (2006), a integração bem-sucedida de tecnologia na educação requer não apenas o acesso aos recursos, mas também o desenvolvimento de um conhecimento pedagógico tecnológico (TPACK) que permita aos professores utilizar a tecnologia de forma eficaz para promover o aprendizado dos alunos.

5.13. Replicabilidade em Outros Ambientes de Aprendizagem

No contexto desta pesquisa, o acesso ao *Minecraft Education* foi viabilizado por meio de assinaturas fornecidas do pacote Office da própria escola, garantindo a execução das atividades experimentais. Essa abordagem demonstra que é possível replicar essa metodologia em diferentes instituições, desde que haja planejamento e alternativas para obtenção das licenças necessárias. Além do *Minecraft Education*., algumas escolas podem considerar o uso do *Minecraft Java Edition*, que, apesar de não ser voltado especificamente para a educação, permite maior personalização de conteúdos científicos por meio de mods e add-ons.

Essa flexibilidade pode ser particularmente útil para escolas com recursos limitados, pois permite que os professores adaptem o jogo às suas necessidades específicas. Como ressalta Gee (2003), os jogos digitais podem ser poderosas ferramentas de aprendizado, desde que sejam utilizados de forma criativa e adaptada ao contexto de cada aluno.

A viabilização do acesso ao *Minecraft Education* é fundamental para garantir sua implementação eficaz, tornando as metodologias ativas e a gamificação mais acessíveis e replicáveis em diferentes contextos educacionais. Dessa forma, o uso da plataforma não apenas amplia as possibilidades pedagógicas, mas também promove a modernização do ensino, desenvolvendo nos alunos competências digitais, científicas e socioemocionais essenciais para o aprendizado ativo dos estudantes de ensino médio, como destaca Prensky (2001), os jogos digitais têm o poder de transformar a educação, tornando-a mais envolvente, relevante e eficaz para os alunos do século XXI.

Ademais, Kapp (2012) ressalta que a gamificação, quando bem projetada e implementada, pode aumentar o engajamento dos alunos, melhorar a retenção de conhecimento e desenvolver habilidades importantes, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração.

A superação dos desafios iniciais relacionados à infraestrutura e ao acesso ao software, por meio de estratégias como a capacitação de professores e a busca por alternativas de licenciamento, evidenciou a viabilidade da aplicação do *Minecraft Education* em diferentes contextos educacionais. Huizinga, no clássico *Homo Ludens*, argumenta que o jogo é um elemento fundamental da cultura humana, servindo como ferramenta de aprendizado e desenvolvimento social.

Ainda sob o pensamento de Huizinga, destaca que o jogo promove um ambiente não ameaçador, permitindo aprendizagem ativa e criativa. Aplicado ao contexto do Minecraft,

isso se traduz na possibilidade de experimentação biotecnológica de forma voluntária, lúdica e interativa, o que naturalmente fomenta o interesse e engajamento dos alunos.

Para Papert, no pioneiro conceito de *construcionismo*, defende que os aprendizados mais efetivos são alcançados por meio da "aprendizagem fazendo" (*learning by doing*), em que os alunos constroem seus próprios conhecimentos ativamente. No contexto do *Minecraft: Education Edition*, os estudantes não apenas recebem informações passivamente, mas participam de atividades práticas, criando experimentos, simulando moléculas biotecnológicas e resolvendo problemas colaborativos, características centrais do *construcionismo*.

6. Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, torna-se evidente o potencial transformador do *Minecraft Education* como ferramenta pedagógica inovadora no ensino de Biotecnologia. A implementação da gamificação, aliada a metodologias ativas, demonstrou aumentar significativamente a motivação, o engajamento e o interesse dos alunos pelo conteúdo, permitindo a experimentação ativa e a resolução colaborativa de problemas. O *Minecraft*, os alunos trabalham juntos para superar limitações práticas, enquanto aplicam conceitos complexos de biotecnologia, promovendo competências como pensamento crítico e resolução criativa de problemas.

Ainda é importante destacar que este trabalho demonstrou que o uso da plataforma não apenas amplia as possibilidades pedagógicas, mas também promove a modernização do ensino, desenvolvendo nos alunos competências digitais, científicas e socioemocionais essenciais para o aprendizado ativo. Em suma, este trabalho reforça a importância da gamificação como estratégia pedagógica eficaz para o ensino de Biotecnologia, e destaca o *Minecraft Education* como uma ferramenta promissora para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem e preparar os alunos para os desafios desse novo milênio.

Referências Bibliográficas

ARAGÃO, F. J. L. *Organismos transgênicos*. Barueri: Manole, 2003.

BARAB, S. A.; DUEBER, W. Aprendizagem situada: fundamentando a aprendizagem no contexto. In: SAWYER, R. K. (Org.). *Manual de Cambridge das ciências da aprendizagem*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 345-364.

BELL, A. *Conectando professores, tecnologia e currículo: integrando desenvolvimento profissional e reforma curricular*. Nova York: Routledge, 2016.

BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CAGNINI, S. Z.; BARETTA, C. R.; CANTO-DOROW, T. S. O uso de jogos no ensino de biologia: uma revisão sistemática. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 136-151, 2015.

COOPER, S. et al. Predição de estruturas de proteínas com um jogo online multijogador. *Nature*, v. 466, n. 7307, p. 756–760, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature09304>. Acesso em: 1 mar. 2025.

CRUZ, R. D. M. *Jogos digitais na educação: potencialidade do jogo Minecraft no ensino de biologia*. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

DE FRAGA, A. G.; LAZZARI, V. M. Técnicas de substituição de DNA mitocondrial para reduzir a transmissão da síndrome de Leigh. *Clinical & Biomedical Research*, v. 41, n. 1, 2021.

DECHAMPS, T. A. G. *Prof. Miner: uma proposta do uso do Minecraft Education como estratégia para educação ambiental*. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

DELISLE, R. *Diferenciando o currículo com profundidade e complexidade: usando aceleradores de conteúdo para envolver todos os alunos*. Waco: Prufrock Press, 2015.

FALEIRO, F. G. et al. Biotecnologia: uma visão geral. In: _____. *Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária*. Planaltina: Embrapa, 2011. p. 13-29.

FERREIRA, C. C. B. et al. Biotecnologia. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, v. 4, n. 1, 2020.

FERREIRA, C. C. B. et al. Estratégias para a implementação de jogos digitais na educação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 31, n. 2, p. 123-135, 2023.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

GALLÃO, M. I. et al. Jogo didático “Síntese Proteica” para favorecer a aprendizagem de Biologia Celular. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 2, p.

GEE, J. P. *O que os videogames têm a nos ensinar sobre aprendizagem e alfabetização*. Nova York: Palgrave Macmillan, 2003.

GONÇALVES, D. F. *Aprendizagem baseada em jogos digitais: uma revisão sobre aplicação do Minecraft Education Edition no ensino de química*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologias Digitais Aplicadas à Educação – TECDAE) — Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina, PE.

HOWE, J. *A ascensão do crowdsourcing*. Revista Wired, [S. l.], 2006. Disponível em: www.wired.com. Acesso em: 29 mar. 2025.

HWANG, G. J.; LAI, C. L.; WANG, S. Y. Aprendizagem invertida contínua: uma sala de aula invertida aprimorada por tecnologia móvel com estratégias de aprendizagem eficazes. *Journal of Computers in Education*, v. 2, n. 4, p. 449-473, 2015. doi:10.1007/s40692-015-0037-0

JOHNSON, L. et al. *NMC Horizon Report: Edição de ensino superior de 2020*. Louisville, CO: EDUCAUSE, 2020.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. *Aprendendo juntos e sozinhos: aprendizagem cooperativa, competitiva e individualista*. 5. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1999.

JONASSEN, D. H. Projetando ambientes de aprendizagem construtivistas. In: REIGELUTH, C. M. (Org.). *Teorias e modelos de design instrucional: um novo paradigma de teoria instrucional*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p. 215-239.

KAPP, K. M. *A gamificação da aprendizagem e da instrução: métodos e estratégias baseados em jogos para treinamento e educação*. São Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.

KETELHUT, D. J. et al. Um ambiente virtual multiusuário para investigação científica no ensino fundamental. *Computadores e Educação*, v. 54, n. 1, p. 178-188, 2010.

KIM, B.; KE, F. Efeitos da aprendizagem baseada em jogos em um ambiente virtual com suporte do OpenSim no desempenho matemático. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 19, n. 2, p. 123-134, 2016.

KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: possíveis interconexões na construção do conceito de biotecnologia. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, p. 137-152, 2012.

LIMA, J. R.; SANTOS, L. F. M. A Biotecnologia no Cotidiano Escolar do Ensino Médio: Análise da Percepção dos Estudantes. *Revista Brasileira de Ensino de Biologia*, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2022. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/download/599/233/2624>. Acesso em: 1 mar. 2025.

LIMA, J. S. et al. Integração de simulações virtuais e experimentação laboratorial no ensino de biotecnologia. *Revista de Ensino de Biologia*, v. 14, n. 2, p. 123-135, 2021.

MICROSOFT. *Minecraft Education: ensino imersivo para o século XXI*. Disponível em: <https://education.minecraft.net/>. Acesso em: 1 mar. 2025.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo: uma estrutura para o conhecimento do professor. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MONITCHELE, M. Reino Unido registra nascimento de bebês com DNA de três pessoas. *Veja*, São Paulo, 11 maio 2023. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/>. Acesso em: 19 maio 2023.

MORAN, J. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus, 2017.

NEBEL, S.; REY, G. Aprendizagem de mineração e criação de experimentos científicos: uma revisão de literatura sobre o uso do Minecraft na educação e na pesquisa. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 19, n. 3, p. 355–366, 2016.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, T. Laboratórios virtuais no ensino de Química. *Ciência & Educação*, v. 25, n. 1, p. 78-94, 2019.

PAPADAKIS, S.; KALOGIANNAKIS, M.; ZARANIS, N. Melhorando as habilidades de pensamento computacional de alunos do ensino fundamental com o robô educacional Bee-Bot: um estudo de método misto. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, v. 2, n. 2, p. 127-144, 2018.

PASQUALI, B. B.; ALMEIDA, D. G.; VILLANI, E. P. Formação continuada de professores de ciências: análise de uma experiência na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 3, p. 645-666, 2013.

PIAGET, J. *A epistemologia genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1972.

PINHEIRO, J. P. S.; PANTOJA, L. D. M.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Ensino de Biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do Exame Nacional do Ensino Médio. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 11, n. 3, p. 1–15, 2016. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8361>. Acesso em: 1 mar. 2025.

PRENSKY, M. *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. St. Paul, MN: Paragon House, 2001.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

RISCHER, M. et al. *Biotecnologia industrial: soluções sustentáveis para um futuro de base biológica*. Weinheim: Wiley-VCH, 2016.

RODRIGUES, V. C.; PINHEIRO, C. M. P.; OLIVEIRA, L. D. Química em Minecraft: análise do conteúdo didático “As propriedades da matéria”. *Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química*, n. 42, 2023.

SÁNCHEZ-MARTÍN, J. et al. Aprimorando a educação em biotecnologia por meio de gamificação e simulações virtuais. *Journal of Biological Education*, v. 55, n. 3, p. 278-292, 2021.

SANTOS, L. Desafios bioéticos na sociedade tecnológica. *Revista Angolana de Ciências da Saúde / Angolan Journal of Health Sciences*, v. 3, supl. 1, p. 29-34, 2022.

SANTOS, L. M. et al. Fatores críticos para o sucesso da gamificação no ensino de ciências. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 30, n. 117, p. 987-1005, 2022.

SCIELO. Gamificação aplicada ao ensino de Física: impactos no engajamento e retenção de conteúdo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2023. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 1 mar. 2025.

SILVA, L. et al. Gamificação e aprendizagem baseada em jogos no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, v. 12, n. 2, p. 45-63, 2020.

SIMON, H. A. *Modelos da minha vida*. Nova York: Basic Books, 1996.

SOUZA, R. S.; LIMA, T. F.; ANDRADE, V. C. Avaliação de modelos 3D como recurso educacional para o ensino de Biologia: uma revisão da literatura. *ResearchGate*, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/363048106>. Acesso em: 1 mar. 2025.

VALENTE, J. A. *O computador na sociedade do conhecimento*. São Paulo: Cortez, 2019.

VYGOTSKY, L. S. *Mente na sociedade: o desenvolvimento de processos psicológicos superiores*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WIEMAN, C. E.; ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K. PhET: simulações que melhoram a aprendizagem. *Science*, v. 322, n. 5902, p. 682-683, 2010.

Apêndices

APÊNDIC-A Avaliação Diagnóstica – Biotecnologia no Ensino Médio

Turma: 3ª série do Ensino Médio

Disciplina: **Biologia** – Aprofundamento de Ciências da Natureza

Total de questões: 10 (3 fáceis, 4 médias, 3 difíceis).

1. O que significa a sigla DNA?

- A) Dados Nucleares Ativos
- B) Dinucleotídeo Ácido
- C) Ácido Desoxirribonucleico
- D) Ácido Dextrorribonucleico

2. Qual das alternativas representa um exemplo de aplicação da Biotecnologia?

- A) Fotossíntese em plantas
- B) Uso de antibióticos produzidos por bactérias modificadas
- C) Evaporação da água no ciclo da chuva
- D) Uso da bússola para localização

3. O que são organismos geneticamente modificados (OGM)?

- A) Organismos que se modificam naturalmente com o tempo
- B) Organismos que foram reproduzidos por clonagem
- C) Organismos que receberam alteração intencional em seu DNA
- D) Organismos infectados por vírus

4. Qual é o principal objetivo da técnica de clonagem?

- A) Criar mutações genéticas aleatórias
- B) Gerar organismos mais resistentes ao ambiente
- C) Produzir cópias geneticamente idênticas de um organismo
- D) Remover genes defeituosos de um organismo

5. Qual estrutura celular está diretamente envolvida na síntese de proteínas?

- A) Mitocôndria
- B) Núcleo
- C) Ribossomo
- D) Retículo endoplasmático liso

6. A tecnologia conhecida como CRISPR é utilizada para:

- A) Reproduzir organismos por meio de clonagem natural
- B) Estimular a produção de hormônios vegetais
- C) Fazer edições específicas e controladas no DNA
- D) Observar cromossomos em microscópios ópticos

7. Um dos riscos associados ao uso de OGMs na agricultura é:

- A) A diminuição da fotossíntese das plantas
- B) O aumento da diversidade genética natural
- C) A transferência de genes para espécies selvagens
- D) A reprodução assexuada em larga escala

8. A clonagem terapêutica tem como objetivo principal:

- A) Criar cópias completas de seres humanos para transplante
- B) Produzir tecidos ou órgãos para uso médico a partir de células-tronco
- C) Gerar alimentos mais nutritivos
- D) Aumentar a resistência genética a doenças virais

9. Um exemplo de aplicação da CRISPR na medicina seria:

- A) A análise da herança genética por cariótipo
- B) O desenvolvimento de vacinas de RNA
- C) A edição de um gene defeituoso causador de doença hereditária
- D) A clonagem de células tumorais para diagnóstico

10. Em relação à biotecnologia moderna, é correto afirmar:

- A) Toda clonagem gera organismos com material genético diferente
- B) OGMs são perigosos e proibidos em todos os países
- C) A CRISPR atua apenas em células animais
- D) A manipulação genética pode ser usada para tratar doenças genéticas

GABARITO

- 01.Resposta correta: C
- 02.Resposta correta: B
- 03.Resposta correta: C
- 04.Resposta correta: C
- 05.Resposta correta: C
- 06.Resposta correta: C
- 07.Resposta correta: C
- 08.Resposta correta: B
- 09.Resposta correta: C
- 10.Resposta correta: D

APÊNDICE – B Estrutura das oficinas

Oficina 1 – Conceitos e Reflexão Bioética

Duração: duas aulas.

Atividades:

Dinâmica de abertura: "Você comeria um tomate transgênico?" (5 min) **Exposição dialogada com vídeos curtos:** <https://www.youtube.com/watch?v=shJYZDzf4bg>; <https://www.youtube.com/watch?si=EZom1FztuHYL0zN&v=4yVWI6bIrng&feature=youtu.be>.

Roda de conversa com perguntas provocativas

Aplicação de questionário qualitativo inicial

Oficina 2 – Simulações e Produção de Sentido

Duração: 02 aulas

Atividades:

Produção de mapa conceitual coletivo

Apresentação de soluções: *“Se você fosse pesquisador...”*

APÊNDICE -C Oficina Introdutória e de Consolidação Ambientação ao *Minecraft Education*

Duração: 60 a 80 minutos

Estudantes da terceira série do Ensino Médio.

Materiais Usados:

Computadores com *Minecraft Education* instalado.

Contas educacionais Microsoft para login.

Tela ou projetor para demonstração ao vivo.

Caderno ou folha para anotações dos alunos.

Etapas da Oficina

Abertura (10 min)

Apresentação do que é o *Minecraft Education*.

Fala breve sobre o uso pedagógico do jogo.

A. Navegação básica (20 min)

Atividade: Cada aluno entra no mundo-teste e realiza um percurso simples (andar, pular, quebrar e colocar blocos, voar).

B. Regras de convivência no mundo virtual (10 min)

Respeito ao espaço do outro: não destruir construções alheias.

Colaboração: ajude seus colegas em vez de atrapalhar.

Comunicação: use o chat de forma respeitosa.

Foco na missão pedagógica: lembre-se de que estamos em ambiente de aprendizagem.

C. Mini desafio prático (20–30 min)

Missão: construir, em duplas ou trios, uma estrutura simples com:

Um laboratório (com mesa, bancada, item frame),

Placa com nome do grupo,

Uma área cercada (pode ser o “espaço do experimento genético”).

APÊNDICE - D - Sondagem Oral Com 3 Perguntas:

1. Qual tecla se usa para abrir o inventário?
2. Como você faz para voar no modo criativo?
3. Qual foi a parte mais fácil e mais difícil do desafio?

Observações para o facilitador

Criar um mundo com área delimitada para treino (sem *mobs* ou perigos).

Monitorar quem tem dificuldade com teclado/mouse.

Incentivar os alunos a ajudarem uns aos outros.

Utilizar esta oficina como base antes de oficinas de conteúdo (Biotecnologia).

APRESENTAÇÃO

Esta cartilha didática é um produto educacional elaborado no contexto do Trabalho de Conclusão de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO/UERN), desenvolvido a partir de uma experiência aplicada no Centro Estadual de Tempo Integral Francisca Pereira de Sousa Moraes, localizado no município de Fronteiras – PI.

A proposta surgiu da necessidade de tornar o ensino de Biotecnologia mais dinâmico, acessível e conectado às vivências dos estudantes do Ensino Médio da rede pública. Para isso, adotou-se o *Minecraft Education* como ferramenta pedagógica, explorando seu potencial interativo e tridimensional para simular conteúdos como estrutura do DNA, clonagem, transgênicos, edição genética, entre outros.

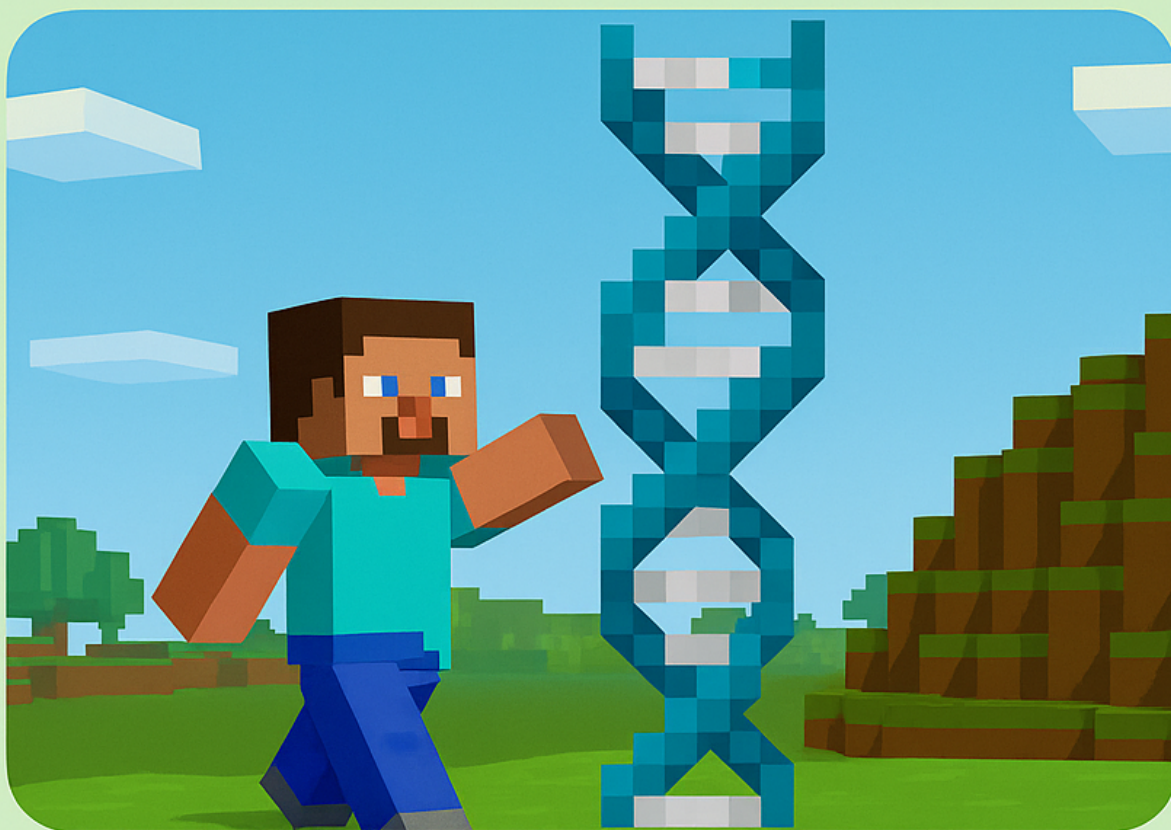
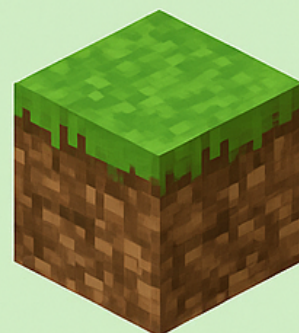
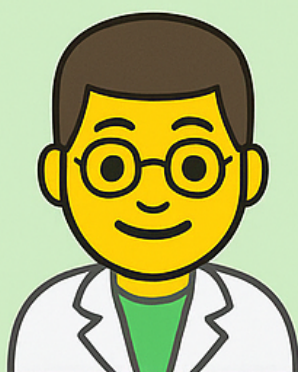
Este material foi construído com base em registros da prática docente, observações em sala de aula e fundamentação teórico-metodológica, com o intuito de oferecer aos professores da Educação Básica um guia prático, replicável e inovador, que contribua para o fortalecimento do ensino de Ciências e para o engajamento dos alunos com temas científicos contemporâneos.

A elaboração desta cartilha contou com a autoria da Prof^a Maria Cledinilsa Bezerra Pereira, sob orientação do Prof. Dr. Pablo de Castro Santos (UERN), e colaboração direta da equipe pedagógica do CETI, com destaque para o apoio da coordenação escolar, professores da área de Ciências da Natureza e estudantes participantes da pesquisa.

O presente recurso foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, cuja contribuição foi fundamental para viabilizar todas as etapas do projeto, desde a concepção e aplicação até a produção final deste recurso educacional.

CARTILHA PEDAGÓGICA

Minecraft no Ensino de Biotecnologia



Cartilha para Ensino de Biotecnologia com Minecraft Education

Créditos e Autoria

Cartilha elaborada por: Profª Maria Cledinilsa Bezerra Pereira

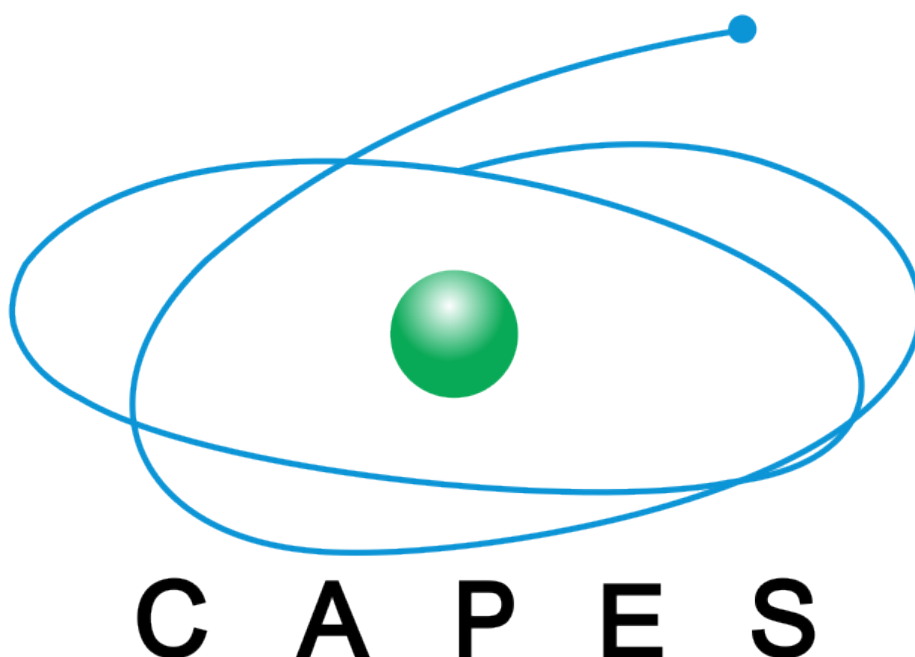
Orientação: Prof. Dr. Pablo de Castro Santos - UERN

Instituição: CETI Francisca Pereira de Sousa Morais - Fronteiras/PI

Com apoio tecnico-pedagógico baseado em pesquisa de campo e recursos da plataforma Minecraft Education Edition.

Agradecimento

Esta cartilha foi desenvolvida como parte de um trabalho educacional no campo da Biotecnologia, com o apoio institucional da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



Justificativa

Esta cartilha foi desenvolvida com o objetivo de orientar professores do Ensino Médio na aplicação do jogo Minecraft Education como ferramenta pedagógica no ensino de Biotecnologia. A proposta nasce da necessidade de tornar o ensino mais dinâmico, interativo e conectado às tecnologias que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Ao transformar conteúdos complexos em experiências lúdicas e visuais, promovemos um aprendizado mais significativo, colaborativo e prazeroso.

1. Apresentação

Este material baseia-se em pesquisa aplicada em escola pública do Piauí e visa oferecer um guia acessível e replicável para outros educadores. A cartilha mostra como o Minecraft Education pode ser utilizado para trabalhar conteúdos como genética, engenharia genética, clonagem e outros temas da Biotecnologia.

2. Por que usar Minecraft na Educação?

- Ferramenta lúdica e interativa.
- Favorece o aprendizado ativo e colaborativo.
- Permite simulações tridimensionais de processos como replicação do DNA, edição genética, clonagem.
- Estimula pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe.

3. Conteúdos de Biotecnologia trabalhados

- Estrutura do DNA e RNA
- Clonagem e transgênicos (OGMs)
- Técnicas de engenharia genética (ex: CRISPR)
- Síntese de proteínas
- Extração de DNA
- Biotecnologia ambiental (ex: biodegradação)

4. Como começar? Passo a passo

1. Solicite acesso ao Minecraft Education com conta institucional.
2. Planeje o conteúdo que será trabalhado.
3. Crie ou use mundos prontos disponíveis na plataforma.
4. Ofereça uma oficina introdutória para os alunos.
5. Divida os alunos em equipes e proponha os desafios.
6. Avalie os resultados com base em rubricas.

5. Entrando no Minecraft e conhecendo a interface

Acesse <https://education.minecraft.net> e baixe a versão para seu sistema. - Faça login com sua conta Microsoft Educacional.

No menu inicial, você pode:

MINECRAFT NA EDUCAÇÃO

EXPLORANDO A BIOTECNOLOGIA

POR QUE USAR O MINECRAFT?

Utilizar o Minecraft pode facilitar e deixar mais interessante o aprendizado sobre biotecnologia.



CONCEITOS DE BIOTECNOLOGIA

O jogo pode trazer uma introdução lúdica aos conceitos da biotecnologia.

COMO USAR O MINE

Para acessar a edição educacional do Minecraft logue com sua conta institucional de educação.



FUNÇÕES DA INTERFACE

Na interface é possível abrir o inventário para coletar itens ou acessar o painel de criação de código para programar

Fonte: Pesquisa realizada por ChatGPT

Criação de contas e controle via servidor próprio; O o(a) diretor(a) ou coordenador(a) pode atuar como administrador do ambiente educacional, com as seguintes possibilidades:

- ✓ Criação de e-mails institucionais com domínio próprio (ex: @escola.biotec);
- ✓ Gerenciamento de contas e senhas via Microsoft 365 Educação;
- ✓ Controle dos mundos salvos, tempo de uso e relatórios de acesso
- ✓ Comunicação integrada com professores e alunos via Outlook ou Teams.

Passos sugeridos:

1. Registrar um domínio educacional (ex: pela Registro.br)
2. Criar contas gratuitas pelo Microsoft for Education
3. Configurar os e-mails e acessos de cada professor e turma
4. Vincular esses e-mails ao login do Minecraft Education Edition

Criar um novo mundo

- ✓ Escolher mundos de aula prontos
- ✓ Acessar tutoriais.

Interface:

- ✓ Inventário: tecla 'E'
- ✓ Movimento: teclas WASD
- ✓ Ações: botões do mouse
- ✓ Comandos: tecla '/'

6. Exemplos de atividades

- ✓ Missão DNA: construir uma hélice de DNA com blocos coloridos.
- ✓ Clonagem Criativa: simular clonagem em plantas e animais.
- ✓ Biolaboratório Virtual: criar ambientes com placas, tubos e enzimas fictícias. –
- ✓ Debate no jogo: montar um fórum dividido entre grupos **PRO** e **CONTRA** OGMs.

7. Recursos e Dicas

- Utilize *mods* como JEI para enriquecer os mundos.
- Sites úteis: education.minecraft.net, curseforge.com

Dicas:

- ✓ Use equipes pequenas;
- ✓ Crie rubricas simples;
- ✓ Incentive pesquisa científica paralela.

8. Conclusão

Minecraft Education permite uma aprendizagem envolvente, colaborativa e significativa. Com planejamento, é possível transformar aulas tradicionais em experiências inesquecíveis para os alunos.

Referencias Bibliográficas

GEE, J. P. (2003). O que os videogames tem a nos ensinar sobre aprendizagem e alfabetizacao.

PRENSKY, M. (2001). Aprendizagem baseada em jogos digitais.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. (2006). Conhecimento Pedagogico Tecnologico de Conteudo (TPACK).

KAPP, K. M. (2012). A gamificacao da aprendizagem e da instrucao.

VYGOTSKY, L. S. (1978). Mente na sociedade.

MICROSOFT (2023). Minecraft Education Edition. <https://education.minecraft.net>

APÊNDICE - E – Cartilha Pedagógica

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: MINECRAFT COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 81093724.2.0000.5294

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.236.299

Apresentação do Projeto:

A proposta é um projeto de mestrado na área de ensino de biologia e tem como objetivo facilitar o aprendizado de biotecnologia no ensino médio por meio do uso do Minecraft, um jogo popular entre os jovens. Ao criarem um laboratório virtual no Minecraft, os alunos poderão explorar de maneira criativa e interativa a manipulação do material genético para desenvolver novas proteínas e fármacos. Essa abordagem combina diversão com conhecimento, tornando a aprendizagem mais envolvente e significativa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral.

Explorar a utilização interativa da biotecnologia no contexto educacional, por meio do Minecraft, visando aprimorar o processo de aprendizagem.

Objetivos Específicos:

Utilizar fontes didáticas e estratégicas no Minecraft, respeitando os protocolos educacionais pertinentes.

Explorar as capacidades de simulação do Minecraft para representar processos biotecnológicos, como a síntese de aminoácidos, proteínas e experimentos em manipulação genética.

Demonstrar o potencial de aprendizagem da biotecnologia de maneira lúdica e envolvente.

Adaptar o ambiente do Minecraft para torná-lo mais acessível e facilitar a

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

Continuação do Parecer: 7.236.299

compreensão dos conceitos biotecnológicos pelos estudantes

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O benefício desta pesquisa é a possibilidade de aprendizagem da Biotecnologia de forma lúdica com o uso do Minecraft como ferramenta de ensino. Esta pesquisa garante o anonimato e a privacidade do participante pois não será necessária a identificação do aluno. Dessa forma será assegurada a confidencialidade dos dados e de informações que possibilitem a identificação dos alunos.

A pesquisa oferecerá riscos que não dizem respeito à integridade física, mas sim aos de ordem emocional, cognitiva e psicológica tais como constrangimento em não saber regras para o uso do game, o constrangimento pelo enfrentamento de fragilidades de aprendizado, dentre outros de ordem emocional. Qualquer risco da pesquisa será minimizado mediante a garantia do anonimato/privacidade do participante na pesquisa, onde não será preciso colocar o nome do mesmo. A respeito das dificuldades cognitivas de cada participante observada na pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é interessante e contribuirá para a área de ensino em biologia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda: Conforme solicitado por esta CEP, foi feito a retirada da temática: Genética humana.

A pesquisa não apresenta óbices éticos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2448780_E1.pdf	01/11/2024 21:16:33		Aceito
Folha de Rosto	folhaD.pdf	17/09/2024 23:06:26	MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	17/09/2024 21:51:10	MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA	Aceito
Outros	Carta.pdf	17/09/2024	MARIA CLEDINILSA	Aceito

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: 7.236.299

Outros	Carta.pdf	21:48:05	BEZERRA PEREIRA	Aceito
Solicitação registrada pelo CEP	parecer.pdf	17/09/2024 21:45:47	MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/09/2024 21:43:35	MARIA CLEDINILSA BEZERRA PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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

CEP: 59.607-360

UF: RN

Município: MOSSORO

Telefone: (84)3315-2094

E-mail: cep@uern.br

Descrição Técnica do produto da Pesquisa

Produto 1 — Aplicação didático-pedagógica do Minecraft Education no ensino de Biotecnologia

Este produto consiste na implementação prática do *Minecraft Education Edition* como ferramenta pedagógica inovadora para o ensino de Biotecnologia no Ensino Médio. A aplicação foi conduzida com estudantes da 3ª série do ensino médio do CETI Francisca Pereira de Sousa Morais (Fronteiras/PI), no componente curricular de Aprofundamento em Ciências da Natureza. Por meio da construção de um laboratório virtual e da simulação de processos como clonagem, extração de DNA, manipulação genética e uso da tecnologia CRISPR, os estudantes interagiram com conteúdos complexos de forma visual, lúdica e ativa. O ambiente gamificado favoreceu o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada.

A abordagem baseou-se em metodologias ativas e na aprendizagem construtivista, alinhando-se às diretrizes contemporâneas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às competências exigidas pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A prática foi fundamentada em princípios do construcionismo, da gamificação e das teorias de Vygotsky e Piaget, sendo avaliada qualitativamente por meio de observações, questionários e análises comparativas de desempenho acadêmico.

Produto 2 — Cartilha pedagógica para o ensino de Biotecnologia com *Minecraft Education*

Como material de apoio e produto derivado da intervenção, foi elaborada uma cartilha pedagógica orientadora para educadores da educação básica. Este documento instrucional reúne fundamentos teóricos, orientações metodológicas e sugestões práticas para o uso do *Minecraft Education* na abordagem de conteúdos de Biotecnologia no Ensino Médio. A cartilha apresenta um passo a passo para ambientação na plataforma, estruturação de oficinas, planejamento de aulas gamificadas, exemplos de desafios educativos e propostas de avaliação baseadas em rubricas. Os conteúdos contemplam

temas como estrutura do DNA e RNA, clonagem, organismos geneticamente modificados (OGMs), edição gênica com CRISPR, biotecnologia ambiental e síntese de proteínas. O material apoia a formação docente e promove a replicabilidade da metodologia em diferentes contextos escolares, contribuindo para a integração de tecnologias digitais, aprendizagem ativa e interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza. A elaboração da cartilha foi fundamentada em pesquisas recentes sobre ensino gamificado, aprendizagem significativa e uso de ambientes virtuais imersivos na educação científica.

Mossoró (RN), 24 de abril de 2025

