

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
MILENA LUNARDON

A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPLORANDO
A PRODUÇÃO, APLICAÇÕES E IMPACTOS NA SAÚDE POR MEIO DA
GAMIFICAÇÃO

CURITIBA

2025

MILENA LUNARDON

A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPLORANDO A
PRODUÇÃO, APLICAÇÕES E IMPACTOS NA SAÚDE POR MEIO DA
GAMIFICAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Elaine Ferreira Machado.

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Lunardon, Milena

A biotecnologia da insulina da educação básica : explorando a produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação / Milena Lunardon. — Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Elaine Ferreira Machado.

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Educação básica. 3. Metodologia. 4. Gamificação. I. Machado, Elaine Ferreira. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional. III. ProfBio. IV. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MILENA LUNARDON** intitulada: **A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPLORANDO A PRODUÇÃO, APLICAÇÕES E IMPACTOS NA SAÚDE POR MEIO DA GAMIFICAÇÃO**, sob orientação da Profa. Dra. ELAINE FERREIRA MACHADO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 13 de Fevereiro de 2025.

Assinatura Eletrônica

13/02/2025 11:43:42.0

IRIS HASS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

13/02/2025 11:17:47.0

ELAINE FERREIRA MACHADO

Orientador - Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

14/02/2025 08:05:20.0

LIA MARIS ORTH RITTER ANTIQUEIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - PONTA GROSSA)

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Mestranda: Milena Lunardon

Título do TCM: A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: EXPLORANDO A PRODUÇÃO, APLICAÇÕES E IMPACTOS NA SAÚDE POR MEIO DA GAMIFICAÇÃO

Data da defesa: 13/02/2025

Na infância, eu observava plantas, formigas, insetos, sapos e toda a manifestação da vida em suas formas e cores mais variadas. O jardim de casa tornou-se a minha sala de aula mais cativante. Naquele tempo, eu ainda não sabia nomear a curiosidade que me movia, mas, nos meus pequenos gestos de menina, nascia um interesse genuíno e um amor pela natureza que só cresceram com o passar dos anos. Esse jardim expandiu-se, primeiro para a escola e depois para a universidade. O que começou como a irrefreável curiosidade de uma menina de onze anos floresceu em uma paixão: a Biologia.

Eu era uma menina curiosa, que encontrava refúgio no tédio ao observar os detalhes da natureza. Minha primeira professora foi minha mãe, que, ali mesmo no jardim de casa, recebia cada descoberta minha com entusiasmo. Hoje, como professora, entendo o valor daquele olhar atento, daquele sorriso de incentivo e daquele gesto de apoio. Minha mãe, sem ter passado pela universidade, me ensinou o mais primário e nobre princípio: quando perceber a ciência e o saber brotando ao seu redor, alegre-se junto a quem o encontrou, pois, luz atrai luz. Foi com ela que aprendi a me encantar com o conhecimento.

Com o tempo, cheguei ao Ensino Médio convicta de que seria professora de Biologia. Esse desejo impulsionou todos os meus esforços. Concluí o ensino escolar, fiz vestibulares e enfrentei provas difíceis, carregando comigo a aflição de saber das limitações financeiras da minha família. No entanto, a combinação entre sorte, competência, curiosidade, esforço e noites mal dormidas trouxe a recompensa: fui contemplada com uma bolsa de estudos. Na universidade, dediquei-me com empenho. Como tantos outros estudantes oriundos do sistema público, estudei, trabalhei e, finalmente, venci.

A curiosidade é indomável: quanto mais conhecemos, mais desejamos conhecer; quanto mais aprendemos, mais percebemos o quanto ainda precisamos aprender. Não há um fim, e nem deve haver. A ciência, em suas mais diversas formas, carrega o

compromisso de melhorar a existência de cada ser que habita e habitará o mundo. Karl Popper já nos ensinava que a ciência não é uma chegada, mas sim uma busca, uma viagem sem ponto final. Como poderia eu, aquela menina curiosa que se tornou professora de Biologia, recusar essa jornada?

Buscando novos caminhos, ingressei no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), um marco importante na minha trajetória. Durante dois anos intensos, conciliei trabalho e estudos. Li, escrevi, revisei, repensei e amadureci, encantada pelos caminhos da ciência. Agora, com o mestrado concluído, tenho ainda mais convicção de que o meu percurso é contínuo e que o título de mestra apenas fortalece a ideia de que sou — e sempre serei — uma eterna aprendiz.

AGRADECIMENTOS

A jornada até aqui foi longa e cheia de desafios, mas foi também repleta de apoio, carinho e aprendizado.

Primeiramente agradeço a Deus e a minha Nossa Senhora Aparecida, fontes de força e fé, que me guiaram e me deram serenidade para enfrentar os desafios.

Aos meus pais Roberto e Bernadete, que desde o começo me incentivaram a seguir meus sonhos, oferecendo todo o amor e suporte necessários. Obrigada por acreditarem em mim, mesmo nos momentos em que duvidei. A vocês, devo minha resiliência e a certeza de que posso ir além.

A minha orientadora, Professora Dra. Elaine Ferreira Machado, cuja orientação foi fundamental para que eu concluísse este trabalho. Sou imensamente grata pelo conhecimento, paciência e dedicação que recebi ao longo dessa trajetória.

Aos professores do ProfBio da Universidade Federal do Paraná, que foram fundamentais para minha formação acadêmica e pessoal. Foi uma honra ter aprendido tanto com cada um de vocês.

Às amigas que compartilham comigo esta jornada de mestrado, em especial, Andressa, Juliana e Elisiane, minha gratidão imensa e profunda. Cada uma de vocês tornou esse caminho mais leve, mais inspirador e repleto de momentos que guardarei para sempre. A cumplicidade, o apoio mútuo e as risadas nos dias mais intensos foram a força que precisei para continuar, especialmente nos momentos mais desafiadores. Nossa amizade foi um presente inesperado dessa caminhada

Aos meus alunos da turma do 2º ano C do Colégio Estadual Bandeirantes que aceitaram cada desafio com espírito aberto, contribuindo com suas ideias, energias e perspectivas únicas. Saibam que cada esforço e cada momento de envolvimento de vocês foram fundamentais para a realização desta pesquisa. Agradeço de coração por caminharem comigo e por fazerem desta experiência algo tão enriquecedor.

As minhas colegas de trabalho e amigas Nayla, Eliane, Eutalia, Joceli, Jocelaine e Solange, pela compreensão e apoio constantes. Vocês foram meu alicerce, oferecendo o ombro nos momentos de dificuldade e celebrando comigo

cada pequena vitória. As conversas, os sorrisos e o incentivo de vocês tornaram esse caminho muito mais leve.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação da Professora Dra. Elaine Ferreira Machado e contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que financia o ProfBio.

“A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa”. (Paulo Freire, 1999, p. 97)

RESUMO

A Biotecnologia, ciência que utiliza os mecanismos dos seres vivos para atender às necessidades humanas, possui um grande potencial transformador. No contexto da educação básica, compreender essa área é fundamental para que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos e reflitam sobre seus impactos sociais e éticos. Em 2023, a Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED/PR) incorporou a Biotecnologia no Itinerário Formativo de Matemática e Ciências da Natureza do Novo Ensino Médio, buscando abordar a relevância dessa ciência para o desenvolvimento humano. Contudo, desafios como a carência de recursos pedagógicos atualizados e a predominância de aulas expositivas limitam o engajamento e a aprendizagem significativa dos alunos. Diante disso, este estudo investigou como a gamificação, aliada ao ensino por investigação, pode potencializar o ensino de Biotecnologia na educação básica, com foco na produção e aplicação da insulina. Foi desenvolvida uma proposta pedagógica gamificada que uniu o aprendizado investigativo e lúdico para explorar a história, o processo de produção e as implicações sociais da insulina. O trabalho foi estruturado em quatro etapas: uma revisão teórica sobre Biotecnologia e metodologias ativas; o desenvolvimento da proposta gamificada alinhada aos princípios do ensino investigativo; a aplicação prática em sala de aula; e a análise dos resultados obtidos. Os resultados demonstraram avanços significativos no aprendizado dos estudantes, indicando que essa abordagem contribui para um ensino dinâmico, acessível e alinhado às demandas do Novo Ensino Médio. A gamificação pode ser uma metodologia eficaz no ensino de Biologia e outras áreas do conhecimento e se diferencia do ensino tradicional, mostrando grande potencial de aceitação pelos alunos. Enquanto a gamificação, com seus elementos lúdicos e competitivos, potencializou a motivação dos estudantes, o ensino por investigação incentivou a curiosidade e a participação ativa na construção do conhecimento. A pesquisa reforça a importância de metodologias ativas na educação básica, destacando a gamificação como uma ferramenta eficaz para ampliar o interesse e a compreensão dos estudantes sobre a Biotecnologia.

Palavras-chave: Biologia; Educação Básica, Metodologias ativas; Ensino Investigativo; Gamificação.

ABSTRACT

Biotechnology, a science that utilizes the mechanisms of living organisms to address human needs, holds immense transformative potential. In the context of basic education, understanding this field is crucial for students to gain scientific knowledge and reflect on its social and ethical impacts. In 2023, the State Department of Education of Paraná (SEED/PR) incorporated Biotechnology into the Mathematics and Natural Sciences Formative Itinerary of the New High School curriculum, aiming to highlight the relevance of this science for human development. However, challenges such as the lack of updated pedagogical resources and the predominance of lecture-based classes limit student engagement and meaningful learning. In response, this study explored how gamification, combined with inquiry-based learning, could enhance Biotechnology education in basic education, focusing on the production and application of insulin. A gamified pedagogical proposal was developed, integrating investigative and playful learning to explore the history, production process, and social implications of insulin. The work was structured into four stages: a theoretical review of Biotechnology and active methodologies; the development of the gamified proposal aligned with the principles of inquiry-based learning; practical application in the classroom; and an analysis of the results obtained. The findings revealed significant improvements in student learning, indicating that this approach contributes to dynamic, accessible teaching aligned with the demands of the New High School curriculum. Gamification proves to be an effective methodology for teaching Biology and other knowledge areas, standing apart from traditional teaching by demonstrating strong potential for student acceptance. While gamification, with its playful and competitive elements, enhanced student motivation, inquiry-based learning fostered curiosity and active participation in knowledge construction. This research reinforces the importance of active methodologies in basic education, highlighting gamification as an effective tool to increase student interest and understanding of Biotechnology.

Keywords: Biology; Basic Education; Active Methodologies; Inquiry-Based Learning; Gamification.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÍCONE DO JOGO	42
FIGURA 2 – MISSÕES DO JOGO	42
FIGURA 3 – MISSÃO 1: O pâncreas e suas funções	43
FIGURA 4 – MISSÃO 2: A história da criação da insulina	43
FIGURA 5 – MISSÃO 3: A insulina no controle da diabetes	44
FIGURA 6 – MISSÃO 4: A história de Leonard Thompson	44
FIGURA 7 – MISSÃO 5: A tecnologia do DNA recombinante	45
FIGURA 8 – PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES DURANTE A APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – CONHECIMENTO PRÉVIO SOBRE A INSULINA.....	46
GRÁFICO 2 – CONHECIMENTO PRÉVIO SOBRE A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA.....	47
GRÁFICO 3 – PARTICIPAÇÃO NA PROPOSTA DA GAMIFICAÇÃO.....	48
GRÁFICO 4 – AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DA GAMIFICAÇÃO EM UMA ESCALA DE 1 A 5, ONDE 1 ERA “NÃO GOSTEI NADA” E 5 ERA “GOSTEI MUITO”.....	50
GRÁFICO 5 – ELEMENTOS DE JOGOS PRESENTES NA GAMIFICAÇÃO.....	52
GRÁFICO 6 – RELATO SOBRE ALGO NEGATIVO OU POSITIVO NA GAMIFICAÇÃO	52
GRÁFICO 7 – A MEMORIZAÇÃO DOS CONCEITOS DA BIOTECNOLOGIA AS INSULINA.....	55
GRÁFICO 8 – AVALIAÇÃO PARA A ABORDAGEM DA GAMIFICAÇÃO EM UMA ESCALA DE 1 A 5, ONDE 1 ERA “NADA INTERESSANTE” E 5 ERA “MUITO INTERESSANTE”.....	57

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ELEMENTOS DOS PILARES DA GAMIFICAÇÃO	29
-------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
CNT	- Ciências da Natureza e suas Tecnologias
EI	- Ensino por Investigação
IF	- Itinerário Formativo
NEM	- Novo Ensino Médio
SEED/PR	- Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 HISTÓRICO DA INSULINA	19
2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA.....	21
2.3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	23
2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL	25
2.5 GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO.....	26
2.6 APROXIMAÇÕES ENTRE A GAMIFICAÇÃO E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	31
2.7 BIOTECNOLOGIA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)	31
3 OBJETIVOS	36
3.1 OBJETIVO GERAL	36
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
4 METODOLOGIA	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1 CONSTRUÇÃO DA GAMIFICAÇÃO	41
5.2 QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO	45
5.3 DESENVOLVIMENTO DA GAMIFICAÇÃO EM SALA DE AULA.....	48
5.4 QUESTIONÁRIO PÓS-APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO.....	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7 REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DA PESQUISA	67
ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	71
ANEXO 2 - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	77
ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	79

1 INTRODUÇÃO

A Biotecnologia é uma área do conhecimento que possui potencial para impactar a vida por meio da aplicação dos mecanismos que regem os seres vivos. Desta maneira, é essencial que as pessoas tenham um entendimento dessa tecnologia, especialmente na manipulação das formas de vida para atender às necessidades humanas. Somente através desse entendimento, as pessoas serão capazes de utilizar conscientemente os produtos e serviços resultantes da aplicação desse conhecimento (Carvalho Alves e Salazar Costa, 2020). Conseqüentemente, a abordagem dos temas relacionados à biotecnologia em sala de aula, torna-se primordial para a compreensão das conquistas científicas e seus impactos na sociedade.

A Biotecnologia contribui para o desenvolvimento de produtos e serviços em diversas áreas. Na medicina preditiva, a terapia gênica permite prevenir doenças antes mesmo de sua manifestação. Além disso, o avanço no conhecimento do código genético possibilita a criação de medicamentos personalizados, ajustados às necessidades específicas de cada indivíduo, minimizando riscos como reações adversas e efeitos colaterais. O conhecimento biotecnológico também se destaca em diversas aplicações, como na terapia celular somática ou genética, no melhoramento genético de plantas essenciais para a agricultura, nos exames de paternidade e investigações criminais. Além disso, desempenha um papel fundamental no planejamento tanto público quanto privado, contribuindo para a prevenção e o combate de doenças genéticas. (Barth, 2005).

A inclusão da Biotecnologia no ensino médio está prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância de contextualizar a ciência e a tecnologia em seus aspectos sociais, históricos e culturais, evidenciando seu papel na organização da sociedade, nas questões ambientais, na saúde e na cultura. Dessa forma, propõe-se analisar as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, reconhecendo-as como construções humanas e sociais. (Brasil, 2018).

Divulgar a Biotecnologia no ambiente escolar, fornecendo informações precisas sobre o tema, contribui para a formação de uma cultura científica e tecnológica nos alunos, essencial para seu desenvolvimento integral. Dessa forma,

torna-se evidente a importância de aproximar os conceitos fundamentais e os avanços emergentes da Biotecnologia dos estudantes (Santos *et al.*, 2015).

Nesse contexto, Fonseca e Bobrowsky (2015, p. 499) ressaltam que “devido ao grande desenvolvimento da Biotecnologia e ao notável reflexo na sociedade e no meio ambiente, é indispensável a sua inserção no currículo escolar, principalmente na disciplina de Biologia.” No entanto, o ensino de Biologia tem se caracterizado, tradicionalmente, pela mera descrição de fenômenos, com ênfase na memorização de conceitos e enunciados. Como consequência, os fenômenos não são discutidos de forma aprofundada, deixando de explicitar suas causas e dificultando a compreensão integral dos processos e mecanismos pelos estudantes (Labarce, 2009).

A partir do ano de 2023, por exemplo, a Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED/PR) incluiu a Biotecnologia como uma trilha de aprendizagem do Itinerário Formativo (IF) de Matemática e Ciências da Natureza do Novo Ensino Médio (NEM), com o objetivo de “apresentar aos estudantes a importância da Biotecnologia para o desenvolvimento da humanidade, o entendimento sobre as aplicações das técnicas e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade” (Paraná, 2023).

Porém, a falta de recursos educacionais na área de biotecnologia tem sido uma preocupação evidente entre os professores que ministram a disciplina. A escassez de materiais e conteúdos relacionados a esse campo específico tem dificultado o acesso dos estudantes a informações atualizadas e relevantes. Além disso, muitas vezes as aulas dadas pelos professores são extremamente expositivas e há poucas propostas de atividades práticas ou lúdicas sobre o assunto.

Diante do exposto, a investigação que será realizada terá como problema: quais as potencialidades da gamificação com princípios do ensino investigativo para o ensino e a aprendizagem da biotecnologia da insulina no Novo Ensino Médio?

Com base nesses pressupostos, o objetivo geral deste estudo foi analisar as potencialidades de uma gamificação baseada em princípios do ensino por investigação para o ensino da biotecnologia da insulina. Especificamente, buscou-se: levantar na literatura os princípios básicos da biotecnologia envolvidos na produção de insulina ao longo do tempo; elaborar uma gamificação sobre o tema,

utilizando princípios do ensino investigativo na plataforma Genially; e avaliar o impacto dessa abordagem na compreensão dos processos biotecnológicos relacionados à produção de insulina, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes, conforme a BNCC, em uma aprendizagem significativa.

Sendo assim, este trabalho foi estruturado em quatro seções principais. Na primeira seção, é apresentada uma revisão teórica sobre os conceitos de biotecnologia, com foco específico na biotecnologia da insulina, além de discutir o ensino por investigação e a gamificação como metodologias pedagógicas inovadoras. A segunda seção detalha a metodologia adotada para a criação da gamificação, destacando os princípios do ensino investigativo e a estruturação do jogo voltado para o aprendizado da produção de insulina. A terceira seção aborda a análise dos resultados obtidos com a aplicação da gamificação em sala de aula, discutindo seu impacto no aprendizado dos estudantes. Por fim, na quarta e última seção, são apresentadas as considerações finais e as possíveis implicações da gamificação como metodologia no ensino de biotecnologia, além de sugestões para estudos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DA INSULINA

A descoberta e o desenvolvimento da insulina são marcos importantes na história da ciência e no tratamento da diabetes. A história da insulina remonta ao início do século XX e envolve uma série de pesquisadores e cientistas cujos esforços colaborativos levaram à descoberta e produção em larga escala desse hormônio vital.

A insulina humana é um hormônio peptídico e proteico sintetizado nas Ilhotas de Langerhans, um conjunto de células que constitui a porção endócrina do pâncreas, responsáveis pela regulação da glicemia (concentração de glicose no sangue) cuja função é diminuir os níveis de glicose sanguínea (Lopes *et al.*, 2012).

O diabetes é uma doença crônica que faz com que o organismo deixe de produzir insulina ou produz quantidade insuficiente. Existem três tipos principais de diabetes: diabetes *mellitus* tipo 1, diabetes *mellitus* tipo 2 e diabetes gestacional. O tratamento exige o uso diário de insulina e/ou outros medicamentos para controlar a glicose no sangue.

Em meados de 1920, com base em um artigo publicado por Moses Barron, no qual deduzia que as ilhotas pancreáticas secretam uma substância na corrente sanguínea que controlaria os níveis glicêmicos, Frederick Banting, concluiu que se conseguisse isolar este hormônio liberado pelas ilhotas, poderia salvar os pacientes com diabetes tipo 1 (Hegele, 2020). O Dr. Banting concluiu que ao ligar o ducto principal do pâncreas, poderia aguardar as células acinares serem destruídas e conseguiria interromper a produção das enzimas digestivas e preservar as ilhotas, podendo extrair a molécula que controla a glicemia (Hegele, 2020).

Em 1921, Dr. Banting, junto de seu estudante Charles Best, iniciaram os estudos no Departamento de Fisiologia da Universidade de Toronto. Utilizando cães para testar o hormônio isolado, os pesquisadores o administraram uma vez por dia durante quatro dias e observaram que a glicemia estava diminuindo e as condições dos animais estavam melhorando. Essa preparação foi nomeada "*Isletin*", mais tarde chamada de "insulina" (Hegele, 2020).

O primeiro paciente humano a injetar o extrato purificado de insulina foi o Leonard Thompson, um menino de 14 anos de idade. Leonard sobrevivia com diabetes há 2 anos e quando foi internado no hospital geral de Toronto, pesando

apenas 29,48 kg com sintomas de cetoacidose diabética (Ross e Neville, 2019). Apesar da dieta de apenas 450 kcal/dia seus sintomas só pioravam. Levando em consideração seu quadro clínico, seu pai concordou com sua participação em um estudo onde seria administrado um extrato de insulina bovina de forma intravenosa. Leonard recebeu a primeira dose de insulina no dia 11 de janeiro de 1922 (Banting *et al.*, 1922 apud Freitas *et al.*, 2021). Sua glicemia teve redução de 25% em 24h, entretanto, devido a um abscesso por reações alérgicas, o tratamento foi descontinuado. Doze dias depois, Leonard recebeu um novo extrato purificado (Hegele, 2020). Em 24h, sua glicemia teve uma redução de 77%. Leonard Thompson teve alta do hospital em que estava no dia 15 de maio de 1922 sem o uso de insulina, voltando à dieta restritiva, o que resultou em retorno dos sintomas iniciais. Os médicos então concluíram que o uso da insulina deveria ser diário e por toda a vida (Ross e Neville, 2019).

Após a descoberta revolucionária feita por Banting, a insulina precisou ser purificada para que houvesse menores reações de pele. John James Richard Macleod e James Bertram Collip ajudaram neste processo. Juntos, eles ganharam o Nobel de Fisiologia e Medicina em 1923 (Hegele, 2020).

Ao final de 1923, as empresas farmacêuticas *Eli Lilly and Company* e *Nordisk Laboratory* começaram sua produção utilizando pâncreas suínos. Eram necessários cerca de 80 kg de pâncreas para a produção de 1 mg de insulina que necessitava ser purificada. Em meados de 1980, com o advento da biologia molecular, houve o desenvolvimento da insulina humana, a qual utilizava a tecnologia de DNA recombinante. Tal insulina apresentava absorção mais rápida e período de ação mais curto. Em 2000, os análogos de insulina humana foram aprovados pela Food and Drugs Administration (FDA) e European Medicines Evaluation Agency (EMA). Os análogos apresentavam alterações na sua cadeia de aminoácidos, trazendo melhorias no seu tempo de ação (Retnakaran *et al.*, 2021).

A insulina artificial ou recombinante foi o primeiro produto da tecnologia do DNA recombinante comercializado mundialmente. A construção do gene sintético para a pró-insulina humana foi iniciada a partir da sequência de aminoácidos dessa proteína (Lopes *et al.*, 2012). A técnica do DNA recombinante é uma ferramenta fundamental que revolucionou a biotecnologia e a medicina moderna. Essa técnica permite a manipulação e a combinação de segmentos de DNA de diferentes fontes,

criando sequências de DNA que não ocorreriam naturalmente. Esse processo envolve a clonagem de um fragmento de DNA específico e sua inserção em um vetor de DNA, como um plasmídeo bacteriano, para que possa ser replicado e propagado em organismos hospedeiros, como bactérias.

A introdução da biotecnologia no ambiente escolar, especialmente no ensino médio, está prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece:

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Brasil, 2018, p. 549).

Dessa forma, a biotecnologia é uma área de grande importância para a sociedade, pois está diretamente ligada ao cotidiano dos alunos e facilita contextualizações no ambiente escolar. A produção de insulina por meio da biotecnologia, revolucionou a medicina ao possibilitar o tratamento eficaz de milhões de pessoas com diabetes. Ao abordar esse tema nas aulas de Biologia, os estudantes compreendem como a engenharia genética é utilizada para solucionar problemas de saúde, impulsionando o progresso científico em benefício da sociedade. Além disso, esse conteúdo estimula o interesse por carreiras científicas e promove uma reflexão crítica sobre o uso ético e responsável das tecnologias biológicas.

2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA

O ensino de Biologia no Brasil tem sido notável por sua abordagem experimental, uma característica que historicamente aproximou as instituições escolares das ciências de referência. Esse enfoque transformou os conhecimentos escolares, anteriormente rotulados como tradicionais e baseados na memorização, em conhecimentos cientificamente embasados, associados à modernidade e à proximidade com os avanços acumulados globalmente em termos de ciência e tecnologia (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

No documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, o componente curricular de Biologia compõe, junto à Física e à Química, a área do conhecimento denominada “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”

(CNT), que tem por objetivo “focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza” (Brasil, 2018). Além disso, a BNCC enfatiza a importância da experimentação, da investigação científica e da reflexão sobre questões éticas e sociais relacionadas à Biologia, visando uma formação integral dos estudantes.

O ensino e aprendizagem de Biologia desempenham um papel fundamental na formação acadêmica e no desenvolvimento científico dos estudantes. Ao abordar conceitos complexos que envolvem a vida, desde os processos celulares mais básicos até a diversidade e interações dos ecossistemas, o ensino de biologia busca estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos.

Atualmente, com o rápido e constante avanço nas descobertas científicas, muitas das quais estão concentradas no campo da biologia, o processo de ensino e aprendizagem da disciplina torna-se voltado aos métodos tradicionais e conteudistas, já que muitos professores têm dificuldade em acompanhar essas mudanças.

Sendo assim, é importante que os professores estejam prontos para superar as limitações desses métodos de ensino, buscando incessantemente a melhoria de sua prática pedagógica. Isso implica na adoção de metodologias inovadoras, na incorporação de recursos tecnológicos e na aplicação de abordagens interdisciplinares, com o intuito de tornar o processo de ensino mais atrativo e eficaz.

Diante de uma sociedade que demanda cada vez mais habilidades diversas para lidar com situações conflituosas e problemas, é crucial desenvolver e implementar metodologias e práticas pedagógicas que coloquem o aluno como o principal protagonista de seu próprio aprendizado. Como afirma Bueno (2013, p. 3), "o protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências indispensáveis para a construção de sua autonomia intelectual e social".

Por meio das abordagens que envolvem o ensino investigativo, por exemplo, os estudantes são incentivados a explorar, questionar e buscar respostas de forma autônoma, além de desenvolver o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de resolução de problemas. Dessa forma, ocorre um engajamento mais profundo

com o conteúdo, tornando o aprendizado mais significativo e relevante para o estudante.

2.3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A origem da abordagem de ensino fundamentada na investigação - conhecida como "*inquiry*" - já no século XIX, teve início através da proposição de Herbert Spencer. Ele introduziu o conceito de utilizar laboratórios para disciplinas científicas no contexto educacional. De acordo com Spencer, era essencial incentivar as crianças a conduzirem suas próprias investigações e a tirarem suas próprias conclusões (Deboer, 2006).

Na primeira metade do século XX, a abordagem do Ensino por Investigação foi influenciada por John Dewey. Este pedagogo e filósofo norte-americano defendia que abordagens pedagógicas fundamentadas no Ensino por Investigação deveriam capacitar os estudantes a formular perguntas e a colaborar efetivamente em grupos. Dewey (1959) acreditava que tais habilidades eram cruciais para preparar os indivíduos para viver em uma sociedade democrática. Em uma sociedade baseada no conhecimento, a aprendizagem contínua é essencial, ocorrendo em um ambiente colaborativo. Dessa forma, os alunos trabalham em conjunto com seus colegas, participam ativamente e interagem, compartilhando a responsabilidade pelo desempenho do grupo. Eles contribuem para a aprendizagem dos outros enquanto desenvolvem habilidades interpessoais e assumem a responsabilidade pela realização das tarefas.

Durante a década de 1960, nos Estados Unidos, um movimento liderado por Joseph Schwab propôs uma reforma no ensino de ciências devido às críticas de educadores e cientistas de que o ensino das disciplinas científicas estava perdendo sua rigidez acadêmica. A proposta de Schwab tinha como objetivo permitir que os estudantes obtivessem uma compreensão completa dos conteúdos e processos científicos através da metodologia de investigação (Deboer, 2006).

Desde a segunda metade do século XX até os dias atuais, a literatura acadêmica apresentou diversas abordagens para orientar as práticas de ensino na perspectiva investigativa. Em 2000, o Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos delineou as características que devem predominar nas atividades de ensino para serem consideradas como investigativas. Conforme destacado nesse

documento, essas atividades envolvem o engajamento dos aprendizes em questões cientificamente orientadas, a priorização de evidências para responder a questionamentos, a formulação de explicações baseadas nas evidências, a conexão das explicações com o conhecimento científico estabelecido e a comunicação das explicações elaboradas pelos estudantes (Bybee, 2006).

A partir do surgimento do ensino por investigação no século XIX até os dias atuais, essa abordagem educacional está intimamente ligada à educação científica, com o objetivo de proporcionar aos estudantes não apenas a compreensão de conceitos, mas também a familiarização com os processos envolvidos na prática científica. Zômpero e Laburú (2011) enfatizam que o ensino por investigação impulsiona o aprimoramento das atividades cognitivas, originadas a partir da formulação de hipóteses, registro de notas, observações, coleta e análise de dados, culminando no desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Diante disso, o ensino por investigação (EI) caracteriza-se como uma abordagem que promove uma aprendizagem mais significativa, uma vez que os alunos estão envolvidos ativamente no processo de construção do conhecimento nas quais desenvolvem habilidades de pensamento crítico, de resolução de problemas, de tomada de decisão e de trabalho em equipe. Além disso, estimula a curiosidade, a criatividade e o interesse pela aprendizagem, tornando-a mais engajadora e motivadora para os alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta que o processo de investigação deve ser reconhecido como um componente central na educação dos estudantes, cujo desenvolvimento deve estar conectado às atividades didáticas planejadas durante todo o percurso da educação básica, de forma a permitir aos alunos revisar de maneira reflexiva seus conhecimentos e compreensão sobre o mundo em que estão inseridos (Brasil, 2018).

Além disso, o EI por investigação, como metodologia de ensino, contribui para uma aprendizagem cognitiva. Dentre os diversos conceitos de aprendizagem, a aprendizagem significativa de David Ausubel pode ser propiciada pelo EI e os princípios da gamificação.

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL

Um dos conceitos centrais de aprendizagem é a aprendizagem significativa, proposto por David Ausubel, que enfatiza a importância de relacionar novos conhecimentos com os que os alunos já possuem. Ao integrar o EI com os princípios da gamificação, é possível criar um ambiente que não apenas motiva, mas também facilita essa conexão

Conforme mencionado anteriormente, o professor é o principal mediador e responsável por estimular o aprendizado através de problemas reais ou desafios propostos, para que os alunos assumam um papel ativo na construção do conhecimento. A Teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta pelo teórico educacional David Paul Ausubel (1918-2008) em 1963, na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, que segundo ele, quando um professor introduz um tópico conectando-o à realidade do aluno, o processo de construção do conhecimento se torna mais eficaz.

De acordo com Ausubel (1968, p. 78-80), o educador deve manter em mente que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”. Além disso, de acordo com a teoria ausubeliana, o conhecimento prévio desempenha um papel fundamental na aprendizagem significativa, que envolve um processo em que novas informações se relacionam com aspectos relevantes da estrutura de conhecimento do indivíduo.

A aquisição e a elaboração de novos conhecimentos requerem a ancoragem em conhecimentos pré-existentes, que podem ser representados por símbolos, conceitos ou modelos mentais. Ausubel chamou esse processo de subsunção ou ideia-âncora (Moreira 1999; Masini; Moreira, 2017). Segundo Zompero e Laburú (2010, p. 14), “o subsunção reflete uma relação de subordinação do novo material relativamente à estrutura cognitiva pré-existente”, destacando a importância do conhecimento prévio para a aprendizagem. Isso ocorre porque o conhecimento já existente e a aquisição de novos conhecimentos passam a ter um significado diferenciado para o aluno.

A aprendizagem significativa se manifesta quando uma nova ideia se conecta aos conhecimentos prévios do aluno em uma situação relevante, apresentada pelo

professor. Durante esse processo, o estudante expande e atualiza suas informações anteriores, atribuindo novos significados aos seus conhecimentos.

Para alcançar uma aprendizagem significativa é essencial que o conteúdo tenha relevância na vida do estudante. Isso visa cultivar um interesse mais profundo pelo conhecimento, estimulando o estudante a buscar continuamente novas informações. Para atingir essa meta, o professor deve constantemente aprimorar suas abordagens pedagógicas (Ausubel, 2003). Por meio de atividades investigativas gamificadas, os alunos são incentivados a explorar, questionar e aplicar conceitos de forma prática, tornando a experiência mais significativa.

Desse modo, os conhecimentos prévios e a construção de significados dependem das interações sociais. Assim, um tema se torna relevante para o estudante quando sua abordagem não é desprovida de significado social, mas sim quando suas características socioculturais são mantidas. Durante a aula, é essencial ouvir ativamente e promover a troca de ideias entre os estudantes, o que permite identificar os diferentes significados atribuídos ao tema.

Sendo assim, a aprendizagem significativa e o ensino por investigação estão estritamente ligados, pois promovem a construção ativa do conhecimento pelo estudante. O EI é capaz de incentivar a exploração de questões, formulação de hipóteses e a busca por respostas, desenvolvendo habilidades críticas e investigativas. Assim, novos conhecimentos são conectados aos saberes prévios e passa a ser construído de forma ativa. Aliado a isso, tem-se a gamificação como uma metodologia ativa capaz de aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes, contribuindo para um aprendizado mais profundo e duradouro.

2.5 GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO

A gamificação teve suas origens no início do século XX, quando em 1912, uma marca americana de biscoitos passou a incluir brinquedos surpresa em suas embalagens, incentivando crianças a adquirir os biscoitos em busca das "recompensas" (Alves, 2015). No entanto, foi no século XXI que a gamificação ganhou destaque significativo. A ideia de incorporar elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos remonta à década de 1970, mesmo antes da cunhagem do termo "gamificação". Nessa época, algumas empresas começaram a

implementar sistemas de recompensas e competições internas como forma de motivar funcionários e melhorar o desempenho.

Entretanto, a gamificação tal como a conhecemos hoje começou a ganhar impulso no início dos anos 2000, com o avanço da tecnologia digital e das redes sociais. Nesse período, empresas e aplicativos começaram a integrar elementos de jogos, como conquistas, pontos e rankings, para engajar e manter os usuários envolvidos. Foi em 2002 que o termo "gamificação" foi cunhado por Nick Pelling.

Em 2007, a Bunchball desempenhou um papel significativo na história da gamificação, ao ser uma das primeiras empresas a se especializar na criação de soluções de gamificação voltadas para empresas e organizações. Fundada em 2005 por Rajat Paharia, a empresa se destacou como pioneira no campo da gamificação corporativa. Desenvolvendo a plataforma Nitro, a Bunchball possibilitou que as empresas incorporassem elementos de jogos, como pontos, recompensas e desafios, em seus aplicativos e websites, visando motivar tanto os funcionários quanto os clientes (Alves, 2015).

Em 2010, Jane McGonigal tornou a gamificação mais popular, especialmente ao empregar elementos de jogos para enfrentar desafios do mundo real e questões sociais. Como designer de jogos, ela tem aplicado conceitos de jogos em diversas áreas. McGonigal é reconhecida por sua crença no poder dos jogos para aprimorar a vida das pessoas e para transformar a sociedade. Um de seus projetos mais proeminentes foi o jogo "World Without Oil". Este jogo online envolveu os jogadores na simulação de um mundo sem petróleo e incentivou a busca por soluções para os problemas relacionados à energia. Esse projeto destacou o potencial dos jogos para lidar com questões sérias e envolver as pessoas em ações significativas.

A gamificação se disseminou rapidamente por diversas áreas, abrangendo desde educação até saúde, marketing e negócios. Empresas como Foursquare e Nike foram pioneiras na incorporação de elementos de jogos para aumentar o envolvimento dos clientes. Além disso, a gamificação foi adotada na educação para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e motivador. Ela desempenha um papel importante na motivação e no engajamento em diversas áreas e tem um futuro promissor à medida que a tecnologia continua a avançar, inclusive como metodologia ativa de ensino.

Segundo Busarello (2016), a gamificação utiliza elementos dos jogos para serem aplicados em diferentes contextos, produtos e serviços, mesmo que não sejam originalmente relacionados a jogos, com o propósito de impulsionar a motivação e incentivar o comportamento das pessoas. Essa abordagem de integração de componentes de gamificação pode ocorrer tanto em conjunto com recursos digitais quanto de maneira independente. Especialistas têm apresentado essa estratégia tanto ao ambiente corporativo quanto ao educacional, como uma opção de implementação simples, que traz resultados benéficos no âmbito da motivação (Alves, 2015; Eugenio, 2020).

Na atual era tecnológica em que vivemos, existe um amplo debate sobre a relevância de incorporar tecnologias no ambiente escolar. A inclusão de jogos e estratégias gamificadas ganha destaque, pois visa motivar e envolver os alunos, conectando seus interesses com o processo de aprendizado. Busarello (2016), afirma que a gamificação oferece diferentes caminhos para o acesso ao conhecimento e adapta o conteúdo de domínios específicos para diferentes perfis de indivíduos, apresentando estratégias distintas para que o sujeito possa aprender.

A gamificação surge como uma oportunidade para estabelecer uma conexão entre a escola e o mundo dos jovens, com foco na aprendizagem, por meio de estratégias como sistemas de classificação e concessão de recompensas. No entanto, em vez de se concentrar nos resultados convencionais, como notas, por exemplo, esses elementos são utilizados em harmonia com os princípios dos jogos, visando criar experiências que engajem emocional e cognitivamente os alunos. (Alves *et. al*, 2014).

Alves (2015) descreve que os jogos se estruturam em três elementos fundamentais, a saber: dinâmica, mecânica e componentes. Ao utilizar esses elementos de maneira equilibrada, é possível garantir uma experiência genuinamente gamificada, capaz de estimular as motivações intrínsecas e extrínsecas dos participantes, alcançando assim os objetivos propostos. O Quadro 1 apresenta alguns dos principais elementos desses três pilares da gamificação.

Quadro 1: Elementos dos pilares da gamificação

Dinâmicas	Constrições ou restrições	Restringem o alcance do objetivo de forma rápida, por exemplo, precisa acumular recursos ou ter que esperar um tempo para desbloquear o próximo nível.
	Emoções	Capacidade de provocar alegria, tristeza, curiosidade, pertencimento, entre outros.
	<i>Storytelling</i>	Uma história com personagens, que possa interligar ao motivo pelo qual estão fazendo as missões com a realidade.
	Progressão	Oferecer possibilidades para que o participante perceba que está evoluindo conforme cumpre as atividades propostas e que isso seja um motivo para ele prosseguir.
	Relacionamento	Interação entre os participantes: equipes e oponentes.
Mecânicas	Desafios	Objetivos para os participantes cumprirem (missões).
	Sorte	Sensação de que o participante dependeu da sorte, por exemplo sorteios de missões.
	Cooperação e competição	Promovem o relacionamento seja em ajudar a construir junto ou a vontade de ganhar do outro.
	Feedback	Permitir que o participante acompanhe seu progresso, quantos pontos tem, quais missões já fez e o que falta cumprir.
	Aquisição de recursos	Necessidade de acumular algo para atingir uma recompensa ou acesso a algo dentro do jogo.
	Recompensas	Conquistas por cumprir determinada ação.
	Turnos	Jogadas alternadas, um time ou um jogador por vez, enquanto o outro espera.
	Estados de vitórias	Desafios menores dentro do desafio maior, possibilitando que todos os jogadores possam ganhar algo.
Componentes	Avatares	Representação do jogador no ambiente de jogo.
	Coleções	Necessidade de colecionar coisas ao longo do jogo para atingir um objetivo.
	Desbloqueio de conteúdos	Precisar fazer algo para poder ir para a próxima etapa.
	Doar	Estímulo ao altruísmo, faz com que o jogador queira permanecer jogando.
	Níveis	Diferentes graus de dificuldade.
	Pontos	Ações valem pontos que vão sendo acumulados.
	Investigação ou exploração	Pesquisar ou encontrar para atingir o objetivo.
Placar	Exposição dos pontos e ranqueamento dos jogadores fortalecendo o <i>feedback</i> e o status social.	

Fonte: Alves (2015)

A principal inovação ao empregar a gamificação na educação é a introdução de um elemento de motivação no ambiente escolar. Isso possibilita que os alunos experimentem prazer ao participar ativamente na construção do próprio conhecimento. Conforme destacado por Eugênio (2020), se o objetivo é genuinamente despertar o interesse dos estudantes pelas aulas, oferecer-lhes autonomia e oportunidade de serem protagonistas, é necessário buscar inspiração na cultura popular na qual os jogos estão imersos.

Nesse contexto, o estilo *Escape Room* na gamificação é uma abordagem que incorpora elementos dos populares jogos de escape físico para criar experiências

educacionais envolventes e interativas. O sucesso dos jogos de fuga no início dos anos 2000 é amplamente reconhecido, nos quais os jogadores enfrentavam desafios para escapar de salas confinadas. No entanto, foi apenas em 2004 que o empresário japonês Toshimitsu Takagi desenvolveu a primeira experiência de *Escape Room*. Em 2007, a empresa japonesa SCRAP deu um passo ousado ao transformar esse conceito de jogo digital em uma experiência real, inaugurando as famosas salas de escape que se espalharam por mais de 280 cidades em cerca de 50 países. No Brasil, a primeira sala de escape foi inaugurada apenas em 2015 (Fernandes, 2018).

O *Escape Room* propicia o desenvolvimento de habilidades lógicas e de raciocínio, pois, uma vez estabelecida a narrativa, os desafios existentes são projetados para abordar questões dentro dessa perspectiva. Além disso, é um jogo dinâmico que permite a participação de pessoas de todas as idades e, principalmente, dá voz aos participantes, que podem contribuir com ideias, sentimentos e conhecimentos para os novos participantes ou futuras construções (Murray, 2015).

Quanto mais próximas as situações apresentadas no *Escape Room* estiverem da realidade vivida pelo aluno, maior será a probabilidade de desenvolvimento de habilidades como criatividade, flexibilidade, liderança e disposição para assumir riscos. Dessa maneira, todo o processo é mediado, seja pelos recursos disponibilizados no jogo, seja pelo professor responsável pela construção e aplicação dele.

Segundo Berzosa (2018) os participantes do *Escape Room* podem desenvolver competências cognitivas em tempo real, como lógica, memorização, atenção, pensamento dedutivo, criatividade, resolução de problemas, gestão de tempo e recursos. Além disso, ressalta o desenvolvimento de competências sociais, como cooperação e liderança, e competências psicológicas, incluindo expressão de emoções, gestão de sentimentos associados a vitórias ou derrotas e autoconhecimento. O jogo também promove atividades de ajuda mútua, proporcionando benefícios aos alunos e auxiliando os professores na percepção individual e coletiva da turma, na observação de comportamentos e na adoção de outras metodologias de ensino. Além disso, estimula o surgimento de professores pesquisadores, pois a pesquisa é vivenciada desde a elaboração do jogo até a

análise dos resultados, sendo uma ferramenta tanto de diagnóstico quanto de avaliação e intervenção (Carolei *et al.*, 2018).

2.6 APROXIMAÇÕES ENTRE A GAMIFICAÇÃO E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A gamificação e o ensino por investigação apresentam abordagens educacionais que compartilham semelhanças significativas. Ambas enfatizam o engajamento ativo dos alunos em seu próprio aprendizado, promovendo a participação ativa em desafios e atividades interativas.

Para integrar as duas abordagens, Zocche e Souza (2023) sugerem a utilização de elementos de dinâmicas de jogos nas fases de contextualização, investigação e conclusão. As mecânicas de jogos podem ser aplicadas especificamente nas etapas de investigação e conclusão, enquanto os componentes de jogos podem ser atribuídos nessas mesmas fases. Essa estratégia visa enriquecer o processo de aprendizagem, tornando-o mais interativo e envolvente.

Os mesmos autores ainda afirmam que a integração dos fundamentos do ensino por investigação, como contextualização, problematização, investigação e conclusão, juntamente com os elementos de jogos, proporciona aos estudantes as condições ideais para promover o protagonismo e o desenvolvimento da alfabetização científica.

Outros estudos, como os de Pantoja, Silva e Montenegro (2022), Oliveira *et al.* (2021) e Queiroz (2023), demonstram que a aplicação da gamificação no ensino de Biologia tem sido altamente benéfica. Essa abordagem tem facilitado a abordagem dos conteúdos, conferindo-lhes um caráter investigativo e promovendo maior engajamento e contextualização dos temas biológicos.

Diante disso, integrar elementos de gamificação ao ensino por investigação pode potencializar ainda mais a motivação dos alunos e o interesse pela descoberta, criando experiências educacionais mais imersivas e significativas.

2.7 BIOTECNOLOGIA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

A biotecnologia é um processo tecnológico que emprega material biológico para desenvolver ou melhorar um produto ou serviço. Esta área multidisciplinar

abrange campos como Engenharia, Química e Biologia, subdividindo-se em Engenharia Bioquímica, Química Industrial e Biologia Molecular.

Embora o termo "biotecnologia" tenha sido cunhado por Karl Ereky em 1919, sua conceituação é mais antiga do que geralmente se presume. Isso se deve ao fato de que o conhecimento relacionado à biotecnologia está em constante evolução, à medida que a humanidade amplia sua compreensão sobre os organismos em geral. Os avanços tecnológicos têm ocorrido de maneira acelerada, dificultando a definição precisa de uma disciplina que progride na mesma velocidade (Pelizzari *et al.*, 2022).

A biotecnologia desempenha um papel crucial em diversos avanços tecnológicos. Durante a década de 1970, a inovação tecnológica floresceu, dando origem a um novo paradigma baseado na tecnologia da informação. Esse período foi caracterizado pela cultura da liberdade, pela inovação individual e pela iniciativa empreendedora, impulsionada por uma nova forma de aprendizagem fundamentada na tecnologia. A história da biotecnologia é complexa e multifacetada, interligando-se com outras disciplinas e evoluindo rapidamente. Em sua essência, a biotecnologia envolve a utilização de micro-organismos para produzir resultados de interesse social (Pelizzari *et al.*, 2022).

Em termos cronológicos, a biotecnologia pode ser distinguida em duas categorias: clássica e moderna. A biotecnologia clássica envolve a utilização de micro-organismos vivos para aprimorar produtos. Gusmão *et al.* (2017) destacam a prática da fermentação, que remonta aos sumérios e babilônios antes de 6000 a.C., responsáveis pela produção de bebidas alcoólicas e pães por meio desse processo. Os autores observam que essas técnicas de fermentação permaneceram amplamente desconhecidas até o século XVII, quando as pesquisas de Anton van Leeuwenhoek lançaram luz sobre esses processos microbianos. Em essência, a biotecnologia clássica visa melhorar a qualidade de produtos já existentes.

Posteriormente, com o estudo aprofundado da síntese química do DNA realizado por Kornberg em 1967, o mundo se deu conta de que era viável criar organismos vivos com novas características e estruturas, de forma sintética, que não existiam previamente na natureza. Gusmão *et al.* (2017) mencionam o exemplo da produção industrial de insulina humana para tratamento de diabetes, substituindo a insulina bovina utilizada anteriormente. Esse marco marca o advento da biotecnologia moderna.

Nesse contexto, os novos métodos biotecnológicos alteraram a abordagem da pesquisa e os meios de aplicação em diversas áreas. Segundo Freire (2014), a descoberta da biotecnologia é caracterizada como uma "revolução científica" que permeia diversos campos. Em setores como agricultura, pecuária e indústria, surgiram técnicas para desenvolvimento de vacinas, hormônios, enzimas, medicamentos, entre outros. Na área da farmacologia, por exemplo, diversos medicamentos cruciais para a saúde, como antibióticos, são produzidos a partir de processos biotecnológicos.

Além disso, as aplicações da biotecnologia abrangem diversas áreas, contribuindo de maneira significativa para diversos aspectos sociais. Suas abordagens científicas têm moldado o curso do desenvolvimento humano. Klasener (2017) destaca a diversidade da área e a necessidade contínua de definições mais claras sobre o assunto. Em relação à produção científica em biotecnologia, é ressaltada a baixa representatividade de pesquisadores brasileiros nesse campo em comparação com países desenvolvidos. Essa disparidade pode ser atribuída à falta de apoio governamental e incentivo à educação e pesquisa. Observa-se que a biotecnologia ainda é pouco explorada tanto nas universidades quanto no ensino básico.

Freire (2014) aponta a heterogeneidade da área da biotecnologia moderna e ressaltar a necessidade contínua de definições mais precisas sobre o assunto. Atualmente, a biotecnologia é uma atividade de grande relevância econômica para o Brasil. No entanto, a falta de definições mais claras sobre essa ciência está relacionada à sua sub-representação nas salas de aula, desde o ensino básico.

Diante do exposto, ensinar sobre biotecnologia é essencial para preparar os estudantes para um mundo cada vez mais voltado para a ciência e a tecnologia, permitindo compreender, analisar criticamente e contribuir com os desenvolvimentos nessa área em constante expansão.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca em seus documentos que o ensino de biotecnologia busca solucionar problemas individuais e coletivos impulsionando a um olhar diferente sobre o mundo (BRASIL, 2018). Desse modo, é grande a necessidade da difusão do conhecimento biotecnológico no ambiente escolar, bem como a alfabetização científica de jovens, de forma que por meio da educação os estudantes sejam estimulados a contextualizar conteúdos curriculares

e científicos com situações cotidianas, e assim sincronizados ao desenvolvimento científico da sociedade, sejam capazes de refletir acerca de questões sociais consequentes ao avanço tecnológico (Dos Santos *et al.*, 2015).

Para Pelizzari *et al.* (2022) o ensino da biotecnologia está alinhado com as principais tendências educacionais que se relacionam com os novos paradigmas de ensino. Apesar de não serem exatamente "novas", essas tendências ainda estão em desenvolvimento, especialmente no que diz respeito à renovação das práticas de ensino e à melhoria da relação entre os processos de ensino e aprendizagem. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao adquirir esse conhecimento, o estudante poderá entender os impactos dessa área no bem-estar das pessoas, bem como as mudanças sociais resultantes de sua aplicação em diversas áreas do conhecimento científico.

Desse modo, o papel do professor no ensino da biotecnologia é de extrema importância para garantir uma compreensão abrangente e significativa dessa área. Além de transmitir os conceitos fundamentais da biotecnologia, o professor deve atuar como um facilitador do aprendizado, promovendo um ambiente de sala de aula estimulante e participativo. Isso inclui o estímulo à curiosidade dos alunos, o incentivo ao pensamento crítico e a promoção de discussões éticas sobre as aplicações da biotecnologia na sociedade, contribuindo para um aprendizado mais significativo e duradouro.

Um dos principais desafios enfrentados pelas escolas e professores é de integrar o conhecimento científico ao contexto social da vida cotidiana dos estudantes. Devido a constante evolução e complexidade desse campo, muitos professores apresentam dificuldades para manter-se atualizado com os assuntos relacionados à biotecnologia. Outro fator é a falta de recursos adequados, como laboratórios bem equipados e materiais didáticos atualizados, dificultando a realização de atividades práticas e experimentos que enriqueçam o aprendizado dos alunos.

Portanto, é fundamental priorizar o investimento na formação contínua dos professores, capacitando-os para adotar estratégias metodológicas ativas, interdisciplinares e contextualizadas no ensino de temas relacionados à biotecnologia, além de fornecer recursos adequados à prática pedagógica, a fim de

proporcionar uma educação de qualidade nesta área tão importante para a sociedade.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as potencialidades de uma gamificação com princípios do ensino por investigação para o ensino da biotecnologia da insulina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Levantar, na literatura, os princípios básicos da biotecnologia envolvida na produção de insulina ao longo dos tempos.
- B. Elaborar uma gamificação da biotecnologia da insulina com princípios do ensino investigativo na plataforma *Genially*.
- C. Avaliar o impacto da gamificação com o EI na compreensão dos processos biotecnológicos relacionados à produção de insulina para o desenvolvimento das competências e habilidades dos estudantes segundo a BNCC em uma aprendizagem significativa.

4 METODOLOGIA

A pesquisa teve caráter misto (quali-quantitativa). Segundo Minayo (2009) há uma relação fértil e frutuosa entre abordagens quantitativas e qualitativas e que devem ser vistas em oposição complementar. Em educação especificamente, a pesquisa quali-quantitativa possibilita descrever os fenômenos observados pelo pesquisador assim como fundamentar essas visões por meio de evidências. Ela foi realizada através de intervenção em sala de aula, na qual abrange uma abordagem metodológica que combina elementos da pesquisa quali-quantitativa e da pesquisa de intervenção para melhorar e aprimorar o ambiente e o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem metodológica permitiu uma compreensão profunda das questões em sala de aula e ajudou a desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e adaptadas às necessidades dos alunos, contribuindo para a melhoria contínua do processo educacional.

Quanto aos procedimentos utilizados, em um primeiro momento realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a Biotecnologia da Insulina, a aprendizagem significativa e as aproximações entre o ensino por investigação e a gamificação. Para Pizzani *et al.* (2012, p. 54), a pesquisa bibliográfica pode ser entendida como “[...] a revisão de literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico” e o levantamento bibliográfico pode ser realizado “[...] em livros, periódicos, artigos de jornais, sites da Internet entre outras fontes”, na qual o pesquisador é colocado em contato direto com toda a produção escrita sobre a temática que está sendo estudada.

Num segundo momento, optou-se pela pesquisa participante que pode ser implementada em diversas áreas, incluindo ensino, serviços comunitários, saúde, educação popular e empoderamento de grupos marginalizados, entre outras. Não há um modelo ou metodologia científica única que seja comum a todas as abordagens da pesquisa participante, o que demonstra sua variedade de abordagens e aplicações. Brandão e Borges (2008) afirmam que a pesquisa participante tem como estrutura os seguintes pontos: deve contemplar “a realidade concreta da vida cotidiana dos próprios participantes individuais e coletivos do processo, em suas diferentes dimensões e interações” (p. 54); e deve contextualizar em sua dimensão histórica as estruturas, os processos, as organizações e os sujeitos sociais, convertendo a visão de sujeito-objeto em uma relação do tipo sujeito-sujeito. Sendo

assim, a aplicação deste tipo de pesquisa ofereceu uma abordagem dinâmica e envolvente para o ensino e a aprendizagem do tema proposto, promovendo uma educação mais inclusiva, participativa e centrada no estudante

Os instrumentos de coleta de dados foram os questionários inicial e final. O questionário, segundo Gil (1999, p.128), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.” Esse método possibilita que todas as questões sejam apresentadas de forma consistente, promovendo a uniformidade nos dados coletados. Além disso, pode ser utilizado em diferentes tipos de pesquisa e públicos-alvo, garantindo uma abordagem versátil na coleta de informações.

A proposta foi desenvolvida e aplicada para onze alunos com faixa etária entre 15 e 17 anos, de uma turma do 2º ano do Novo Ensino Médio do Colégio Estadual Bandeirantes localizado no município de Campina Grande do Sul/PR, que cursam o Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Conforme previsto no cronograma, o projeto de trabalho de conclusão de mestrado (TCM) foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Paraná (CEP/CHS) no mês de novembro de 2023 e teve sua aprovação no mês de fevereiro de 2024, sob o parecer de número 6.666.456 e CAEE 75740023.5.0000.0214 (Anexo 1). Além disso, também houve aprovação pelo Núcleo Regional de Educação da Área Metropolitana Norte (NRE-AMN). Os alunos participantes dessa pesquisa já receberam o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e, também, levaram para seus responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ambos já foram assinados e devolvidos para a pesquisadora (Anexos 2 e 3).

As atividades foram organizadas em três etapas: a primeira foi a construção da gamificação, seguida pela coleta de dados antes da aplicação da gamificação. Em seguida, na segunda etapa, houve a implementação prática da gamificação com base nos princípios da EI e a correspondente coleta de dados. Por fim, a última etapa envolveu a análise dos resultados, com foco em identificar melhorias para o jogo "INSUQUEST: A Jornada da Descoberta", considerando as perspectivas dos estudantes.

Assim, inicialmente, houve a aplicação de um questionário investigativo com o intuito de averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema. O questionário foi composto de questões fechadas e abertas (Apêndice 1).

Na sequência, ocorreu a aplicação prática da gamificação para os estudantes através de *smartphones* e computadores com acesso à internet. A gamificação foi desenvolvida na plataforma *Genially*, utilizando princípios do EI e incluiu a contextualização teórica sobre a biotecnologia da insulina e sua história através dos elementos dos jogos propostos por Alves (2015) e Busarello (2016).

O *Genially* (<https://genial.ly/es>) é uma plataforma online e gratuita que permite a criação de conteúdos interativos e visuais, como apresentações, infográficos, jogos, quizzes e materiais educacionais dinâmicos e que pode ser acessada através de *smartphones*, notebooks, tablets e outros equipamentos eletrônicos que tenham acesso à internet. Essa ferramenta é amplamente utilizada na educação, no marketing e na comunicação corporativa. Seu diferencial está na interatividade, possibilitando a criação de experiências multimídia sem a necessidade de conhecimentos avançados em design ou programação. Para acessá-la é necessário criar uma conta ou iniciar uma sessão por meio do *Google* ou outras redes sociais.

A plataforma disponibiliza uma comunidade com diversos modelos de templates para a criação de jogos, que podem ser construídos a partir de uma tela em branco ou até mesmo reutilizado através de uma produção já existente. Dessa forma, a criação dessa gamificação foi baseada em um modelo já existente na plataforma, que contou com alterações no layout e nas interações, a fim de atingir os objetivos propostos.

Buscou-se com essa proposta propiciar ao aluno a aprendizagem significativa, bem como a problematização, levantamento de hipóteses, pesquisas, colaboração e construção do conhecimento.

Por fim, aconteceu a coleta de dados após a aplicação da gamificação através de observações e registros de desempenho dos estudantes na atividade gamificada e aplicação de um questionário com questões abertas e fechadas (Apêndice 2).

Os dados coletados foram tratados e analisados quali-quantitativamente e os resultados apresentados a partir de uma análise comparativa com tabelas e gráficos, mostrando as potencialidades da gamificação com os princípios do EI.

Segundo Fachin (2001), o método comparativo é definido como a investigação de fatos ou fenômenos com base em suas semelhanças e diferenças. Essa abordagem permite a análise de dados concretos, possibilitando a identificação de elementos constantes, abstratos e gerais, bem como a dedução de suas similaridades e divergências, favorecendo investigações de natureza indireta. Sendo assim, o objetivo do método comparativo é usar a comparação – através das semelhanças ou das diferenças – para chegar em novos conhecimentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, será detalhada a experiência da elaboração e aplicação da gamificação. A análise e discussão dos dados foram feitas com base nos questionários aplicados antes e depois da intervenção. A partir desses dados, foi possível averiguar os aspectos relacionados ao ensino gamificado, bem como o conhecimento dos alunos sobre a biotecnologia da insulina.

Além disso, outros dados surgiram através da percepção da docente-pesquisadora sobre a aplicação da gamificação, tomando como ponto de partida as respostas dadas pelos alunos diante dos desafios propostos, da observação do engajamento e da motivação durante a realização das tarefas, como também, dos resultados do pós-teste respondido individualmente por cada um.

Sendo assim, a partir do levantamento de dados, foi possível organizar a análise da seguinte forma: (1) Construção da gamificação; (2) Questionário pré-aplicação da gamificação; (3) Aplicação da gamificação e (4) Questionário pós-aplicação da gamificação.

5.1 CONSTRUÇÃO DA GAMIFICAÇÃO

A plataforma *Genially* é uma ferramenta educacional online que permite a criação de conteúdos interativos e visuais de forma dinâmica e intuitiva. Com isso, a construção da gamificação, baseou-se nesses critérios.

Dessa forma, o jogo “INSUQUEST: A Jornada da Descoberta” foi desenvolvido nessa plataforma, após a realização da pesquisa bibliográfica sobre a Biotecnologia da Insulina (Figura 1). Com o objetivo de facilitar o aprendizado sobre o tema de forma lúdica e interativa, o jogo proporciona aos estudantes a expansão do conhecimento e a exploração de conceitos complexos de forma acessível e engajante, promovendo uma experiência de aprendizado ativa e dinâmica.

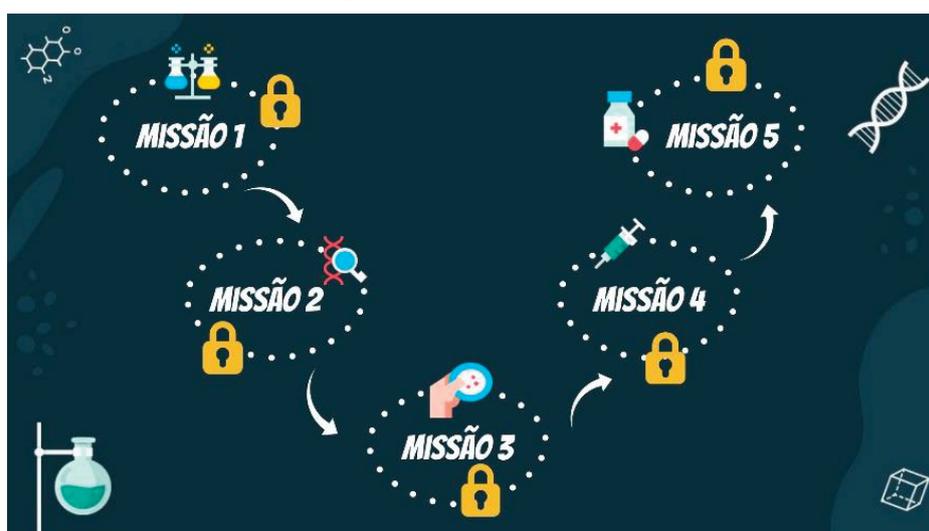
Figura 1: Ícone do jogo



Fonte: A autora (2024)

O jogo conta com cinco missões que serão desbloqueadas após o estudante cumprir com as atividades e desafios propostos, conforme a figura 2. Na missão 1, os jogadores começam como jovens cientistas recém-recrutados em um laboratório histórico e são introduzidos aos desafios iniciais para conhecer o pâncreas e suas funções. Para completar essa missão, há uma pergunta relacionada ao assunto em que os jogadores deverão respondê-la corretamente. (Figura 3)

Figura 2: Missões do jogo



Fonte: A autora (2024)

Figura 3: Missão 1: O pâncreas e suas funções.

Para iniciar nossa missão, observe a imagem ao lado que representa um órgão muito importante para o funcionamento do nosso organismo. Vamos conhecer um pouco mais?

O pâncreas é um órgão alongado, localizado atrás do estômago, na parte posterior do abdome. Apresenta o formato que lembra um cachimbo de ponta cabeça.

Esse órgão é responsável pela produção de substâncias a serem "despejadas" no intestino - o suco pancreático - quanto substâncias a serem "despejadas" na corrente sanguínea - os hormônios.

Clique na imagem para ampliar

A chamada parte endócrina do pâncreas é a que produz hormônios, sendo o mais famoso deles a insulina. Juntamente com outro hormônio pancreático, o glucagon, ela controla os níveis de glicose no sangue, mantendo-os em níveis adequados ao bom funcionamento do organismo.

Agora é com você!
Responda a pergunta para concluir a primeira missão!

VERDADEIRO
FALSO

Fonte: A autora (2024)

Na missão 2, os jogadores partem em uma jornada virtual pelo mundo em busca de ingredientes e conhecimentos sobre a história da criação da insulina pelos cientistas *Banting* e *Best* e descobrem a importância da colaboração e do trabalho em equipe. Após assistirem o vídeo, os jogadores terão como desafio responder uma pergunta também relacionada ao tema (Figura 4).

Figura 4: Missão 2: A história da criação da insulina.

Você já imaginou como foi a incrível descoberta da Insulina? Vamos conhecer essa história.

Depois de assistir, vá para a página seguinte e complete a segunda missão...

Agora que você já conhece a história da INSULINA, leia com atenção as opções abaixo e marque a resposta INCORRETA:

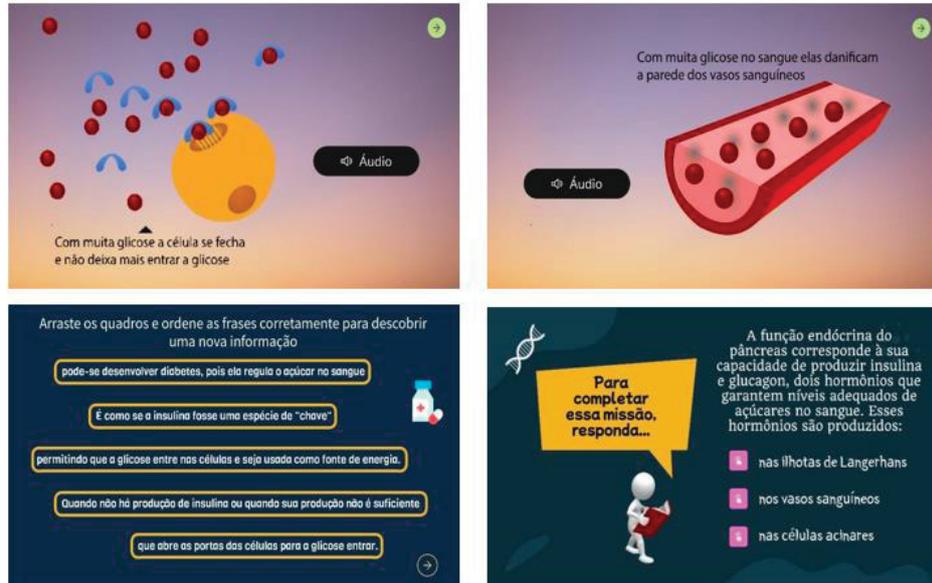
- ✓ Em 1921, o cirurgião canadense Frederick Banting (1891-1941) começou uma série de experiências, auxiliado pelo então estudante de medicina Charles Best (1899-1978).
- ✓ Os primeiros testes foram realizados com cães diabéticos. Aplicando extrato pancreático, houve redução na glicemia.
- ✓ A incrível descoberta não rendeu prêmios na época e, assim, as pesquisas foram interrompidas.

Fonte: A autora (2024)

Já na missão 3, os jogadores devem analisar e entender o papel do hormônio insulina no controle da diabetes através de imagens e áudios explicativos. O desafio

desta missão é ordenar corretamente uma frase e descobrir em que local do pâncreas a insulina é produzida (Figura 5).

Figura 5: Missão 3: A insulina no controle da diabetes.



Fonte: A autora (2024)

Na missão 4, os jogadores entram na fase de testes clínicos e são confrontados com dilemas éticos, decidindo como avançar e comunicar as descobertas ao mundo, através da história de Leonard Thompson. O objetivo é descobrir o nome do primeiro paciente que recebeu a insulina artificial (Figura 6).

Figura 6: Missão 4: A história de Leonard Thompson



Fonte: A autora (2024)

E, por fim, na missão 5 os jogadores compreendem o funcionamento da tecnologia do DNA recombinante e sua importância para a comunidade científica, através da leitura e de um vídeo explicativo. Como tarefa, os jogadores precisam identificar a técnica do DNA recombinante, na qual é utilizada para a produção da insulina (Figura 7).

Figura 7: Missão 5: A tecnologia do DNA recombinante.



Fonte: A autora (2024)

Ao longo das missões, foram inseridos elementos interativos como botões, vídeos, imagens, sons e questionários para que os jogadores participassem de forma ativa.

5.2 QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO

A aplicação das atividades propostas ocorreu em três aulas. Na primeira aula, os 11 (onze) estudantes da turma responderam um questionário com seis perguntas abertas e fechadas para averiguar o conhecimento prévio sobre a biotecnologia da insulina e a proposta da gamificação. O questionário foi disponibilizado via *Classroom* da turma.

Ao serem questionados se já ouviram falar a respeito da insulina, 81,8% dos estudantes afirmaram que já ouviram, mas não sabiam com certeza do que se tratava. Apenas 18,2% afirmaram que sabem exatamente o que é a insulina (Gráfico 1).

Gráfico 1: Conhecimento prévio sobre a insulina.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Em seguida, numa questão aberta, os estudantes relataram seus conhecimentos a respeito da insulina, resultando nas respostas abaixo:

E1: "Não sei muita coisa, mas acho que é algo que tem a ver com sangue."

E2: "Sei que insulina é usada para tratar diabetes."

E7: "Insulina é um hormônio que nosso corpo produz, e tem pessoas que têm muito ou quase nada de insulina, e nesses casos, têm que tomar um medicamento chamado insulina."

E9: "Sei que ela é algo que controla o açúcar no sangue."

E11: "É importante para equilibrar a glicose no sangue."

Logo após, 72,7% dos estudantes afirmaram que já ouviram falar a respeito da biotecnologia da insulina, enquanto 27,3% dos estudantes relataram que não (Gráfico 2). A maioria dos estudantes também afirmaram que a biotecnologia da insulina é importante para pessoas com diabetes, de acordo com as respostas a seguir:

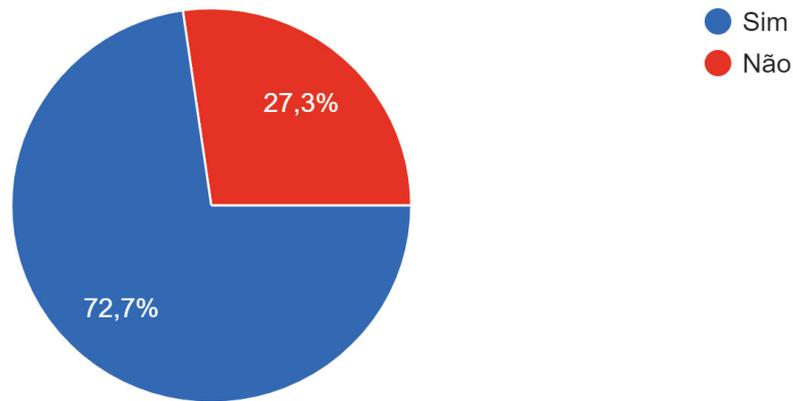
E5: "Sim! A biotecnologia ajuda na agilidade e aprimoramento dos procedimentos para esse tipo de situação."

E7: "Sim. Se não existisse, as pessoas que têm diabetes morreriam."

E8: "Sim. Para que, com o passar do tempo, encontrem métodos melhores para não terem que se furar tanto."

E11: "Sim, a fabricação da insulina salva vidas."

Gráfico 2: Conhecimento prévio sobre a biotecnologia da insulina.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Na sequência, os estudantes foram questionados se a biotecnologia da insulina pode ter um impacto positivo na sociedade e de que maneira isso pode ocorrer. Apenas um estudante relatou que não sabia. Já os demais, afirmaram que a insulina pode auxiliar a vida das pessoas. As respostas encontram-se abaixo:

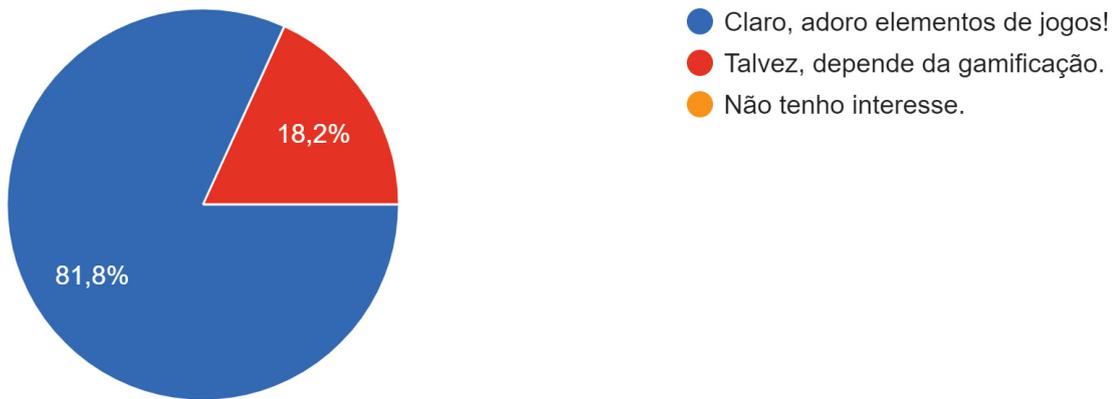
E6: "Sim, porque é muito importante regular o açúcar no sangue."

E7: "Sim. Pode ajudar as pessoas a terem uma vida melhor e a não morrerem. Graças à biotecnologia da insulina, as pessoas vivem normalmente."

E9: "Sim, trazendo benefícios às pessoas e melhorando a saúde delas."

Por fim, a última questão indagou os estudantes, se eles tivessem a oportunidade de aprender mais sobre como a biotecnologia é usada no desenvolvimento de tratamentos médicos, incluindo a insulina, participariam de atividades educacionais diferenciadas, como uma gamificação. Nenhum deles, afirmou que não teria interesse nessa metodologia. Já 81,8% dos estudantes relataram que aceitariam, já que adoram elementos de jogos e 18,2% afirmaram que talvez, pois dependeria da gamificação que seria aplicada, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3: Participação dos estudantes na proposta da gamificação.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

5.3 DESENVOLVIMENTO DA GAMIFICAÇÃO EM SALA DE AULA

O desenvolvimento da gamificação na sala de aula envolveu a incorporação de elementos de jogos em processos de ensino e aprendizagem buscando aumentar o engajamento e a motivação dos alunos. Após a aplicação do questionário, na aula seguinte, os estudantes da turma utilizaram os notebooks do colégio disponibilizados na biblioteca e participaram do jogo “INSUQUEST: A jornada da descoberta”, que teve duração de 50 (cinquenta) minutos, ou seja, uma aula. (Link do jogo: <https://view.genially.com/65d0ba3b4851f100138462a1>).

Essa metodologia foi implementada por meio de desafios, recompensas e competições saudáveis, estimulando a participação ativa dos estudantes. Durante o jogo, os estudantes demonstraram entusiasmo com a proposta e ficaram empolgados. Ao longo das missões, eles puderam conhecer a história da criação da insulina, sua relação com a saúde e com a biotecnologia de uma maneira dinâmica e interativa através do EI. Essa abordagem permitiu que os alunos explorassem o conteúdo de forma ativa, conectando o conhecimento científico à vida real e ao contexto histórico. Além disso, o uso de gamificação e EI promoveram maior engajamento o que favoreceu a aprendizagem, onde os estudantes não apenas absorveram informações, mas também desenvolveram habilidades de investigação, pensamento crítico e resolução de problemas, ampliando sua compreensão de forma profunda e envolvente.

Segundo Busarello (2016), a gamificação utiliza elementos dos jogos para envolver emocionalmente o indivíduo, criando um ambiente ideal para seu

engajamento. Dessa forma, ensinar biotecnologia com atividades envolvendo simulações de laboratório em formato de jogos, permite que os alunos experimentem conceitos de forma prática e lúdica. O uso das plataformas digitais utilizando atividades interativas, proporcionou *feedback* instantâneo e promoveu a autoavaliação. Todos os estudantes participaram ativamente da gamificação conforme demonstrado na figura 8.

Figura 8: Participação dos estudantes durante a aplicação da gamificação.



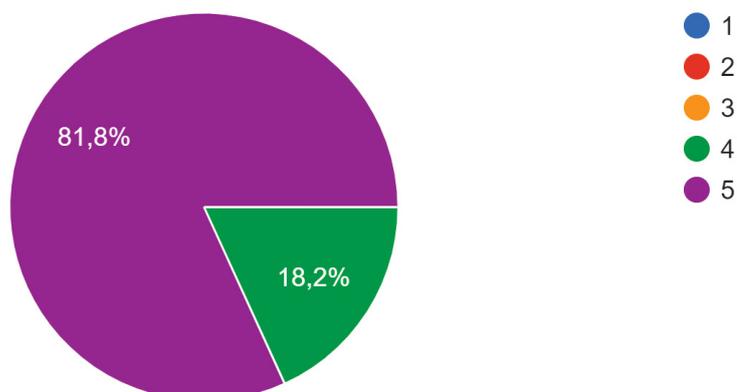
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

5.4 QUESTIONÁRIO PÓS-APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO

Na aula seguinte à gamificação, os estudantes responderam o questionário pós-aplicação, com o objetivo de analisar suas percepções e sugestões sobre o jogo. O questionário contou com 11 (onze) questões abertas e fechadas.

Na pergunta inicial, os estudantes classificaram a experiência da gamificação sobre a biotecnologia da insulina, em uma escala de 1 a 5, onde 1 era “Não gostei nada” e 5 era “Gostei muito”. Dentre as respostas, 81,8% dos estudantes classificaram a experiência na escala 5 e 18,2% optaram pela escala 4, conforme o gráfico 4. Sendo assim, percebeu-se que o jogo foi satisfatório para a maioria deles.

Gráfico 4: Avaliação da experiência da gamificação em uma escala de 1 a 5, onde 1 era “Não gostei nada” e 5 era “Gostei muito”.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Nesse sentido, pode-se evidenciar que o uso de metodologias ativas no ensino e na aprendizagem está previsto nos principais documentos educacionais do país e do estado do Paraná, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná e as Trilhas de Aprendizagem dos Itinerários Formativos, que promovem práticas pedagógicas modernas.

Em relação à BNCC, o documento enfatiza que o aprendizado de Ciências da Natureza está vinculado à capacidade do aluno de desenvolver o letramento científico, promovendo não apenas a compreensão do mundo, mas também a habilidade de transformá-lo (Brasil, 2018).

Ao analisar o documento da BNCC, observa-se que ele define competências a serem desenvolvidas e alcançadas pelos estudantes na área de Ciências da Natureza no Ensino Médio, sendo eles:

Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2018, p. 550).

Já o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná, afirma que do ponto de vista da educação científica, o ensino de Biologia como um componente

curricular da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, não deve estar pautado somente em “aprender ciências”, ou seja, privilegiando-se apenas conceitos e teorias, mas ao contrário, deve possibilitar também a compreensão de como esses conceitos e teorias construídos ao longo do tempo encaixam-se no “aprender sobre ciências”. Nesse sentido, se faz necessário que os estudantes possam “aprender a fazer ciências” quando as aulas são planejadas de modo a oferecer oportunidades para o envolvimento em práticas científicas e resoluções de problemas elaborados pelos próprios estudantes. (Paraná, 2021).

Além disso, o documento do estado sugere a utilização do Ensino de Ciências por Investigação, que tem como premissa básica, a elaboração de estratégias didáticas que visem a participação ativa dos estudantes, por meio da mediação do professor, alcançando objetivos de aprendizagem mediante um ciclo investigativo: observação, questão, hipóteses, exploração e experimentação, interpretação de dados e conclusão (Paraná, 2021).

Por fim, a Trilha de Aprendizagem de Biotecnologia destinada aos estudantes da 2ª série do Ensino Médio, tem como principal objetivo:

[...] apresentar a importância da Biotecnologia para o desenvolvimento da humanidade, o entendimento sobre as aplicações das técnicas e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade. A intenção é proporcionar aos estudantes a vivência da construção de conhecimentos científicos, a partir de uma sequência de etapas lógicas e ordenadas, por meio da observação de um fenômeno, tendo como premissas a tentativa e o erro. Assim, os estudantes compreenderão que dificuldades no processo são comuns e fazem parte do progresso científico (Paraná, 2023, p. 610).

Assim, o uso da gamificação de conteúdos, contribuiu para o desenvolvimento dessas competências, uma vez que o uso de tecnologias e os objetivos dos jogos tornam o aluno protagonista de seu aprendizado, permitindo que ele alcance muitas das competências propostas pelos documentos citados.

Quanto aos elementos interativos utilizados na gamificação, 81,8% dos estudantes afirmaram que a narrativa foi o elemento mais interessante (Gráfico 5). Além deste, também se destacaram as missões ou tarefas, os desafios, os efeitos sonoros e musicais, as pontuações, a competição, a colaboração, o feedback, os níveis e as recompensas. Para Vianna *et al.* (2013) a utilização de elementos da gamificação contribui para o despertar de emoções do sujeito através da vivência de uma experiência de forma intensificada. Dessa forma, nota-se que esses elementos proporcionam maior motivação e engajamento dos estudantes.

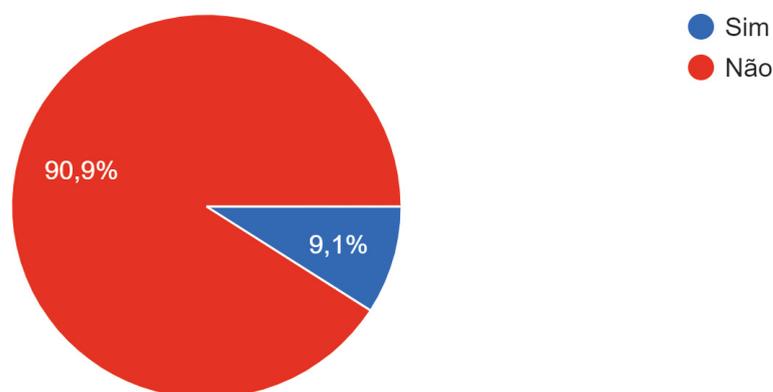
Gráfico 5: Elementos de jogos presentes na gamificação.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Ao serem questionados se houve algo em que não gostaram na gamificação, apenas um estudante (9,1%) afirmou que sim. Porém, na pergunta seguinte para relatar o que foi e por que, ele não especificou. Os outros 90,9% dos estudantes, afirmaram que não teve nada em que pudessem relatar de forma negativa em relação ao jogo, conforme demonstra o gráfico 6.

Gráfico 6: Relato sobre algo negativo na gamificação.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Na pergunta seguinte, os estudantes foram questionados se a gamificação ajudou a entender melhor a biotecnologia da insulina. As respostas encontram-se a seguir:

E2: "Sim, pois muitas notícias e informações que eu não sabia foram reveladas."

E4: "Sim. Os desafios são muito interativos e divertidos, eu aprendi muito e nem precisei me esforçar para aprender."

E5: "Sim, pois antes eu não entendia quase nada de insulina, e com esse jogo aprendi muito mais sobre de onde e quando ela surgiu."

E6: "Sim, pois me ajudou a aprofundar no assunto e as coisas ficaram mais claras."

E7: "Sim, porque ela ajuda a entender algumas coisas. É como um aprendizado que as pessoas podem compreender e se divertir ao mesmo tempo."

E9: "Sim, a gamificação mostrava nossos erros e nos explicava por que erramos, nos ajudando a melhorar em cada missão."

E10: "Sim, ajudou bastante, por conta das explicações, vídeos, áudios, muito bom."

E11: "Com certeza, pois foi uma forma de aprofundar mais nossos conhecimentos."

Nota-se que os estudantes relataram que a gamificação contribuiu de forma positiva para o aprendizado. Busarello (2016), afirma que a geração de conhecimento pode ser estimulante quando a atividade se torna divertida, assim como ocorre num jogo. Dessa forma, a gamificação pode transformar o processo de aprendizado em uma experiência mais envolvente e divertida. Jogos costumam incluir desafios e recompensas, o que ajuda a manter os estudantes motivados a avançar e alcançar metas.

Da mesma forma, evidencia-se aprendizagem significativa, conforme defendida por Ausubel (2003), assume uma perspectiva emancipadora, pois considera o desenvolvimento cognitivo e cultural do indivíduo, promovendo a compreensão dos fenômenos e ampliando uma visão mais crítica sobre a construção do conhecimento científico.

Na sequência, os estudantes afirmaram que a gamificação tornou o aprendizado mais envolvente do que uma abordagem de ensino tradicional. Os relatos encontram-se descritos abaixo:

E1: "Sim, por causa da prática de um jogo mais elaborado e dinâmico."

E4: "Sim, uma abordagem tradicional não tem tanta interação como a atividade que eu fiz."

E6: "Sim, o fato de ser um jogo faz a aula ficar mais interessante."

E10: "Sim, ficou mais envolvente por conta de ser em formato de jogo."

E11: "Sim, pois foi uma abordagem mais dinâmica."

No contexto da gamificação, pensar da maneira como se pensa nos jogos é um aspecto central. Esse atributo está relacionado à ideia de transformar uma tarefa tediosa ou repetitiva em uma atividade motivadora e envolvente (Busarello, 2016).

Os estudantes, em sua maioria, também afirmaram que a gamificação foi uma maneira de motivá-los a aprender mais sobre o assunto e continuar estudando sobre ele, conforme os relatos abaixo:

E1: "Sim, na forma como o assunto apareceu de várias formas ilustrativas, trazendo alegria e curiosidade."

E7: "Sim, porque às vezes algumas coisas chamam a atenção dos alunos, e é mais divertido."

E9: "Sim, pois me motivou a querer descobrir mais sobre o assunto, já que o jogo o tornou mais interessante."

E10: "Sim, porque em forma de jogo é melhor de aprender."

E11: "Sim, pois despertou curiosidade em mim."

Ainda de acordo com Busarello (2016), o uso de estratégias de gamificação, tem um grande potencial em processos educacionais onde encontram-se, com frequência, alunos desmotivados nas atividades de aprendizagem. Desse modo, essa metodologia estabelece diferentes caminhos para o acesso ao conhecimento e é capaz de adaptar o conteúdo de domínios específicos para diferentes perfis de indivíduos, apresentando distintos métodos para que o sujeito possa aprender.

Assim, enquanto alguns relatos focam nos benefícios estruturais da gamificação em comparação com métodos tradicionais, outros destacam sua capacidade de incentivar uma atitude mais positiva em relação ao aprendizado. Essa complementaridade demonstra o potencial da gamificação para atender tanto às necessidades pedagógicas quanto às motivações individuais dos estudantes.

No entanto, nota-se a escassez de trabalhos publicados sobre a gamificação no ensino da biotecnologia. Isso pode ser atribuído à natureza altamente técnica e complexa da biotecnologia, o que dificulta a adaptação de elementos de jogos para transmitir conceitos avançados de maneira eficaz.

O trabalho desenvolvido por Oliveira (2022) que utilizou a plataforma *Kahoot*, por exemplo, evidenciou que a gamificação despertou o interesse dos estudantes e favoreceu a motivação e o engajamento nas aulas de Biologia. Além disso,

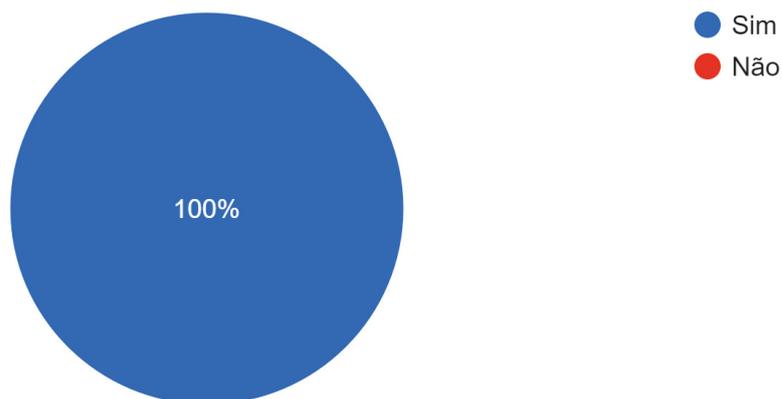
desenvolveu habilidades cognitivas na resolução de problemas, no raciocínio rápido, na objetividade e na rapidez para a tomada de decisão.

De Araújo Loiola e Ielpo Mourão (2021) elaboraram uma gamificação na plataforma *Wordwall* para o ensino de botânica e relataram que todos os estudantes participantes da pesquisa, afirmaram que o jogo tornou a aula mais atrativa e dinâmica.

Lima *et al.* (2019) argumentam que a gamificação, enquanto abordagem metodológica, promove uma mudança de atitude nos estudantes em relação ao seu aprendizado, incentivando-os cada vez mais em direção à ciência. Assim, a aplicação da gamificação pode trazer benefícios pedagógicos, uma vez que os métodos e elementos presentes nos jogos podem proporcionar aprendizados úteis em diversas áreas da vida. Esse processo ocorre de maneira eficiente e prazerosa, estimulando o engajamento e a motivação para a aquisição de novos conhecimentos (Ausani; Alves, 2020).

Conforme a questão seguinte, todos os estudantes afirmaram que a gamificação também foi uma forma de ajudá-los a lembrar dos conceitos relacionados à biotecnologia da insulina (gráfico 7).

Gráfico 7: A memorização dos conceitos da biotecnologia da insulina.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Ao serem indagados se após a experiência de gamificação, eles se sentiriam mais motivados a estudar sobre a biotecnologia e assuntos relacionados, apenas dois estudantes afirmaram que não, já que é uma área que não os interessa. Os demais fizeram os seguintes relatos:

E1: "Sim, principalmente por ser em forma de jogo e ter vários tipos de desafios."

E2: "Sim, pois nesta aula de gamificação eu vi que é bem mais lúdico do que uma aula normal em sala de aula."

E4: "Sim, a gamificação tornou o assunto mais divertido para pessoas da nossa idade."

E5: "Sim, pois a gamificação foi muito mais participativa."

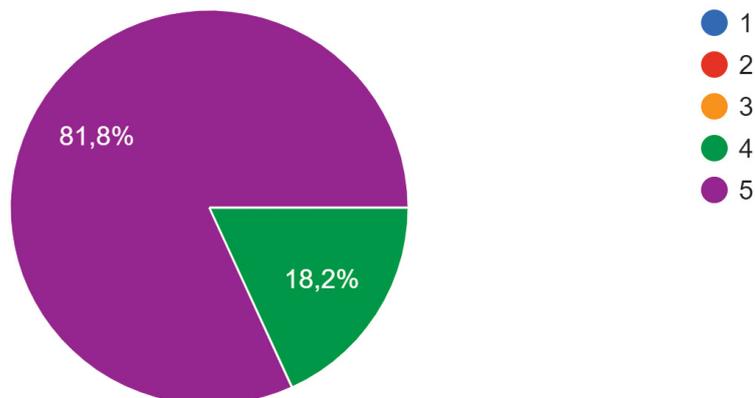
A análise comparativa dos resultados obtidos após a aplicação da gamificação evidenciam um impacto positivo tanto na compreensão quanto no engajamento dos estudantes com o tema da biotecnologia da insulina. Antes da aplicação, grande parte dos alunos possuía apenas uma noção superficial sobre insulina e biotecnologia, demonstrando curiosidade e disposição para aprender. Após a experiência gamificada, houve relatos consistentes sobre maior clareza nos conceitos e maior interesse pelo tema, destacando a eficácia da metodologia.

Na questão seguinte, os estudantes relataram que a gamificação também pode ser aplicada em outros conteúdos da Biologia. A maioria acabou citando exemplos específicos da biotecnologia, devido a relação com o jogo. Esse resultado evidencia a aceitação dos estudantes em relação à essa metodologia, assim como o interesse em continuar utilizando-a. Portanto, é possível inferir que a gamificação tem se mostrado vantajosa no processo de ensino e aprendizagem dos participantes.

Dados semelhantes foram encontrados por Pantoja *et. al* (2022) quando 71% da turma afirmou que recomendaria a gamificação como metodologia de ensino em outros momentos. Com base nesse resultado, reforça-se o potencial da gamificação para abordar diversos conteúdos da Biologia ou a áreas específicas dessa disciplina.

Por fim, 81,8% dos estudantes avaliaram que essa abordagem da gamificação é interessante para o aprendizado em geral, em uma escala de 1 a 5, onde 1 era "nada interessante" e 5 era "muito interessante" (Gráfico 8).

Gráfico 8: Avaliação para a abordagem da gamificação em uma escala de 1 a 5, onde 1 era “nada interessante” e 5 era “muito interessante”.



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Esse resultado se mostra coerente com as afirmações de Ausani e Alves (2020), que defendem que a gamificação pode trazer benefícios pedagógicos significativos. Eles destacam que os métodos e elementos utilizados nos jogos são capazes de promover aprendizagens úteis em diferentes áreas da vida de maneira eficiente e prazerosa, estimulando o engajamento e a motivação para a aquisição de novos conhecimentos.

Portanto, ao incorporar a gamificação com o EI, foi possível criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, onde os estudantes foram motivados a investigar, experimentar e aplicar conceitos de maneira divertida e interativa, facilitando a compreensão de temas complexos, como a biotecnologia. Nesse cenário, os conhecimentos prévios dos alunos se tornaram evidentes, o que possibilitou acompanhar o desenvolvimento desses indivíduos ao longo da investigação, promovendo uma aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (1982), essa aprendizagem ocorre quando novos conhecimentos são conectados aos saberes já existentes do indivíduo, ampliando e integrando essas informações para promover a construção desse aprendizado.

Como sugestão ou comentário sobre a gamificação da biotecnologia da insulina aplicada com turma, destacam-se os seguintes relatos:

E1: "A aula foi muito ilustrativa e eu gostei quando apareceram pessoas que usaram a insulina e melhoraram muito. Isso é bacana."

E4: "Não há nada para falar, eu aprendi muito, foi perfeito."

E5: "Gostei muito desse tipo de aula, espero que tenhamos mais aulas assim."

E9: "Gostaria que o jogo tivesse recompensas maiores."

E10: "Seria legal ter mais desafios e coisas do tipo."

E11: "Nenhuma sugestão, está tudo perfeito."

Dessa forma, a versão final do jogo contará com mais uma missão e a reformulação das recompensas, conforme as sugestões.

Ao analisar os resultados, a proposta da gamificação juntamente com o EI se mostrou uma estratégia eficaz e contribuiu para o engajamento contínuo dos estudantes no processo educativo, favorecendo uma aprendizagem significativa. Os relatos qualitativos complementaram os dados quantitativos, reforçando que a gamificação proporcionou um ambiente educativo envolvente, lúdico e colaborativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao integrar elementos de jogos na dinâmica de sala de aula, é possível aumentar o engajamento dos alunos, despertando maior interesse e criando um ambiente mais agradável e divertido, além de favorecer a construção do conhecimento de maneira significativa. Dessa forma, a aplicação da gamificação com princípios do EI contribuiu para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os alunos para os desafios do futuro.

Dessa forma, os objetivos foram atingidos por meio de uma abordagem estruturada e integrada entre a pesquisa teórica, o desenvolvimento da gamificação e a análise prática do impacto dessa metodologia no ensino de biotecnologia da insulina. Através da revisão da literatura sobre os principais avanços históricos e tecnológicos relacionados à produção de insulina, foi possível fundamentar a construção dos conteúdos da gamificação e proporcionar um panorama claro dos conceitos biotecnológicos relevantes. Em relação à gamificação, o aprendizado se tornou mais dinâmico e envolvente, permitindo que os estudantes assumissem papéis ativos na resolução de problemas, estimulando a reflexão crítica e a construção de conhecimentos. Os resultados indicaram que a abordagem gamificada, aliada ao ensino investigativo, contribuiu significativamente para a compreensão dos processos biotecnológicos e promoveu uma aprendizagem mais significativa, conforme a teoria de Ausubel (1982).

A reflexão promovida evidenciou que a gamificação pode ser uma metodologia interessante no ensino de Biologia e outras áreas do conhecimento, desde que seja cuidadosamente planejada e executada. Ao adotar uma abordagem dinâmica e voltada para a diversão, essa metodologia se distancia do ensino tradicional, tendo o potencial de ser bem recebida pelos alunos.

Diante disso, observou-se a importância da combinação de metodologias de ensino, como a gamificação e o ensino por investigação, especialmente no contexto do Novo Ensino Médio. A integração dessas abordagens promoveu um aprendizado mais dinâmico, significativo e interativo. A gamificação, ao introduzir elementos lúdicos e competitivos potencializou a motivação dos estudantes, enquanto o ensino por investigação estimulou a curiosidade e a exploração ativa dos conteúdos.

A aceitação da gamificação pelos alunos foi claramente positiva, refletida pelo grande empenho demonstrado na execução das missões e dos desafios propostos. O alto nível de comprometimento foi impulsionado tanto por uma motivação extrínseca, já que esperavam uma recompensa ao final das atividades, quanto por uma motivação intrínseca, evidenciada pela participação ativa. À medida que aprendiam de forma lúdica, os alunos encontravam satisfação na conclusão bem-sucedida de cada tarefa, que era percebida por eles como um desafio estimulante.

No entanto, com a sanção da Lei nº 15.100/2025, que restringe o uso de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais durante aulas, recreios e intervalos em todas as etapas da educação básica, haverá uma limitação no uso de recursos tecnológicos que auxiliam na realização de atividades pedagógicas. Contudo, conforme previsto no art. 2º, § 1º, o uso de aparelhos eletrônicos em sala de aula é permitido exclusivamente para fins pedagógicos ou didáticos, seguindo a orientação dos profissionais de educação. Diante do avanço das ferramentas digitais, muitos professores fazem uso de aplicativos educativos, pesquisas online e plataformas interativas para enriquecer o ensino. A restrição ao celular pode, portanto, dificultar o acesso imediato a esses recursos, reduzindo a interação dos alunos com o aprendizado digital e impactando negativamente metodologias de ensino mais inovadoras.

Portanto, a adoção dessas metodologias ativas deve ser incentivada nas escolas, com o objetivo de transformar o ambiente educacional em um espaço de aprendizado contínuo e colaborativo. Também, pesquisas futuras podem explorar a aplicação da gamificação e do ensino investigativo em outros temas relacionados à biotecnologia, conforme são previstos na BNCC e no Referencial Curricular do Paraná, com o intuito de explorar as competências e habilidades que constam nesses documentos e tornar as aulas mais atrativas para as novas gerações.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Edson Rodrigues de. **Uso de jogos educacionais no ensino transdisciplinar de temas ambientais: estudo de caso com a plataforma scratch**. 2022. 87 f. Dissertação (Mestrado em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Tefé, 2022.

ALVES, Lynn Rosalina Gama; MINHO, Marcelle Rose da Silva; DINIZ, Marcelo Vera Cruz. **Gamificação: Diálogos com a Educação**. In: MARIA FADEL, Luciane et al. (Org.). *Gamificação na Educação*. 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural. Cap. 3, p. 74-97. v. Único. 2014.

ALVES, Flora. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras**. 2 ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.

AUSANI, P. C.; ALVES, M. A. Gamificação e ensino: o jogo dialógico como estratégia didática ativa e inovadora. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. 1-20, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340905711_Gamificacao_e_ensino_o_jogo_dialogico_como_estrategia_didatica_ativa_e_inovadora. Acesso em: 16 ago. 2024.

AUSUBEL, David. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology: a cognitive view (1º ed)**. Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968. 685 p.

AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. (Trad. Lígia Teo Pisto) Lisboa: Plátano, 2003.

BANTING, F. G., BEST, C. H., COLLIP, J. B., CAMPBELL, W. R., & Fletcher, A. A. **Pancreatic Extracts in the Treatment of Diabetes Mellitus**. Canadian Medical Association journal, 12(3), 141–146, 1922.

BARTH, W. L. **Engenharia genética e bioética**. Revista PUCRS. Rio Grande do Sul, v. 35, n. 149, p. 361-391, set. 2005. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/teo/article/viewFile/1694/1227>. Acesso em: 19 fev. 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC: Brasília, 2018. 600p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 13 jul. 2023

BUENO, Marcilene Rodrigues Pereira. O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista de Ciências da Educação**, v. 02, n. 29, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/55407111/O_Laborat%C3%B3rio_de_Metodologias_Inov

adoras_e_sua_pesquisa_sobre_o_uso_de_metodologias_ativas_pelos_cursos_de_li
cenciatura_do_UNISAL_Lorena_estendendo_o_conhecimento_para_al%C3%A9m_
da_sala_de_aula. Acesso em: 31 Mar. 2023.

BERZOSA, J Burgos. (2018). **Manual de diseño de un Juego de Escape**. Disponível em: <https://www.educa.jcyl.es/crol/es/recursos-educativos/manual-diseno-juego-escape>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

BRANDÃO, C R; BORGES, M.C. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 6, n. 1, 2008. DOI: 10.14393/REP-2007-19988. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/19988>. Acesso em: 3 abr. 2024.

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

BYBEE, R.W. **Scientific Inquiry and Science Teaching**. In: Flick, L.B., Lederman, N.G. (eds) *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library, vol 25. Springer, Dordrecht. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_. Acesso em: 09 ago. 2023.

CAROLEI, P.; YANAZE, L. K. H.; BRUNO, G. S.; EVANGELISTA, H. C. **Psycho escape: desenvolvimento de dinâmica de escape room para a exposição da obra Psicose de Hitchcock**. SBC – Proceedings of SBGames. Out- Nov, 2018.

CARVALHO ALVES, L. SALAZAR COSTA, H. **Ensino de Biotecnologia: um panorama de suas abordagens no país da biodiversidade**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 816–835, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3669>. Acesso em: 13 jul. 2023

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. DE; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, n. 45, p. 57-67, 11.

DE ARAÚJO LOIOLA, B.; IELPO MOURÃO, C. Jogo didático: a utilização do Wordwall® como abordagem metodológica para contribuição no processo de ensino aprendizagem: Didactic game: the use of Wordwall® as a methodological approach to contribute to the teaching-learning process. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 15, n. 33, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4080>. Acesso em: 19 fev. 2025.

DEBOER, George E. **Historical perspectives on inquiry teaching in schools**. In: *Scientific inquiry and nature of science*. Springer, Dordrecht, 2006. Disponível em: <https://george-deboer.org/wp-content/uploads/2020/10/Historical-Perspectives-on-Inquiry-Teaching-in-Schools.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à Filosofia da Educação**. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DOS SANTOS, A.T. P.; SPESSOTO, D. R.; PERDOMO, I. C.; GANDOLFO, J. V.; DE OLIVEIRA, P. M. R.; CAVALHEIRO, S. B.; MACIEL, W. C.; DE CARVALHO, E. M.; SIMIONATTO, S. **Difusão do conhecimento sobre biotecnologia e biossegurança em escolas públicas de Dourados, MS.** Revista Online de Extensão e Cultura Realização, v. 2, n. 4, p.38-44, 2015. Disponível em: <https://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1470/1181>. Acesso em: 03 jul. 2023

EUGÊNIO, Thiago. **Aula em jogo: descomplicando a gamificação para educadores.** São Paulo: Évora, 2020.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FADEL, Luciane Maria; ULBRICHT, Vania Ribas. **Educação gamificada: valorizando os aspectos sociais.** In: FADEL et al. (Org.). Gamificação na Educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

FERNANDES, C. L. **Escape Room em sala de aula.** São Paulo: Editora Campo, 2018.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. **Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, v. 17, n. 2, p. 496-509, mai./ago. 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1231/1212>. Acesso em: 19 fev. 2025.

FREITAS, L. L. de; SEMEGHIN, C. R.; HIRATA, B. K. S. **100 years of insulin: how the discovery of the hormone revolutionized the treatment of type 1 diabetes.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 15, p. e385101522757, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.22757. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22757>. Acesso em: 22 jul. 2023.

FREIRE, C. E. T. **Biotecnologia no Brasil: uma atividade econômica baseada em empresa, academia e Estado.** 2014. 201 f. Tese (Doutorado) – Curso de Sociologia, Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras, Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUSMÃO, A. O. M.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M. O. **A biotecnologia e os avanços da sociedade.** Biodiversidade, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017.

HEGELE, R. A., & MALTMAN, G. M. **Insulin's centenary: the birth of an idea.** The lancet. Diabetes & endocrinology, 8(12), 971–977, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(20\)30337-5](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30337-5). Acesso em: 22 jul. 2023.

KLASENER, I. C. **A singularidade da Biotecnologia.** Profissão Biotec, v.2, 2017. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/singularidade-da-biotecnologia/>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

LABARCE, C. E. **Ensino de biologia e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de atividades práticas e contextualizadas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.

LIMA, D. P. R. L.; GEROSA, M. A.; CONTE, T. U.; NETTO, J. F. What to expect, and how to improve online discussion forums: the instructors perspective. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 10, n. 22, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://jisajournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s13174-019-0120-0.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.

LOPES, D. **A produção de insulina artificial através da tecnologia do DNA recombinante para o tratamento de diabetes mellitus**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 10, n. 1, p. 234–245, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrv.2012.101.234245>. Acesso em: 03 jul. 2023.

MARANDINO, M.; SELLES, S.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. Editora Cortez: São Paulo. 2009.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa na escola**. Curitiba: Editora CRV, 2017.

MINAYO, M. C. O desafio da pesquisa social. In: Minayo, M. C. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 1999.

MURRAY, J. **Hamlet no Hollodeck: o futuro da narrativa no ciberespaço**. Unesp, 2015.

OLIVEIRA, Renato De. **Uso do kahoot como metodologia ativa no ensino remoto de biologia**. Anais do VI CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77030>>. Acesso em: 19 fev. 2025.

OLIVEIRA, C. O.; ROYER, M. R.; OLIVEIRA, F. W. C; FLÔR, D. E. **BIOMAS: um software educativo Gamificado para o ensino de Anatomia e Fisiologia Humana**. Revista Valore, Volta Redonda, n.6, p. 342-358. 2021. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/811>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

PANTOJA, A. P.; SILVA, N. C. da; MONTENEGRO, A. de V. **Uso de elementos da gamificação como recurso metodológico no ensino de Biologia: aplicações no ensino remoto no ifpa – Campus Abaetetuba**. Revista Vivências, Erechim, v.18, n.36, p.303-321, 2022. Disponível em: <http://revistas.uri.br/index.php/vivencias/article/view/688>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

PARANÁ. **Cadernos de Itinerários Formativos**. Curitiba: SEED, 2023. Disponível em: <https://acervodigital.educacao.pr.gov.br/pages/download.php?direct=1&noattach=true&ref=49298&ext=pdf&k=0e26b39e7d>. Acesso em: 22 jul. 2023.

PARANÁ. **Formação Geral Básica: Currículo para o Ensino Médio do Paraná**. Curitiba: SEED, 2022. Disponível em: https://professor.escoladigital.pr.gov.br/sites/professores/arquivos_restritos/files/documento/2022-11/ensino_medio_curriculo_formacao_geral_basica.pdf. Acesso em: 21 out. 2024.

PELIZZARI, A., Santos da Silva, I., & SOARES FELIPE, M. S. (2022). **Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio**. *Concilium*, 22(4), 230–247. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CLM-335-341>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

PIZZANI, L. et al. **A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento**. RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 53–66, jul./dez, 2012.

QUEIROZ, M. A. **Gamificação no ensino de Biologia: aprendizagem participativa em aulas remotas**. 2023. 75f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4651>. Acesso em: 31 Mar. 2023.

RETNAKARAN, R., & ZINMAN, B. **The ongoing evolution of basal insulin therapy over 100 years and its promise for the future**. *Diabetes, obesity & metabolism*, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/dom.14552>. Acesso em: 22 jul. 2023.

ROSS, L. J., & NEVILLE, K. A. **Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily injections for type 1 diabetes**. *Journal of pediatrics and child health*, 55(6), 718–722. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpc.14480>. Acesso em: 22 jul. 2023.

SANTOS, R. A. et al. **Alfabetização Científica nos anos iniciais: novas linguagens e possibilidades para o Ensino de Ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindoia. Anais [...]. Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1185-1.PDF>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVA, J.B. da. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias**. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, 2020. Disponível em <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2803> DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803>. Acesso em: 01 set. 2024.

VIANNA, Ysmar; VIANNA, Maurício; MEDINA, Bruno; TANAKA, Samara. **Gamification**, Inc.: Como reinventar empresas a partir de jogos. MJV Press: Rio de Janeiro, 2013.

ZOCCHÉ, Elis Regina dos Reis; SOUZA, Hilton Marcelo de Lima. Sequência Didática Gamificada Investigativa como estratégia pedagógica para o ensino de Microbiologia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 1–25, 2023. DOI: 10.26843/rencima.v14n2a01. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/3861>. Acesso em: 31 mar. 2024.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**: Belo Horizonte, v. 13, n. 3, set-dez, 2011.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 5, n. 02, p. 12-19, dez. 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3672996>. Acesso em: 01 set. 2024.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DA PESQUISA

1) Você já ouviu falar sobre insulina?

- () Sim, sei exatamente o que é!
() Já ouvi falar, mas não tenho certeza do que é.
() Não, nunca ouvi falar disso.

2) O que você sabe sobre a insulina?

3) Você já ouviu falar sobre a biotecnologia da insulina?

- () Sim () Não

4) Você acha que a biotecnologia da insulina é importante para pessoas com diabetes? Por quê?

5) Você acha que a biotecnologia da insulina pode ter um impacto positivo na sociedade? De que maneira?

6) Se você tivesse a oportunidade de aprender mais sobre como a biotecnologia é usada no desenvolvimento de tratamentos médicos, incluindo a insulina, você participaria de atividades educacionais diferenciadas, como uma gamificação?

- () Claro, adoro elementos de jogos!
() Talvez, depende da gamificação.
() Não tenho interesse.

Obrigada por dedicar seu tempo para responder esse questionário. Suas respostas nos ajudarão a melhorar nossas metodologias de ensino para atender às suas necessidades e interesses.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO PÓS-APLICAÇÃO DA PESQUISA

1) Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Não gostei nada" e 5 é "Gostei muito", como você classificaria a experiência da gamificação sobre a biotecnologia da insulina?

1

2

3

4

5

2) O que você mais gostou na gamificação? Assinale as opções desejadas.

Pontuações

Missões ou Tarefas

Níveis

Recompensas

Competição

Colaboração

Narrativa

Feedback

Desafios

Efeitos Sonoros e Musicais

3) Houve algo que você não gostou na gamificação? Se sim, o que foi e por quê?

Sim Não

4) Você acha que a gamificação ajudou a entender melhor a biotecnologia da insulina? Por favor, explique sua resposta.

5) Você acredita que a gamificação tornou o aprendizado mais envolvente do que uma abordagem de ensino tradicional? Por quê?

6) Você acha que a gamificação o motivou a aprender mais sobre o assunto? Se sim, de que forma?

7) Você sentiu que a gamificação o ajudou a lembrar melhor dos conceitos relacionados à biotecnologia da insulina?

Sim Não

8) Você se sentiria mais motivado a estudar biotecnologia e assuntos relacionados após esta experiência de gamificação? Por favor, explique.

9) Você acredita que essa abordagem de gamificação poderia ser usada em outros assuntos da Biologia? Se sim, quais?

10) Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Nada interessante" e 5 é "Muito interessante", o quanto você acha que essa abordagem de gamificação é interessante para o aprendizado em geral?

1

2

3

4

5

11) Há alguma sugestão ou comentário adicional que você gostaria de compartilhar sobre a gamificação da biotecnologia da insulina ou experiências similares?

Obrigada por dedicar seu tempo para nos fornecer feedback valioso. Suas respostas nos ajudarão a melhorar nossas abordagens educacionais no futuro.

ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ - CIÊNCIAS
HUMANAS E SOCIAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INVESTIGANDO A BIOTECNOLOGIA DA INSULINA: EXPLORANDO SUA PRODUÇÃO, APLICAÇÕES E IMPACTOS NA SAÚDE POR MEIO DA GAMIFICAÇÃO

Pesquisador: Elaine Ferreira Machado

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 75740023.5.0000.0214

Instituição Proponente: Universidade Federal do Paraná - Ciências Humanas e Sociais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.666.456

Apresentação do Projeto:

A pesquisa será aplicada no Colégio Estadual Bandeirantes, localizado no município de Campina Grande do Sul/PR, para uma turma de alunos do 2º ano do Novo Ensino Médio, que cursam o Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, cujo tema do itinerário é a Biotecnologia. Esse estudo visa a produção de um recurso educacional, pois há falta de materiais na área de biotecnologia e isso tem sido uma preocupação evidente nas escolas públicas do Estado do Paraná e, além disso, contribuir com a aprendizagem dos estudantes. A pesquisa terá caráter qualitativa-quantitativa, pois permite uma compreensão profunda das questões em sala de aula e ajuda a desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e adaptadas às necessidades dos alunos, contribuindo para a melhoria contínua do processo educacional.

A Biotecnologia é uma área do conhecimento interdisciplinar, que possui um imenso potencial para impactar a vida por meio da aplicação dos mecanismos que regem os seres vivos. A insulina artificial ou recombinante foi o primeiro produto biotecnológico comercializado mundialmente, na qual utiliza a técnica do DNA recombinante. A descoberta e o desenvolvimento da insulina são marcos importantes na história da ciência e no tratamento da diabetes, doença em que o organismo deixa de produzir insulina ou o produz em quantidade insuficiente. Diante disto, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma gamificação sobre a biotecnologia da insulina com os princípios do ensino por investigação e assim, contribuir com a aprendizagem dos estudantes, pois a falta de recursos educacionais na área de biotecnologia tem sido uma preocupação evidente

Endereço: Rua General Carneiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

Continuação do Parecer: 6.666.456

nas escolas públicas do Estado. A pesquisa terá caráter quali-quantitativa e as atividades serão desenvolvidas em 3 etapas: coleta de dados pré-aplicação da gamificação, aplicação prática da gamificação e coleta de dados e, por fim, análise dos resultados.

METODOLOGIA PROPOSTA:

Ela será realizada através de intervenção em sala de aula, na qual abrange uma abordagem metodológica que combina elementos da pesquisa quali-quanti e da pesquisa de intervenção para melhorar e aprimorar o ambiente e o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem metodológica permite uma compreensão profunda das questões em sala de aula e ajuda a desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e adaptadas às necessidades dos alunos, contribuindo para a melhoria contínua do processo educacional. Inicialmente, haverá a aplicação de um questionário investigativo com o intuito de averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema. O questionário será composto de questões fechadas e abertas. Na sequência, a aplicação prática da gamificação para os estudantes através de smartphones e computadores com acesso à internet. A gamificação será desenvolvida na plataforma Genially, utilizando princípios do EI e terá como componentes: desafios, recompensas, níveis de progresso, elementos visuais, sonoros e narrativos e feedback interativo, bem como a problematização, levantamento de hipóteses, pesquisas, colaboração e construção do conhecimento.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS:

Os dados serão coletados através de observações e registros de desempenho dos estudantes na atividade gamificada e aplicação de questionários com questões abertas e fechadas. Após a coleta, os dados serão tratados e analisados qualitativamente e os resultados serão apresentados em tabelas e gráficos, mostrando as potencialidades da gamificação com os princípios do EI.

HIPOTESE:

Neste ano a Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED/PR) incluiu a Biotecnologia como uma trilha de aprendizagem do Itinerário Formativo (IF) de Matemática e Ciências da Natureza do Novo Ensino Médio (NEM), com o objetivo de “apresentar aos estudantes a importância da Biotecnologia para o desenvolvimento da humanidade, o entendimento sobre as aplicações das técnicas e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade” (PARANÁ, 2023). Porém, a falta de recursos educacionais na área de biotecnologia tem sido uma preocupação evidente entre os professores que ministram a disciplina. A escassez de materiais e conteúdos relacionados a esse campo específico tem dificultado o acesso dos estudantes a informações atualizadas e relevantes. Além disso, muitas vezes as aulas dadas pelos professores são extremamente teóricas e há poucas propostas de atividades práticas e lúdicas sobre o assunto. Diante do exposto, a investigação que

Endereço: Rua General Carneiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

Continuação do Parecer: 6.666.456

será realizada terá como problema: quais as potencialidades da gamificação com princípios do ensino investigativo para o ensino e a aprendizagem da biotecnologia da insulina?

DESFECHO PRIMÁRIO:

Os estudantes estarão participando de uma atividade de ensino-aprendizagem lúdica com desafios (gamificação) o que trará motivação para a aprendizagem sobre a história e a produção envolvendo a biotecnologia da insulina.

DESFECHOS SECUNDÁRIOS:

Nova estratégia metodológica de ensino sobre o tema.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO PRIMÁRIO: Investigar as potencialidades de uma gamificação com princípios do ensino por investigação para o ensino da biotecnologia da insulina.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS:

A. Levantar, na literatura, os princípios básicos da biotecnologia envolvida na produção de insulina ao longo dos tempos.

B. Elaborar uma gamificação da biotecnologia da insulina com princípios do ensino investigativo na plataforma Genially.

C. Avaliar o impacto da gamificação com o EI na compreensão dos processos biotecnológicos relacionados à produção de insulina para o desenvolvimento das competências e habilidades dos estudantes segundo a BNCC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: Descrito no TALE e TCLE como “constrangimento em participar da pesquisa”.

BENEFÍCIOS: Descrito no TALE e TCLE como “contribuir com a aprendizagem dos estudantes através de uma metodologia ativa”.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A população a ser estudada será composta por 50 participantes, divididos em 2 grupos, em 35 que são estudantes de uma turma do 2º ano do Novo Ensino Médio que cursam o Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, grupo A, a intervenção será “Aplicação da gamificação”, responderão questionário pré e pós-aplicação da pesquisa e o cronograma previsto

Endereço: Rua General Carneiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

Continuação do Parecer: 6.666.456

para 01/02 a 01/03/24. Foi apresentado orçamento de custeio de internet do pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentado ata de aprovação do PROFBIO, termo de concordância do Colégio Estadual e do e Núcleo Regional de Educação Área Metropolitana Norte, questionário pré e pós-aplicação, o TALE e TCLE com a descrição do projeto, contato do pesquisador e tempo de armazenamento dos dados, entre outros.

Recomendações:

Especificar no relatório parcial quais outros grupos e intervenções para o total de 50 participantes.

Resposta da pendência: "Na página 5 do Cadastro das informações do Projeto de Pesquisa foi informado que o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa será um total de 50. Destes, um total de 35 indivíduos seriam divididos no grupo A para aplicação da gamificação. Houve um equívoco no cadastro, pois todos os 50 indivíduos farão parte do grupo A. Este erro já foi corrigido na plataforma."

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise e deliberações deste colegiado concluiu-se que, salvo melhor juízo, não há pendências ou inadequações no protocolo em tela.

Considerações Finais a critério do CEP:

01. Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, RELATÓRIOS PARCIAIS semestrais (a cada seis meses a partir da data de aprovação), com o relato do andamento da pesquisa, via Plataforma Brasil, usando o recurso NOTIFICAÇÃO. Informações relativas às modificações do protocolo, como cancelamento, encerramento, alterações de cronograma ou orçamento, devem ser apresentadas no modo EMENDA. No encerramento da pesquisa deve ser submetido via NOTIFICAÇÃO da Plataforma Brasil o RELATÓRIO FINAL.

02 - Importante: (Caso se aplique): Pendências de Coparticipante devem ser respondidas pelo acesso do Pesquisador principal. Para projetos com coparticipante que também solicitam relatórios semestrais, estes relatórios devem ser enviados por Notificação, pelo login e senha do pesquisador principal no CAAE correspondente a este coparticipante, após o envio do relatório à instituição proponente.

03 - Favor inserir em seu TCLE e/ou TALE o número do CAAE e o número deste Parecer de aprovação, para que possa apresentar tais documentos aos participantes de sua pesquisa.

Endereço: Rua General Carneiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ - CIÊNCIAS
HUMANAS E SOCIAIS



Continuação do Parecer: 6.666.456

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2207141.pdf	07/12/2023 15:07:53		Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Carta_resposta_assinado.pdf	07/12/2023 15:07:23	MILENA LUNARDON	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6559587.pdf	07/12/2023 15:06:59	MILENA LUNARDON	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	CEP_CHS_projeto_de_pesquisa_Milena.docx	07/11/2023 19:45:44	MILENA LUNARDON	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	03/11/2023 15:58:06	MILENA LUNARDON	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.docx	03/11/2023 15:57:59	MILENA LUNARDON	Aceito
Outros	pre_e_pos_questionarios.docx	03/11/2023 14:14:14	MILENA LUNARDON	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CEP_CHS_Concordancia_dos_servicos_envolvidos_colegio.pdf	03/11/2023 14:12:54	MILENA LUNARDON	Aceito
Declaração de concordância	Concordancia_coparticipante_SEED.pdf	03/11/2023 14:12:32	MILENA LUNARDON	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Milena_assinado.pdf	24/10/2023 10:44:38	MILENA LUNARDON	Aceito
Outros	ATA_APROVACAO.PDF	18/10/2023 14:51:19	MILENA LUNARDON	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua General Cameiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ - CIÊNCIAS
HUMANAS E SOCIAIS



Continuação do Parecer: 6.666.456

CURITIBA, 23 de Fevereiro de 2024

Assinado por:
Simone Cristina Ramos
(Coordenador(a))

Endereço: Rua General Cameiro, nº 460, Edifício D. Pedro I, 11º andar, sala 1121

Bairro: Centro

CEP: 80.060-150

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-5094

E-mail: cep_chs@ufpr.br

ANEXO 2 - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Investigando a Biotecnologia da insulina: explorando sua produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação

Pesquisadora Responsável: Elaine Ferreira Machado

Pesquisadora Assistente: Milena Lunardon

Local da Pesquisa: Colégio Estadual Bandeirantes

Endereço: Rua Leonardo Francischelli, 1044, Jardim Paulista, Campina Grande do Sul/PR.

CAAE: 75740023.5.0000.0214

Número do Parecer de Aprovação: 6.666.456

Você está sendo convidado/a para participar da pesquisa “Investigando a Biotecnologia da insulina: explorando sua produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação”. Seus pais ou responsáveis legais permitiram que você participe. Queremos desenvolver uma gamificação sobre a biotecnologia da insulina com os princípios do ensino por investigação e, assim, contribuir com sua aprendizagem. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será realizada durante as aulas de Biologia, no próprio colégio e as atividades que serão propostas envolvem a resolução de questionários e a participação na gamificação. Ao participar da pesquisa você pode se sentir desconfortável ou constrangido em responder as questões propostas e/ou emitir uma opinião durante a aplicação da gamificação. Se porventura você se sentir constrangido em trabalhar o tema coletivamente ou em alguma outra situação, terá toda a liberdade de falar individualmente com a professora e medidas para evitar este desconforto serão tomadas de acordo com cada caso, respeitando sempre o seu limite e individualidade. Caso alguma situação destas aconteça, você pode nos procurar pelos telefones (42) 3220-4888 – Elaine ou (41) 99929-5042 – Milena. Mas há coisas boas que podem acontecer como se envolver ativamente no processo de ensino-aprendizagem e desenvolver o espírito crítico e o interesse pela busca do conhecimento. Não falaremos suas informações a outras pessoas de fora da nossa equipe de pesquisa. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas não será dito os nomes das pessoas que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa você terá garantia de acesso aos

resultados da pesquisa mediante publicação do projeto e/ou sua apresentação e no repositório da UFPR, site oficial do ProfBio. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou à pesquisadora Elaine. O telefone de contato da pesquisadora está na parte de cima deste texto.

() Permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos unicamente para esta pesquisa.

() Não permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos para esta pesquisa.

Eu _____ aceito participar da pesquisa “Investigando a Biotecnologia da insulina: explorando sua produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação”, que tem o objetivo de desenvolver uma gamificação sobre a biotecnologia da insulina com os princípios do ensino por investigação e, assim, contribuir com a sua aprendizagem. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar zangado. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do/a participante

Assinatura da pesquisadora

ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Investigando a Biotecnologia da insulina: explorando sua produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação

Pesquisadora Responsável: Elaine Ferreira Machado

Pesquisadora Assistente: Milena Lunardon

Local da Pesquisa: Colégio Estadual Bandeirantes

Endereço: Rua Leonardo Francischelli, 1044, Jardim Paulista, Campina Grande do Sul/PR.

CAAE: 75740023.5.0000.0214

Número do Parecer de Aprovação: 6.666.456

Seu/sua filho/a ou dependente está sendo convidado/a a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” visa assegurar os direitos dele/a como participante da pesquisa. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para tirar suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou depois de assiná-lo, você poderá buscar orientação junto a equipe de pesquisadores. Você é livre para decidir se ele/a pode participar e pode desistir a qualquer momento, sem que isto lhe traga prejuízo algum.

A pesquisa intitulada “Investigando a Biotecnologia da insulina: explorando sua produção, aplicações e impactos na saúde por meio da gamificação”, tem como objetivo desenvolver uma gamificação sobre a biotecnologia da insulina com os princípios do ensino por investigação e, assim, contribuir com a aprendizagem. O projeto busca desenvolver alternativas para o ensino do tema biotecnologia, utilizando metodologias ativas de aprendizagem com enfoque na história e na produção da insulina. O estudo será desenvolvido durante as aulas de Biologia.

Participando do estudo ele/a está sendo convidado/a a contextualizar os conteúdos da disciplina para adquirir um maior envolvimento e aprendizado. O estudo será desenvolvido durante as aulas de Biologia, na instituição de ensino e terá duração máxima de 30 dias. A coleta de dados será realizada por meio da aplicação de questionários.

Desconfortos e riscos:

- a) Desconfortos e riscos: Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser o desconforto ou constrangimento em responder as questões propostas e/ou emitir uma opinião durante a realização da gamificação.
- b) Providências e cautelas: Se porventura algum estudante sentir-se constrangido em trabalhar o tema coletivamente ou em alguma outra

situação, terá toda a liberdade de falar individualmente com a professora e medidas para evitar este desconforto serão tomadas de acordo com cada caso, respeitando sempre o limite e a individualidade de cada estudante.

- c) Forma de assistência e acompanhamento: Os estudantes serão acompanhados pela pesquisadora assistente durante toda a realização da pesquisa. A participação do adolescente neste estudo é voluntária, portanto, é possível desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
- d) Aos estudantes que não estiverem participando da pesquisa, por qualquer motivo, serão garantidas outras formas de atividades. Em hipótese alguma os educandos terão prejuízos de nota ou de conteúdo dentro da disciplina.
- e) Benefícios: Os benefícios diretos esperados com essa pesquisa são criar possibilidades para o ensino do tema biotecnologia, nas quais os estudantes se envolvam ativamente no processo de ensino-aprendizagem, desenvolvam o espírito crítico e o interesse pela busca do conhecimento.

Os dados obtidos para este estudo serão utilizados unicamente para essa pesquisa e armazenados pelo período de cinco anos após o término da pesquisa, sob responsabilidade da pesquisadora responsável em forma de arquivo digital. (Resol. 466/2012 e 510/2016)

Sigilo e privacidade: Você tem garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dele/a durante todas as fases da pesquisa, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário. Ou seja, o nome dele/a nunca será citado, a não ser que você manifeste que abre mão do direito ao sigilo.

() Permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos unicamente para esta pesquisa e tenho ciência que a guarda dos dados são de responsabilidade do(s) pesquisador(es), que se compromete(m) em garantir o sigilo e privacidade dos dados.

() Não permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos para esta pesquisa.

Ressarcimento e indenização: Não haverá despesas para a realização da pesquisa e seu filho(a) ou dependente não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação. Diante de eventual despesa, você será ressarcido pelo (s) pesquisador (es). Você terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Resultados da pesquisa: Você terá garantia de acesso aos resultados da pesquisa mediante publicação do projeto e/ou sua apresentação em data propícia, em que os participantes serão convidados via e-mail a participar, em caso de Defesa de TCM presencial ou virtual, e posteriormente no repositório da UFPR, site oficial do ProfBio. Será divulgado os resultados do estudo aos participantes da pesquisa e instituições onde os dados foram obtidos.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o(s) pesquisador(es):

Pesquisador responsável: Elaine Ferreira Machado

Endereço: R. Doutor Washington Subtil Chueire, 330 - Jardim Carvalho, Ponta Grossa/PR – UTFPR.

Telefone: (42) 3220-4888

E-mail: elabio03@gmail.com

Em caso de denúncias ou reclamações sobre a participação de seu/sua filho/a ou dependente e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais do Setor de Ciências Humanas (CEP/CHS) da Universidade Federal do Paraná, rua General Carneiro, 460 – Edifício D. Pedro I – 11º andar, sala 1121, Curitiba – Paraná, Telefone: (41) 3360 – 5094 ou pelo e-mail cep_chs@ufpr.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Você tem o direito de acessar este documento sempre que precisar. Para garantir seu direito de acesso ao TCLE, este documento é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo/a pesquisador/a e pelo/a participante/responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o/a pesquisador/a.

Quando o TCLE for obtido por meio digital, não deve haver menção a duas vias, mas deve ser esclarecida a forma por meio da qual os participantes terão acesso ao TCLE, garantindo o seu direito ao livre acesso ao TCLE.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFPR sob o número CAAE nº75740023.5.0000.0214 emitido em data 23/02/2024.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter lido este documento com informações sobre a pesquisa e não tendo dúvidas informo que autorizo a participação do meu/minha filho/a ou dependente.

Nome do/a participante da pesquisa:

Nome e assinatura do/a pai/mãe ou responsável

Data: ____ / ____ /2024.