

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 43**

REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

**CONTRIBUIÇÕES DO JOGO DIMENSÕES: APRENDIZAGEM BASEADA EM
JOGOS NO ENSINO DE FÍSICA**

**FORTALEZA
2025**

REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

CONTRIBUIÇÕES DO JOGO DIMENSÕES: APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS
NO ENSINO DE FÍSICA

Dissertação apresentada ao Polo 43 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Métodos pedagógicos no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire

FORTALEZA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

H464c Herculano, Reginaldo Lourenço.

Contribuições do jogo Dimensões : Aprendizagem Baseada em Jogos no ensino de Física / Reginaldo Lourenço Herculano. – 2025.

283 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire.

1. Aprendizagem Baseada em Jogos. 2. ensino de Física. 3. impulso e quantidade de movimento. 4. metodologias ativas. 5. jogo educativo digital de tabuleiro. I. Título.

CDD 530.07

REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

**CONTRIBUIÇÕES DO JOGO DIMENSÕES: APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS
NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Polo 43 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Métodos pedagógicos no ensino de Física.

Aprovada em 23/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Antonio Araújo Silva – Examinador 1
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cristiano Balbino da Silva – Examinador 2
Instituto Federal do Pará (IFPA)

AGRADECIMENTOS

A jornada que culminou nesta dissertação foi repleta de desafios, aprendizados e transformações. Neste momento de conclusão, é com profunda gratidão que reconheço aqueles que foram fundamentais para que este trabalho se tornasse realidade.

A Deus, por ser minha luz e guia em cada passo, fortalecendo-me nas dificuldades e alegrando-me nas conquistas.

À minha esposa, pelo amor incondicional e pelo apoio contínuo. Você foi meu porto seguro, sempre compreensiva, mesmo nos momentos de ausência e cansaço.

Aos meus amigos, que, com palavras de incentivo, bom humor e paciência, me ajudaram a manter o equilíbrio ao longo dessa trajetória acadêmica.

Aos meus professores e ao meu orientador Prof. Dr. Paulo de Tarso Freire, cujas orientações, sabedoria e dedicação foram fundamentais para a concretização deste trabalho. Seus ensinamentos não apenas enriqueceram minha pesquisa, mas também transformaram minha maneira de pensar e agir.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro fornecido durante esta jornada acadêmica, por meio do código de financiamento 001. Este auxílio foi crucial para o desenvolvimento deste estudo, e minha gratidão se estende a todos os que tornam possível essa iniciativa de incentivo à educação e à ciência no Brasil.

Aos meus colegas de turma e de pesquisa, que compartilharam dessa caminhada, dividindo suas próprias lutas e conquistas. Juntos, crescemos e aprendemos muito além do conteúdo acadêmico.

E, finalmente, aos estudantes e educadores que, de forma direta ou indireta, inspiraram este trabalho. Que esta pesquisa possa contribuir para uma educação mais significativa, inclusiva e transformadora.

A todos, meu mais sincero e profundo agradecimento.

O uso de jogos e situação-problema contribui para um ensino que confere ao aluno um papel ativo na construção dos novos conhecimentos, pois permite a interação com o objeto a ser conhecido incentivando a troca e a coordenação de ideias e hipóteses diferentes, além de propiciar conflitos, desequilíbrios e a construção de novos conhecimentos fazendo com que o aluno aprenda o fazer, o relacionar, o constatar, o comparar, o construir e o questionar (Silva, 2005, p. 143).

RESUMO

O ensino de Física na educação básica frequentemente enfrenta desafios relacionados à falta de interesse dos alunos, devido ao foco excessivo na memorização de fórmulas e na resolução de exercícios descontextualizados. Esta dissertação propõe uma abordagem inovadora, utilizando metodologias ativas, em particular a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), para tornar o ensino de Física mais envolvente e eficaz. O jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões, desenvolvido no contexto desta pesquisa, visa facilitar a aprendizagem dos conceitos de impulso e quantidade de movimento, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo e dinâmico. A pesquisa foi fundamentada nas teorias de Vygotsky, Piaget, Wallon, Ausubel e Csikszentmihalyi, que enfatizam o papel ativo do aluno na construção do conhecimento e o estado de imersão durante o aprendizado. O estudo teve como objetivos principais o desenvolvimento e a implementação do jogo Dimensões, a promoção do engajamento e da motivação dos alunos, e a avaliação do impacto pedagógico do jogo na compreensão dos conceitos de Física, além do desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como trabalho em equipe e comunicação. Os resultados indicaram que a utilização do jogo aumentou significativamente o interesse e a participação dos alunos nas aulas de Física, ao mesmo tempo que facilitou a compreensão dos conteúdos e promoveu o desenvolvimento de competências sociais e emocionais. O *feedback* dos alunos foi amplamente positivo, ressaltando o caráter divertido e eficaz da abordagem lúdica adotada. Conclui-se que a Aprendizagem Baseada em Jogos, quando bem aplicada, pode superar os desafios do ensino tradicional de Física, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais inclusivo, acessível e relevante para os estudantes.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em jogos; ensino de Física; impulso e quantidade de movimento; metodologias ativas; jogo educativo digital de tabuleiro.

ABSTRACT

The teaching of Physics in basic education often faces challenges related to the lack of student interest, due to an excessive focus on memorizing formulas and solving decontextualized exercises. This dissertation proposes an innovative approach, using active methodologies, particularly Game-Based Learning (GBL), to make the teaching of Physics more engaging and effective. The digital educational board game *Dimensões*, developed within the context of this research, aims to facilitate the learning of the concepts of impulse and momentum, promoting a collaborative and dynamic learning environment. The research is grounded in the theories of Vygotsky, Piaget, Wallon, Ausubel, and Csikszentmihalyi, which emphasize the active role of the student in knowledge construction and the state of immersion during learning. The main objectives of the study were the development and implementation of the game "Dimensions," the promotion of student engagement and motivation, and the evaluation of the pedagogical impact of the game on the understanding of Physics concepts, as well as the development of cognitive and socio-emotional skills, such as teamwork and communication. The results indicated that the use of the game significantly increased student interest and participation in Physics classes, while also facilitating content comprehension and promoting the development of social and emotional competencies. Student feedback was overwhelmingly positive, highlighting the fun and effective nature of the playful approach adopted. It is concluded that Game-Based Learning, when well applied, can overcome the challenges of traditional Physics teaching, making the teaching-learning process more inclusive, accessible, and relevant to students.

Keywords: game-based learning; Physics teaching; impulse and momentum; active methodologies; digital educational board game.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	A importância da Física	12
1.2	Os desafios da Física e as metodologias ativas	14
1.3	A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ)	15
1.4	Considerações sobre a ABJ.....	17
1.5	Pergunta norteadora, objetivos e hipóteses.....	18
1.6	Organização da dissertação	19
2	JOGO EDUCATIVO E SUAS DIMENSÕES	21
2.1	Definição de jogo e sua contribuição na educação.....	21
2.2	Jogos na sala de aula	24
2.3	ABJ ou Gamificação educacional.....	25
2.4	As características dos jogos educativos digitais.....	28
2.5	Vantagens, armadilhas e desafios dos jogos na educação.....	35
2.6	Habilidades e a ABJ	38
2.6.1	<i>Habilidades competitivas e a ABJ.....</i>	39
2.6.2	<i>Habilidades sociais e a ABJ</i>	40
2.6.3	<i>Habilidades emocionais e a ABJ.....</i>	41
2.6.4	<i>Habilidades cognitivas e a ABJ.....</i>	42
2.7	Teorias relacionadas com jogos educativos digitais	44
2.7.1	<i>Construtivismo e a ABJ.....</i>	45
2.7.2	<i>Teoria Sociointeracionista e a ABJ</i>	52
2.7.3	<i>Teoria de Wallon e a ABJ</i>	55
2.7.4	<i>Teoria da Aprendizagem Significativa e a ABJ.....</i>	59
2.8	Jogo educativo digital de tabuleiro	64
2.8.1	Classificação dos jogos de tabuleiro.....	65
2.8.1.1	<i>Jogos tradicionais</i>	65
2.8.1.2	<i>Jogos abstratos</i>	65
2.8.1.3	<i>Jogos de sorte</i>	66
2.8.1.4	<i>Jogos de guerra</i>	66
2.8.1.5	<i>Jogos do século XX.....</i>	68

2.8.1.6	<i>Jogos narrativos</i>	70
2.8.1.7	<i>Jogos do século XXI</i>	71
2.8.1.8	“ <i>Versão tabuleiro</i> ”	72
2.8.2	<i>Revisão da literatura de jogos educativos digitais de tabuleiro</i>	74
2.9	Quantidade de movimento e impulso de uma força	85
2.9.1	<i>Centro de massa</i>	86
2.9.1.1	<i>Sistemas de partículas</i>	86
2.9.1.2	<i>Corpos macisos</i>	88
2.9.2	<i>A Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas</i>	89
2.9.3	<i>Quantidade de movimento ou momento linear</i>	93
2.9.4	<i>O momento linear de um sistema de partículas</i>	94
2.9.5	<i>Colisão e impulso</i>	94
2.9.5.1	<i>Colisão simples</i>	95
2.9.5.2	<i>Colisão em série</i>	97
2.9.6	<i>Conservação do Momento linear</i>	98
2.9.7	<i>Momento e Energia Cinética em Colisões</i>	99
2.9.8	<i>Colisões inelásticas em uma dimensão</i>	101
2.9.8.1	<i>Colisão inelástica unidimensional</i>	101
2.9.8.2	<i>Colisões perfeitamente inelásticas unidimensionais</i>	102
2.9.8.3	<i>Velocidade do centro de massa</i>	103
2.9.9	<i>Colisões elásticas em uma dimensão</i>	104
2.9.9.1	<i>Alvo estacionário</i>	105
2.9.9.2	<i>Alvo em movimento</i>	107
2.9.10	<i>Colisões em duas dimensões</i>	108
2.9.11	<i>Sistemas de massa variável: um foguete</i>	109
2.9.11.1	<i>Cálculo da aceleração</i>	110
2.9.11.2	<i>Cálculo da velocidade</i>	111
3	METODOLOGIA	113
3.1	A plataforma Genially	117
3.2	Elementos do jogo	121
3.3	A aplicação do jogo Dimensões	129
3.4	Aplicação do questionário pós-teste	130
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	131

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
	REFERÊNCIAS	173
	APÊNDICE A - PRÉ-TESTE.....	185
	APÊNDICE B - PÓS-TESTE	187
	APÊNDICE C - RESPOSTAS SELECIONADAS DO PÓS-TESTE	191
	APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL.....	196

1 INTRODUÇÃO

1.1 A importância da Física

A ciência tem sido, ao longo da história, uma ferramenta crucial para a compreensão e transformação do mundo ao nosso redor. No entanto, seu papel vai além da simples observação e experimentação. A ciência é um empreendimento humano profundamente interligado com a cultura e a natureza, formando uma teia complexa de conhecimentos e práticas que moldam e são moldadas pela sociedade (Nunes, 2021).

A relação entre ciência e cultura é fundamental para o progresso humano. A ciência não existe em um vácuo; ela é um produto da mente humana e, como tal, é influenciada por valores, crenças e tradições culturais. As descobertas científicas e as inovações tecnológicas são frequentemente impulsionadas pelas necessidades e desafios impostos pelos contextos socioculturais. Por exemplo, a Revolução Industrial foi um período de avanços tecnológicos que transformaram a sociedade e a economia. Esses avanços, entretanto, foram motivados por uma cultura de inovação e empreendedorismo.

Além disso, a ciência exerce uma profunda influência sobre a cultura, transformando nossa percepção do mundo e do nosso papel nele. O desenvolvimento da mecânica quântica, por exemplo, teve um impacto significativo na filosofia, alterando nossa concepção de realidade ao introduzir conceitos como a dualidade onda-partícula e a incerteza de Heisenberg, que desafiaram a visão clássica de um universo determinista (Del Medico, 2024). No campo da tecnologia, possibilitou avanços como a computação quântica. Essas inovações desafiam e moldaram crenças culturais de maneira profunda, mostrando como a ciência pode redefinir os limites do conhecimento e expandir a compreensão humana (Del Medico, 2024).

A natureza constitui o principal campo de estudo da ciência. Compreender os fenômenos naturais é essencial para a sobrevivência e o bem-estar humano. A ciência permite entender processos fundamentais, como as leis da mecânica clássica, que são cruciais para o desenvolvimento de práticas sustentáveis - como a construção de estruturas seguras e eficientes, o planejamento urbano e a otimização de sistemas de transporte.

Além disso, o estudo do impulso e da quantidade de movimento, por exemplo, contribui significativamente para a compreensão de como as forças atuam sobre os corpos em movimento, sendo essencial para projetar veículos seguros, prever colisões e desenvolver tecnologias de transporte mais eficientes e seguras.

A quantidade de movimento, definida como o produto da massa de um objeto pela sua velocidade, e o impulso, que corresponde à variação da quantidade de movimento resultante da aplicação de uma força, são conceitos centrais na mecânica clássica. Esses conceitos são fundamentais para a compreensão das leis de Newton e do princípio da conservação da quantidade de movimento, que se aplicam a sistemas isolados. A sólida compreensão dessas leis é crucial para o estudo de qualquer sistema físico, desde partículas subatômicas até corpos celestes.

Dessa forma, o ensino dos conceitos de impulso e quantidade de movimento possui uma relevância prática significativa. No cotidiano, eles explicam desde o funcionamento de sistemas de segurança veicular, como airbags, até o comportamento de veículos em colisões. Além disso, esses princípios são aplicados em tecnologias modernas, como propulsão de foguetes e dispositivos de amortecimento de impacto, demonstrando aos estudantes a relevância do conhecimento físico para o desenvolvimento tecnológico e a inovação.

É importante destacar que o ensino desses conceitos não deve se restringir à teoria, mas deve envolver a realização de experimentos e simulações que incentivem o pensamento científico e investigativo. Os alunos devem ser estimulados a formular hipóteses, conduzir experimentos, coletar e analisar dados, e tirar conclusões com base em evidências empíricas. Essa metodologia científica é essencial para o desenvolvimento de uma mentalidade investigativa, crítica e fundamentada em evidências.

Ademais, acredita-se que, por meio de atividades colaborativas, experimentais e de outras metodologias ativas, o ensino de impulso e quantidade de movimento também contribui para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como trabalho em equipe, comunicação eficaz e a resiliência na resolução de problemas. Tais competências são fundamentais não apenas para o desempenho escolar, mas também para a vida profissional e pessoal dos estudantes, preparando-os para enfrentar desafios e colaborar de forma eficaz em diversos contextos.

Portanto, o processo de ensino-aprendizagem da Física, de maneira geral, não apenas impulsiona a inovação tecnológica, moldando a cultura e a sociedade, mas também pode promover, mediante metodologia adequadas, o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas e socioemocionais essenciais para os estudantes.

1.2 Os desafios da Física e as metodologias ativas

Apesar de sua importância e potencial, no entanto, o ensino dessa disciplina na educação básica enfrenta desafios significativos. Atualmente, a abordagem predominante tende a ser mecanicista e tradicional, de acordo com Nunes (2021) e Nascimento, Stier e Batista (2022). Muitas vezes, conforme os autores, o ensino de Física é focado na memorização de fórmulas e na resolução de exercícios desconectados de aplicações práticas e do contexto real. O método de ensino tradicional é caracterizado por uma abordagem centrada no professor, que assume o papel de principal fonte de conhecimento, enquanto o aluno atua como receptor passivo.

Esmeraldo, Lima e Cavalcante Neto (2021) afirmam que este método leva à falta de interesse dos alunos pela Física, o que torna as aulas cansativas e monótonas, frequentemente percebidas como difíceis e abstratas (Machado, 2017; Nunes, 2021; Neves, 2021). Dessa forma, a pouca participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem resulta em um aprendizado superficial e em uma memorização mecânica (Rosenau; Strapasson; Canziani, 2023).

Nesse contexto, Nunes (2021) analisa a metodologia tradicional e destaca que, sem a devida interpretação e contextualização dos modelos matemáticos apresentados, é comum surgirem questionamentos nas aulas de Física quanto à aplicabilidade e à utilidade do conteúdo estudado. Esses questionamentos refletem a falta de percepção, por parte dos alunos, sobre a importância do estudo da Física, indicando a necessidade de que o professor adote metodologias que tornem o conteúdo mais atrativo e relevante, contribuindo para superar a rejeição ao aprendizado.

Como forma de enfrentar esse cenário de apatia e desinteresse, surgem as metodologias ativas que, segundo Bacich e Moran (2018),

[...] consistem em uma série de técnicas, procedimentos e processos utilizados pelos professores durante as aulas, a fim de auxiliar a aprendizagem dos alunos. O fato de elas serem ativas está relacionado com a realização de práticas pedagógicas para envolver os alunos, engajá-los em atividades práticas nas quais eles sejam protagonistas da sua aprendizagem. Assim, as metodologias ativas procuram criar situações de aprendizagem nas quais os aprendizes possam fazer coisas, pensar e conceituar o que fazem e construir conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolver a capacidade crítica, refletir sobre as práticas realizadas, fornecer e receber *feedback*, aprender a interagir com colegas e professor, além de explorar atitudes e valores pessoais (Bacich; Moran, 2018, p. 28).

Nesse sentido, conforme os autores, as competências projetadas nas metodologias ativas - como o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, a capacidade de resolução de problemas, a colaboração e a autonomia, bem como a exploração de atitudes e valores

pessoais - colocam o estudante no centro do processo de construção de seu próprio conhecimento. O professor, por sua vez, assume o papel de mediador ou facilitador da aprendizagem. Tais abordagens tornam-se fundamentais para engajar os estudantes e proporcionar uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além disso, a aprendizagem torna-se mais desafiadora, prazerosa e envolvente (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Nessa mesma perspectiva, Olivier e Zampin (2024) afirmam que a incorporação das metodologias ativas em sala de aula representa uma mudança significativa em relação ao modelo tradicional de ensino, que se baseia na transmissão hierárquica do conhecimento, do professor para o aluno. As abordagens ativas, segundo os autores, desempenham um papel crucial na melhoria do processo de ensino-aprendizagem, colocando o aluno como protagonista desse processo (Olivier; Zampin, 2024).

Contribuindo com essa visão, Moran, Masetto e Behrens (2000), assim como Bacich e Moran (2018), destacam que as perspectivas educacionais com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDICs) vêm ampliar os espaços, os tempos e as formas de aprendizagem. As TDICs oferecem suporte a experiências educativas que valorizam a criação, o compartilhamento de ideias, a colaboração e o desenvolvimento de competências socioemocionais, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e completa.

1.3 A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ)

Uma das metodologias ativas que podem se utilizar as TDICs é a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ). Segundo Amaral (2019), o jogo pode ser definido como “uma atividade livre, por isso voluntária, que possui seu próprio tempo e espaço, o qual envolve seus participantes na resolução de problemas, a partir de um conflito artificial definido por regras e de forma lúdica.” (Amaral, 2019, p. 30).

De acordo com Brasil (2002), os jogos são elementos valiosos na aquisição de conhecimento. Conforme o autor, eles promovem o desenvolvimento de habilidades de comunicação, relações interpessoais, liderança e trabalho em equipe, equilibrando cooperação e competição em um contexto educativo. Para Brasil (2002), os jogos criam um ambiente que estimula o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos, permitindo ao professor aprimorar técnicas de ensino ativas e desenvolver habilidades para incentivar a comunicação e a expressão dos estudantes. Dessa forma, os jogos apresentam aos discentes “uma nova

maneira, lúdica e prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos" (Brasil, 2002, p. 56).

Conforme Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008), os jogos educativos podem ser classificados em jogos de entretenimento e em jogos pedagógicos ou didáticos. Para os autores, os jogos são considerados educativos quando desenvolvem habilidades cognitivas essenciais para o processo de aprendizagem, como resolução de problemas, percepção, criatividade e raciocínio rápido. Quando um jogo é planejado para abordar conteúdos específicos e ser utilizado em contextos escolares, é denominado de jogo didático. Por outro lado, se o foco está no entretenimento, sem objetivos pedagógicos explícitos, caracteriza-se como jogo de entretenimento (Zanon; Guerreiro; Oliveira, 2008).

Na perspectiva da criação e da contribuição de jogos para a aprendizagem, Eugenio (2024) afirma que os jogos podem - e devem - promover o aumento do engajamento dos alunos, desde que sejam criados e aplicados com o objetivo de fomentar liberdade, flexibilidade e protagonismo. O estudante, diante do desenvolvimento e da aplicação adequada dessa estratégia pedagógica, deve sentir-se automotivado e autodeterminado, capaz de tomar decisões (senso de autonomia), reconhecer seu próprio aprendizado e o desenvolvimento de habilidades (senso de competência), bem como estabelecer conexões com colegas, trabalhar em grupo e aprender em comunidade (senso de pertencimento) (Eugenio, 2024).

Para Lopes (2007), os jogos como recursos de ensino "podem influenciar de maneira positiva cinco fenômenos de aprendizagem: cognição, socialização, afeição, motivação e criatividade" (Lopes, 2007, p. 113).

Segundo Olivier e Zampin (2024), a ABJ é uma abordagem educativa que utiliza elementos de jogos para aumentar a eficácia e o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, contribuindo para uma melhor compreensão dos conceitos. Quando aplicada corretamente, essa estratégia se torna uma ferramenta relevante tanto para professores quanto para estudantes (Olivier; Zampin, 2024).

Uyeda (2018) afirma que o jogo didático é um recurso educativo que contribui para o desenvolvimento psicológico, físico, intelectual e social dos alunos. Para a autora, esses jogos são fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem, pois facilitam a construção do conhecimento. Ao promover o trabalho em grupo, incentivam habilidades interpessoais e cognitivas, tornando o aprendizado mais eficaz e prazeroso. A autora ainda ressalta que os jogos didáticos despertam o interesse natural dos alunos pelo aprendizado e auxiliam no desenvolvimento integral. Quando bem elaborados e utilizados, constituem-se como ferramentas poderosas no processo educacional (Uyeda, 2018).

Pereira, Fusinato e Neves (2009) avaliam que os jogos didáticos de Física podem variar de simples exercícios até ambientes de aprendizagem complexos. Tais jogos têm como principais objetivos despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo e criar um ambiente propício à aprendizagem. Segundo os autores, esses jogos valorizam a participação ativa dos estudantes, ajudando-os a estabelecer uma relação positiva com o conhecimento. Para eles, alunos com dificuldades de aprendizagem passam a perceber o ato de conhecer como interessante e desafiador. Por meio dos jogos, os alunos desenvolvem autoconfiança, são incentivados a questionar e corrigir suas ações, analisar diferentes pontos de vista e organizar os materiais utilizados. Além disso, os autores apontam que os jogos contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, competências essenciais para um bom desempenho escolar (Pereira; Fusinato; Neves, 2009).

1.4 Considerações sobre a ABJ

Nesse contexto, acredita-se que os jogos didáticos constituem ferramentas poderosas para o ensino de Física, por facilitarem a aprendizagem de maneira acessível e motivadora, superando as limitações do método de ensino tradicional. Enquanto o ensino tradicional frequentemente se baseia na transmissão unilateral de informações, a ABJ adota uma abordagem ativa e envolvente, na qual os estudantes deixam de ser receptores passivos para se tornarem participantes ativos do processo educativo.

Espera-se, ainda, que os jogos didáticos proporcionem aos estudantes a oportunidade de explorar os princípios físicos de maneira dinâmica e colaborativa. Ao envolver os alunos em atividades que exigem análise crítica, resolução de problemas e tomada de decisões, a ABJ tem o potencial de fortalecer não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento analítico, a criatividade e o trabalho em equipe.

Ademais, considera-se que a natureza competitiva ou cooperativa dos jogos estimula a motivação intrínseca dos alunos, aumentando o interesse pelo aprendizado e incentivando a persistência diante dos desafios. Essa abordagem torna o ensino de Física não apenas mais acessível aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos, como também favorece a criação de um ambiente inclusivo, no qual cada discente pode progredir em seu próprio ritmo.

Portanto, ao se adotarem jogos didáticos nas aulas de Física, entende-se que é possível não apenas aprimorar a aprendizagem dos conteúdos, mas também desenvolver

competências essenciais. Tais competências incluem, além do aprofundamento do entendimento conceitual e da aplicação prática dos conhecimentos físicos, o fortalecimento habilidades como colaboração, pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação, capacitando os estudantes a enfrentar os desafios complexos e interdisciplinares do mundo contemporâneo.

1.5 Pergunta norteadora, objetivos e hipóteses

É por intermédio dessas expectativas e convicções que surge a seguinte pergunta norteadora de nossa investigação: como a ABJ, por meio da criação e aplicação de um jogo educativo digital de tabuleiro sobre impulso e quantidade de movimento, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Física, minimizando ou superando dificuldades como a passividade, o desinteresse e o baixo rendimento no Ensino Médio?

Com isso em mente, esta pesquisa tem como objetivos gerais contribuir para o ensino de Física, promover a discussão e o desenvolvimento de práticas pedagógicas eficazes visando à melhoria do processo de ensino-aprendizagem, além de oferecer *insights*, que tragam perspectivas valiosas para educadores interessados em explorar novas abordagens no ensino de Física, especialmente por meio da ABJ.

Como objetivos específicos, esta investigação tem por finalidade:

1. Desenvolver e implementar um jogo educativo digital de tabuleiro, denominado Dimensões, como um recurso didático inovador e lúdico que facilite o ensino e a aprendizagem dos conceitos de impulso e quantidade de movimento para alunos do Ensino Médio;
2. Promover o engajamento e a motivação dos estudantes, estimulando o interesse e a participação ativa por meio da utilização do jogo Dimensões, tornando o aprendizado mais atraente e interativo;
3. Avaliar o impacto pedagógico do jogo Dimensões, analisando sua eficácia na melhoria da compreensão dos conceitos de Física, bem como no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, por meio da aplicação prática e do *feedback* dos estudantes.

Com base nos objetivos gerais e específicos da pesquisa, podem ser formuladas as seguintes hipóteses:

- O jogo Dimensões facilita o ensino e a aprendizagem dos conceitos de impulso e quantidade de movimento, resultando em uma compreensão mais profunda desses conteúdos;
- A implementação do jogo aumenta o engajamento e a motivação dos estudantes, promovendo uma participação mais ativa nas aulas e maior interesse pela Física;
- A aplicação do jogo contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como o pensamento crítico e a resolução de problemas, além de habilidades sociais, como a comunicação eficaz e o trabalho em equipe, e habilidades emocionais, como a empatia e a resiliência;
- O uso do jogo Dimensões como ferramenta didática resulta em uma melhora significativa do desempenho dos alunos em avaliações relacionadas aos conceitos de impulso e quantidade de movimento, quando comparado ao método tradicional;
- Os estudantes fornecerão *feedback* positivo sobre a experiência de aprendizagem com o jogo, indicando que a abordagem lúdica e interativa torna o processo mais agradável e eficaz;
- O jogo Dimensões contribui para a superação das dificuldades de aprendizagem associadas aos conceitos de impulso e quantidade de movimento, tornando-os mais acessíveis e comprehensíveis para os alunos.

1.6 Organização da dissertação

Esta dissertação é composta por cinco capítulos que abordam diferentes e complementares aspectos do estudo sobre o uso do jogo educativo Dimensões no ensino de Física, especificamente nos temas de impulso e quantidade de movimento. A seguir, apresenta-se um resumo de cada um desses capítulos, destacando seus objetivos e principais conteúdos.

No primeiro capítulo, explora-se o contexto e a motivação que levaram à realização desta pesquisa. Inicia-se com uma contextualização sobre o papel da Física na educação, evidenciando sua importância para a formação integral dos estudantes e os desafios enfrentados pela abordagem tradicional. A relevância das metodologias ativas, com especial destaque para a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), é apresentada como uma alternativa viável para superar tais desafios. A introdução conclui com a formulação da pergunta de pesquisa, a

definição dos objetivos e apresentação das hipóteses, que delineiam o foco da investigação e as expectativas em relação aos resultados.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica do estudo. Primeiramente, discutem-se as metodologias ativas no ensino de Física, comparando-as aos métodos tradicionais e destacando a necessidade de estratégias mais práticas e envolventes. Em seguida, aprofunda-se na ABJ, apresentando seus conceitos e benefícios. Além disso, são discutidas as teorias que embasam a presente pesquisa, as quais incluem: o Construtivismo de Piaget, o Sociointeracionismo de Vygotsky, a Teoria de Wallon, a Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria do Fluxo ou do *Flow* de Csikszentmihalyi. Por fim, o capítulo examina os conceitos de impulso e quantidade de movimento, explicando sua importância no currículo de Física e suas aplicações práticas, conforme abordado no jogo Dimensões.

O terceiro capítulo descreve a metodologia adotada. Detalha-se o processo de desenvolvimento e aplicação do jogo Dimensões, explicando desde sua concepção até sua validação. A implementação do jogo no ambiente escolar é apresentada, incluindo a escolha da amostra e o contexto de aplicação. Também são discutidos os instrumentos de avaliação utilizados para medir a eficácia do jogo, como testes de conhecimento e questionários de percepção.

O quarto capítulo analisa os resultados obtidos. Apresentam-se os dados que evidenciam as melhorias na compreensão dos conceitos de Física por parte dos alunos, bem como o impacto do jogo no engajamento e na motivação dos estudantes. Fazem-se comparações entre o método tradicional e o uso do jogo Dimensões, destacando sua contribuição positiva para o ensino de Física, além do desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

Por fim, o quinto capítulo traz as considerações finais da pesquisa, sintetizando os principais achados e suas implicações para a prática docente. As limitações do estudo são discutidas, e sugestões para pesquisas futuras são apresentadas, incentivando a continuidade da investigação sobre o uso de jogos didáticos no ensino. A dissertação inclui os seguintes apêndices que complementam as informações apresentadas nos capítulos principais: cópias dos questionários pré-teste e pós-teste; algumas respostas selecionadas dos estudantes do questionário pós-teste; e o produto educacional do jogo Dimensões.

2 JOGO EDUCATIVO E SUAS DIMENSÕES

Ao longo desta pesquisa, demonstraremos que os jogos, segundo diversos autores, exercem um papel significativo no contexto educacional. Eles não são apenas uma forma de entretenimento, mas também um meio de desenvolver habilidades cognitivas, sociais, emocionais e até competitivas. Evidenciaremos que, em sala de aula, os jogos podem ser utilizados como ferramentas pedagógicas que facilitam a aprendizagem de maneira interativa e motivadora.

2.1 Definição de jogo e sua contribuição na educação

Huizinga (2014) argumenta que o jogo é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento da cultura ao longo da história humana, afirmando que ele impulsionou tanto a cultura quanto a vida social. No entanto, a tarefa de definir o que é um jogo varia significativamente entre diferentes teóricos. O Quadro 1, a seguir, resume os elementos de uma definição de jogo, conforme apresentados por alguns pensadores da área. Salen e Zimmerman (2012) ressaltam que, ao simplificarmos ideias complexas em elementos comuns, muitos detalhes contextuais e sutilezas presentes nas concepções dos autores se perdem. Além disso, cada autor define o jogo com motivações específicas e em contextos particulares.

Quadro 1 – Elementos de uma definição de jogo

Elementos de uma definição de jogo	Parlett	Abt	Huizinga	Caillois	Suits	Crawford	Costikyan	Avedon Sutton-Smith
Procede de acordo com regras que limitam os jogadores	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Conflito ou competição	✓					✓		✓
Orientado a objetivos/ orientado a resultados	✓	✓			✓		✓	✓
Atividade, processo ou evento		✓			✓			✓
Envolve a tomada de decisões	✓					✓	✓	
Não é sério e absorvente			✓					
Nunca associada ao ganho material				✓	✓			
Artificial/Segura/Fora da vida comum			✓	✓		✓		
Cria grupos sociais especiais			✓					
Voluntária				✓	✓			✓
Incerto				✓				
Faz-de-conta/ Representacional				✓		✓		
Ineficiente					✓			
Sistema de partes/Recursos e fichas						✓	✓	
Uma forma de arte							✓	

Fonte: Salen e Zimmerman (2012).

Os mesmos autores apresentam uma definição amplamente adotada no campo do *design* de jogos: segundo eles, reunindo os elementos das definições apresentadas no Quadro 1 e eliminando gradualmente as partes consideradas desnecessárias, “jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável.” (Salen, Zimmerman, 2012, p. 95).

Alinhado a essa definição, está Koster (2014), ao afirmar que o jogo (*game*)

[...] é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em um resultado quantificável, muitas vezes provocando uma reação emocional (Koster, 2014, p. 7, tradução nossa).

De forma semelhante, Amaral (2019) define o jogo como “uma atividade livre, por isso voluntária, que possui seu próprio tempo e espaço, o qual envolve seus participantes na resolução de problemas, a partir de um conflito artificial definido por regras e de forma lúdica” (Amaral, 2019, p. 30).

Nessa mesma linha, Dias e Farbiarz (2019) buscam resumir as diversas definições de jogo, afirmando, com base em Huizinga (2014) e outros autores, que

[...] os jogos, frutos de processos de *design*, funcionam como objetos de uso – individual ou coletivo – e ao mesmo tempo como sistemas de comunicação, intermediando relações entre seus usuários e construções de sentidos e identidades. Com isso, os jogos exercem diferentes funções: como antecessor da cultura, um componente fundamental desta, um mediador de conflitos, um espaço seguro para a experimentação de situações perigosas ou futuras e aprendizados diversos, como ambientes de catarse, e mesmo como pura e simples diversão” (Dias; Farbiarz, 2019, p. 5).

Para Câmara (2015), os jogos são parte essencial da vida humana, oferecendo diversão, ludicidade e estímulo ao aprendizado, atraindo pessoas de todas as idades. A tecnologia tem promovido avanços nos jogos e incentivado sua integração na educação, devido ao impacto que exercem na vida cotidiana de crianças e jovens. Para a autora, os jogos educacionais, fundamentados em teorias pedagógicas, foram criados para facilitar a aprendizagem.

Segundo Kishimoto (1998, 2002), o jogo educativo possui duas funções que devem estar equilibradas: a função lúdica, relacionada à diversão e ao prazer, e a função educativa, voltada para a ampliação dos conhecimentos dos alunos. O desequilíbrio entre essas funções pode gerar duas situações: predominância da função lúdica, em que há apenas o jogo, sem ensino; ou predominância da função educativa, que elimina o prazer e mantém apenas o ensino (Kishimoto, 1998).

Acrescentando a isso, Silva e Costa (2010) afirmam que, por muito tempo, os jogos foram vistos apenas como atividades de entretenimento, restritas ao lazer. No entanto, nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs +), Brasil (2002) aponta que

Os jogos e brincadeiras são elementos **muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento**. Permitem o **desenvolvimento de competências** no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, **utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo**. O jogo **oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo** dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para **estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão**, mostrando-lhes **uma nova maneira, lúdica e prazerosa e participativa**, de relacionar-se com o conteúdo escolar, **levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos** (Brasil, 2002, p. 56, grifo nosso).

Assim, segundo Brasil (2002), os jogos são ferramentas valiosas no processo de aprendizagem, pois promovem o desenvolvimento de competências em comunicação, relações interpessoais, liderança e trabalho em equipe, equilibrando cooperação e competição. Eles proporcionam um ambiente estimulante que favorece o desenvolvimento criativo dos alunos. Além disso, permitem que os professores aprimorem técnicas de ensino ativas e desenvolvam habilidades pessoais e profissionais, incentivando nos estudantes uma forma lúdica, prazerosa e participativa de se relacionar com o conteúdo escolar, o que resulta em uma maior apropriação do conhecimento.

Complementando essa perspectiva, Silva (2005) assegura que

O uso de jogos e situação-problema **contribui para um ensino que confere ao aluno um papel ativo na construção dos novos conhecimentos**, pois permite a interação com o objeto a ser conhecido **incentivando a troca e a coordenação de ideias e hipóteses diferentes**, além de propiciar conflitos, desequilíbrios e a **construção de novos conhecimentos** fazendo com que **o aluno aprenda o fazer, o relacionar, o constatar, o comparar, o construir e o questionar** (Silva, 2005, p. 143, grifo nosso).

Em resumo, o uso de jogos na educação é, muitas vezes, subestimado e visto apenas como atividade de entretenimento ou perda de tempo. No entanto, essa visão ignora os inúmeros benefícios que os jogos podem trazer para o processo de aprendizagem. Quando planejados e aplicados de forma adequada, os jogos educacionais podem ser ferramentas poderosas, capazes de engajar os alunos de maneira ativa e significativa, promovendo a motivação e o interesse pelo conteúdo.

2.2 Jogos na sala de aula

Com essa perspectiva, a utilização de jogos na educação tem ganhado destaque como uma metodologia inovadora que busca transformar o ambiente de aprendizagem (Queiroz, 2023). Curvo, Melo e Leão (2023) afirmam que pensar de maneira inovadora pode revolucionar a forma como ensinamos, trazendo novas perspectivas para as metodologias pedagógicas. Isso implica explorar abordagens novas e eficazes para transmitir conhecimento aos estudantes. Ao adotar o pensamento inovador, o professor reavalia suas estratégias de ensino, buscando métodos mais criativos e envolventes. Tais métodos podem incluir o uso de tecnologias, atividades em grupo, jogos educativos e outras técnicas que vão além das simples aulas tradicionais (Curvo; Mello; Leão, 2023).

Silva (2005) apresenta a seguinte reflexão sobre como a criação e a aplicação de jogos em sala de aula podem contribuir para o processo educativo:

[...] a elaboração e a utilização de jogos e situações-problema em sala de aula **podem ser importante aliadas no processo de construção de conhecimentos**, pois ao ser pensado e elaborado o jogo como instrumento pedagógico e de aprendizagem, **pode contribuir para que o professor diagnostique os processos e as dificuldades apresentadas [...]** (Silva, 2005, p.143, grifo nosso).

De acordo com o autor, a elaboração e a utilização de jogos e situações-problema em sala de aula configuram-se como ferramentas importantes na construção do conhecimento. Quando concebidos como instrumentos pedagógicos, esses recursos possibilitam ao docente diagnosticar os processos de aprendizagem e identificar as dificuldades enfrentadas pelos alunos (Silva, 2005).

A partir da identificação dessas dificuldades, o professor pode adaptar suas estratégias de ensino para atender a essas necessidades específicas. Isso pode envolver a criação de atividades direcionadas, a oferta de explicações complementares, a utilização de diferentes métodos de ensino adequados aos diversos estilos de aprendizagem dos alunos, bem como o fornecimento de suporte individualizado. Ademais, os dados coletados por meio do uso dos jogos podem ser utilizados para monitorar o progresso dos estudantes ao longo do tempo, permitindo ajustes nas intervenções pedagógicas sempre que necessário, de modo a assegurar que todos avancem em seu processo de aprendizagem.

2.3 ABJ ou Gamificação educacional

Eugênio (2024) afirma que a introdução do jogo em sala de aula, no entanto, pode causar confusão na mente de alguns professores, devido à existência, em determinados contextos, de diferenças nos termos utilizados. Ele aponta distinções entre jogo (*game*), jogos sérios (*serious games*) e gamificação (*gamification*).

O autor explica que o termo “jogo” propriamente dito, refere-se a produções como Xadrez, Banco Imobiliário, Mario Kart, Pac-Man e Minecraft, que são projetados principalmente com o objetivo de entreter os usuários. Em contrapartida, os jogos sérios possuem propósitos educacionais mais amplos, ultrapassando os limites do entretenimento (Eugênio, 2024). O autor cita, por exemplo, a utilização de jogos sérios na criação de quizzes, que auxiliam na memorização de conteúdos específicos. Outros exemplos envolvem o uso adequado de jogos de tabuleiro e digitais no ensino. Ele acrescenta que

Jogos de tabuleiro podem ser utilizados para **desenvolver nos alunos o senso de cooperação**, destacar a importância do **planejamento, do trabalho em equipe e do cumprimento das metas** acordadas em um período de tempo limitado. Na mesma linha, **jogos digitais** como o famoso StarCraft podem ser adotados para trabalhar com **planejamento estratégico e tomada de decisão** (Eugênio, 2024, p. 71, grifo nosso).

Nessa perspectiva, torna-se mais clara a distinção entre os termos, quando o autor declara:

No âmbito dos chamados *serious games*, **jogos prontos e focados no entretenimento**, como Minecraft, SimCity e Civilization, **podem ser adaptados e utilizados com um propósito de aprendizagem mais específico**. Ainda, jogos, tanto **digitais quanto analógicos**, podem ser **criados com uma intencionalidade pedagógica explícita** (Eugênio, 2024, p. 71, grifo nosso).

A partir disso, o autor nos mostra que, para haver diferenciação, deve existir uma intencionalidade pedagógica por parte do professor. Essa intencionalidade é o que definirá se um jogo estará voltado apenas ao entretenimento ou se também poderá ser utilizado como recurso para potencializar o aprendizado. O autor ainda acrescenta que, ao utilizar jogos com o intuito de favorecer os processos de aprendizagem, estamos nos referindo à Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ). Essa educação mediada por jogos constitui uma metodologia ativa cuja importância foi defendida por teóricos como Piaget, Vygotsky e Wallon, com o objetivo de oportunizar o desenvolvimento integral das crianças (Eugênio, 2024). Mais adiante, descreveremos essas e outras teorias, evidenciando a relevância da ABJ em qualquer faixa etária.

Ao tratarmos das metodologias ativas, Olivier e Zampin (2024), afirmam que elas

[...] representam abordagens pedagógicas que têm como **objetivo central de incluir os alunos de forma ativa no processo de aprendizagem**. Elas buscam **fomentar a participação dos estudantes**, incentivando a **formação ativa de entendimento e crescimento de capacidades cognitivas e sociais**. Essas abordagens pedagógicas são amplamente empregadas em âmbitos educacionais com a **finalidade de transformar as aulas de maneira mais envolvente, relevante e adaptada às necessidades específicas dos educandos** (Olivier; Zampin, 2024, p. 1, grifo nosso).

Assim, com base em Olivier e Zampin (2024), entende-se que a ABJ é uma metodologia ativa que busca envolver os alunos de maneira interativa e participativa. Por meio da utilização de jogos no ensino, os estudantes são incentivados a resolver problemas, tomar decisões e colaborar, promovendo um aprendizado dinâmico e significativo. Essa abordagem lúdica não apenas mantém os alunos engajados, mas também favorece o desenvolvimento de habilidades críticas, reflexivas e socioemocionais (Olivier; Zampin, 2024).

Eugênio (2024), aponta que a ABJ

[...] é uma tendência que vem sendo **incorporada cada vez mais na educação**. [...] Dessa forma, a **apropriação dos jogos e de seus elementos em contextos educacionais pode ser vista em diversas configurações**. Em jogos projetados especificamente para a educação, conhecidos como **jogos educacionais, jogos educativos ou edutainment, conteúdo e jogabilidade são criados** especificamente para abordar temas de interesse de um professor” (Eugênio, 2024, p. 72, grifo nosso).

De acordo com o autor, essa abordagem tem sido objeto de pesquisa em diferentes contextos, como ocorre na presente investigação, que visa, mediante uma intencionalidade pedagógica, criar e aplicar em sala de aula um jogo sério digital — ou jogo educativo digital — com o intuito de aprimorar o processo de aprendizagem e desenvolver competências que serão detalhadas posteriormente.

Para finalizar, vejamos o conceito de gamificação. Segundo Kapp (2012), ela consiste no “uso de mecânicas baseadas em jogos, estética e pensamento de jogos para engajar pessoas, motivar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas” (Kapp, 2012, p. 10, tradução nossa). Chou (2017) complementa afirmando que gamificação é “a arte de extrair elementos divertidos e envolventes encontrados tipicamente em jogos e aplicá-los de maneira cuidadosa a atividades do mundo real ou produtivas” (Chou, 2017, p. 8, tradução nossa). Já Eugênio (2024) explica que a gamificação

[...] utiliza elementos e dinâmicas dos jogos, como níveis, progressões e pontuações, de forma lúdica, em ambientes analógicos ou virtuais de aprendizagem. [...] é uma ferramenta estratégica poderosa por motivar e engajar os usuários a participarem das atividades e discussões virtuais.

[...] é um dialeto que emergiu a partir do jogo. A emergência das tecnologias digitais transformou esse dialeto primeiro em uma linguagem própria, viva e vibrante. [...] é uma linguagem que pode ser **aplicada em contextos não associados diretamente a jogos**. Enquanto linguagem, a gamificação extrapola a estrutura do jogo e **se mistura com o dia a dia do usuário** [...] (Eugênio, 2024, p. 72-73, grifo nosso).

Dessa forma, os autores convergem ao apontar que a gamificação é uma abordagem que utiliza elementos de jogos para engajar e motivar pessoas em diferentes contextos. Kapp (2012) salienta que tal prática envolve a aplicação de mecânicas, estética e pensamento característicos dos jogos com o objetivo de facilitar a aprendizagem e resolver problemas (Kapp, 2012). Chou (2017) complementa ao destacar que a gamificação consiste em aplicar, de forma planejada, componentes divertidos e envolventes dos jogos em atividades cotidianas (Chou, 2017). Eugênio (2024) amplia essa compreensão ao demonstrar que a gamificação emprega elementos lúdicos em ambientes físicos e virtuais de ensino, funcionando como uma linguagem interativa e dinâmica com potencial para impactar significativamente o cotidiano educacional, ao motivar e engajar os participantes em atividades e discussões. (Eugênio, 2024).

Por fim, como contribuição à compreensão geral da gamificação, Olivier e Zampin (2024) descrevem a ABJ como uma forma de gamificação educacional, afirmando que ela

[...] é uma metodologia educacional que emprega componentes e princípios de jogos para **estimular a aprendizagem e a participação dos alunos**. Essa abordagem **mescla elementos de design de jogos com metas educacionais**, resultando em **experiências interativas e atrativas de aprendizado** (Olivier; Zampin, 2024, p. 10, grifo nosso).

Kapp (2012) reforça essa perspectiva ao afirmar que “jogos sérios serão considerados uma forma de gamificação porque jogos sérios são um subconjunto específico do meta-conceito de gamificação” (Kapp, 2012, p. 18).

Em síntese, a Aprendizagem Baseada em Jogos - ou gamificação educacional - configura-se como uma metodologia que integra elementos e princípios dos jogos com o intuito de incentivar a participação e promover o aprendizado dos alunos (Kapp, 2012). Essa abordagem alia o *design* de jogos com objetivos educacionais, criando experiências de ensino interativas e envolventes (Clou, 2017). Ao incorporar componentes como regras, desafios, recompensas e *feedback*, os estudantes tornam-se mais motivados, o que contribui para o desenvolvimento eficaz de habilidades cognitivas e socioemocionais (Kapp, 2012).

2.4 As características dos jogos educativos digitais

Nessa perspectiva, os jogos educativos são atividades estruturadas que combinam elementos lúdicos e pedagógicos com o objetivo de promover o aprendizado de maneira interativa e prazerosa, podendo ser digitais ou analógicos (Eugênio, 2024). Jogos digitais têm se mostrado particularmente eficazes em engajar os alunos e promover a aprendizagem de forma dinâmica (Kapp, 2012). Esses jogos oferecem uma experiência imersiva, capaz de favorecer a compreensão de conceitos complexos por meio de simulações e visualizações dinâmicas. Um exemplo disso é o “Kahoot!”, que utiliza mecânicas de jogo para ensinar conteúdos variados de maneira envolvente e acessível.

Com o objetivo de compreender melhor como os jogos são estruturados, analisaremos seus principais aspectos, os quais orientarão a produção do jogo educativo digital desenvolvido nesta pesquisa. Segundo McGonigal (2017), independentemente das diferenças de gênero ou das complexidades tecnológicas, todos os jogos compartilham quatro características fundamentais que os definem: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária.

A meta é o objetivo específico que os jogadores devem alcançar, direcionando seu foco e guiando suas ações ao longo do jogo. Ela oferece um sentido claro de propósito. As regras, por sua vez, estabelecem limitações quanto à forma de atingir essa meta. Ao eliminar ou restringir os caminhos mais óbvios, incentivam os jogadores a explorar novas alternativas, promovendo a criatividade e o pensamento estratégico. O sistema de *feedback* (retorno) mantém os jogadores informados sobre o quão próximos estão de alcançar a meta, podendo ser representado por pontos, níveis, placares ou barras de progresso. De maneira mais simples, o *feedback* pode indicar apenas quando o jogo termina ao atingir um determinado resultado. O retorno em tempo real assegura aos jogadores que a meta é atingível, o que proporciona motivação para continuar jogando (Mcgonigal, 2017).

Por fim, a participação voluntária exige que todos os jogadores aceitem, de maneira consciente e voluntária, a meta, as regras e o sistema de *feedback*. Isso cria uma base comum que permite a interação entre os participantes. Ademais, a liberdade de entrar ou sair do jogo por vontade própria assegura que uma atividade intencionalmente desafiadora seja vivenciada como algo seguro e agradável (McGonigal, 2017).

Embora McGonigal (2017) evidencie os quatro principais elementos de jogos, apresentamos, a seguir, outros elementos considerados essenciais na ABJ, com o intuito de ampliar a compreensão sobre a estrutura dos jogos e contribuir para a organização do

pensamento e das ações voltadas à construção ou à aplicação de jogos educativos digitais. Para isso, elaboramos o Quadro 2, com base em estudos de diversos autores, entre os quais se destacam Kapp (2012), McGonigal (2017), Schell (2020), Deterding *et al.* (2011), Chou (2017), Werbach e Hunter (2012), Aldrich (2005), Salen e Zimmerman (2012), Fullerton (2024), Koster (2014) e Gee (2007, 2013).

Quadro 2: Alguns elementos essenciais na ABJ

ELEMENTOS	DESCRIÇÃO
Missões/ Objetivos	Objetivos específicos que orientam os jogadores e fornecem estrutura para a jogabilidade, mantendo o foco no aprendizado.
Regras	Elas estabelecem a estrutura e os limites do jogo, definindo como ele deve ser jogado.
<i>Feedback</i>	Fornece informações imediatas sobre as ações dos jogadores, essencial para aprendizado e ajuste de estratégias.
Participação voluntária	Escolha consciente dos jogadores de participar do jogo, influenciando seu nível de comprometimento.
Desafios	Obstáculos ou problemas que exigem habilidade e esforço para serem superados, promovendo motivação e engajamento.
Recompensas	Benefícios dados aos jogadores por alcançar objetivos ou completar tarefas, incentivando a persistência e o engajamento.
Níveis/ Sistemas de progresso	Etapas ou fases do jogo que estruturam a progressão, proporcionando metas claras e mantendo o interesse.
Narrativa	História ou contexto que envolve os jogadores, fornecendo um propósito e imersão.
Engajamento	Envolvimento ativo e contínuo dos jogadores com o jogo, essencial para manter o interesse e a motivação.
Personalização	Capacidade dos jogadores de ajustar aspectos do jogo de acordo com suas preferências, aumentando a relevância e o engajamento.
Interatividade	Grau em que os jogadores podem influenciar eventos dentro do jogo, promovendo engajamento ativo e aprendizado significativo.
Competição e Colaboração	Elementos que motivam os jogadores a melhorarem seu desempenho e a trabalharem em equipe, promovendo habilidades sociais e competitivas.
Aprendizado	Aquisição de novas habilidades e conhecimentos através da experiência de jogo, conectando a diversão com o crescimento pessoal.
Exploração	Ato de os jogadores investigarem e descobrirem o ambiente do jogo,

	promovendo a curiosidade e o aprendizado autodirigido.
Simulações	Ambientes de jogo que replicam situações ou processos do mundo real, oferecendo experiências práticas e contextuais.
Prazer e Diversão	Satisfação e alegria derivadas da experiência de jogar, essenciais para manter a motivação e o interesse dos jogadores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Ao analisar alguns dos elementos apresentados no Quadro 2, McGonigal (2017), afirma:

As informações em tempo real e as referências quantitativas são a razão pela qual os jogadores se tornam cada vez melhores em praticamente qualquer jogo do qual participam: seu desempenho é constantemente avaliado e lhes é devolvido na forma de **barras de progresso, pontos, níveis e conquistas**. Os jogadores conseguem visualizar com facilidade e exatidão onde e quando estão fazendo progressos. Esse tipo de *feedback* instantâneo e positivo leva os jogadores a trabalhar com mais afinco e a se tornarem bem-sucedidos em **desafios** mais difíceis (McGonigal, 2017, p. 244, grifo nosso).

Com o intuito de reforçar os pontos destacados no Quadro 2, apresentamos a Quadro 3 elaborada por Rocha (2017) sobre os “16 elementos de aprendizagem” que resume os princípios de Gee (2013).

Quadro 3: Síntese dos princípios de aprendizagem de Gee (2013)

Identidade	O usuário assume uma identidade virtual no jogo, seja ela realizada por meio de um avatar personalizado pelo próprio jogador ou um avatar disponibilizado pelo jogo.
Interação	Interação que ocorre entre jogador e jogo no processo de jogar. Estas interações podem ser realizadas por meio do avatar para alcançar o objetivo, por meio de <i>feedbacks</i> na tela informando a respeito do desempenho do jogador ou por meio de chats entre participantes.
Risco	Toda a ação realizada em jogo pelo usuário oferece um risco que pode ser o de fracassar ou de vencer.
Produção	Capacidade que o jogador tem de modificar o mundo/cenário virtual a partir das ações realizadas em jogo.
Customização	Possibilidade que o jogador tem de customizar o ambiente do jogo para melhor atender às suas necessidades, como por exemplo, dar zoom ou adicionar e remover o som.
Agência	Capacidade que o jogador tem de escolher qual missão ou desafio deseja realizar por primeiro, sendo dele o poder de escolha.

Boa ordenação dos problemas	Os desafios propostos em jogo seguem uma ordem do mais fácil ao mais difícil. Isso capacita o jogador e o avatar ao longo dos desafios para que atinja e conclua o nível mais difícil.
Desafio e consolidação	Capacidade de o jogo oferecer desafios atingíveis, que quando alcançados, geram novas missões e novas habilidades e conhecimentos a serem aprendidos.
Na hora certa	<i>Feedbacks</i> aparecem no momento certo para o jogador. Eles são importantes para que o usuário saiba em tempo real como está o seu desempenho dentro do ambiente virtual, dando tempo para que o usuário reaja.
Sentidos contextualizados	Os desafios encontrados são contextualizados com os <i>feedbacks</i> , ações e cenário virtual.
Frustração prazerosa	O jogo disponibiliza ao usuário a capacidade de o jogador ao fracassar em um desafio poder recomeçar novamente do mesmo ponto ou nível que fracassou, dando ainda, uma sensação de prazer.
Pensamento sistemático	Os desafios apresentam ao jogador habilidades e ações interligadas entre si, para que o usuário possa utilizá-las a fim de alcançar o objetivo.
Explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos	Possibilidade de o jogador explorar as possibilidades de ação antes de tomar decisões, refletindo e repensando os objetivos para, após isso, agir com precisão.
Ferramentas inteligentes	Habilidades que avatares possuem em jogo ou ferramentas disponibilizadas no cenário virtual, que podem ser emprestadas ao jogador para que as utilize e seja capaz de completar o desafio.
Equipes transfuncionais	Disposição de jogar com mais de um jogador, como por exemplo, a modalidade multi-usuário.
Performance anterior a competência	Os desafios solicitados em jogo seguem uma ordem necessária para que quando o jogador for solicitado a realizar determinada ação, o mesmo já tenha a habilidade e seja capaz de fazê-lo.

Fonte: Rocha (2017, p. 5-6).

Segundo Rocha (2017),

Esses princípios foram elaborados a partir da análise do autor sobre jogos, em que **após jogá-los constatou que jogadores permaneciam motivados a jogar** mesmo se as missões e desafios, apresentados no ambiente virtual, fossem longos de duração, difíceis e complexos.

Com isso, Gee [...] percebeu que **jogos possuem elementos que fazem com que o usuário jogue o jogo, da mesma forma que estimula a aprendizagem de seus usuários** (Rocha, 2017, p. 6, grifo nosso).

Gee (2013), conforme citado por Rocha (2017), identificou que os jogos, mesmo com desafios longos, difíceis e complexos, conseguem manter os jogadores motivados. Essa constatação levou o autor a reconhecer que os jogos possuem elementos intrínsecos que não apenas incentivam a continuidade da experiência lúdica, mas também promovem a aprendizagem de forma eficaz. Esses elementos contribuem para o engajamento, mantendo os jogadores interessados e envolvidos, o que é análogo aos processos de aprendizagem que ocorrem em contextos educacionais bem-sucedidos.

Um dos elementos não citados no Quadro 2, mas evidenciado por Schell (2020) e Koster (2014), é o equilíbrio. Ele consiste na harmonia entre diferentes elementos do jogo proporcionando uma experiência justa e desafiadora. Trata-se possivelmente do principal elemento entre os mencionados. Segundo Santaella (2017), um “jogo bem equilibrado gera prazer intrínseco” (Santaella, 2017, p. 43). Sem esse equilíbrio entre os elementos dos jogos, a experiência proporcionada pelo jogo pode não alcançar o efeito desejado. Dessa forma, ao apresentarmos o Quadro 2, não pretendemos afirmar que todos os jogos devem conter todos os elementos listados, mas sim que um bom jogo deve integrar os elementos de modo a garantir o equilíbrio entre eles. Adicionalmente, consideramos que os elementos “prazer e diversão”, “aprendizado” e “equilíbrio” são essenciais em jogos bem-sucedidos, especialmente em jogos educativos.

Destaca-se ainda que, na ABJ, o erro é concebido como parte fundamental e construtiva do processo de aprendizagem. Em vez de representar um fracasso, o erro é integrado como oportunidade de experimentação e de desenvolvimento de novas estratégias. Nos jogos, os erros possibilitam que os jogadores explorem diferentes abordagens e aprendam com as consequências de suas escolhas. Esse ciclo de tentativa e erro não apenas fortalece a resiliência, estimula a reflexão crítica e contribui para o aprimoramento contínuo. Assim, na ABJ, os erros são reconhecidos como elementos vitais para o crescimento pessoal e educacional.

Outro elemento que pode emergir do equilíbrio entre os componentes de um jogo é a imersão. A imersão está associada à profundidade e ao envolvimento emocional dos jogadores com a experiência lúdica. Quando atinge seu ápice, essa imersão leva ao que Csikszentmihalyi (1999) denomina estado de fluxo (*Flow*), caracterizado por um foco intenso e uma motivação intrínseca profunda durante a realização de uma atividade.

Segundo Santaella (2017), Csikszentmihalyi (1999)

[...] desenvolveu a “teoria do estado do fluxo”, com o intuito de descrever o momento em que um indivíduo chega em um estado pleno de satisfação e motivação intrínseca,

como se o jogador entrasse em um túnel composto por desafios possíveis de serem atingidos; um fluxo cuja progressão não é interrompida (Santaella, 2017, p. 13).

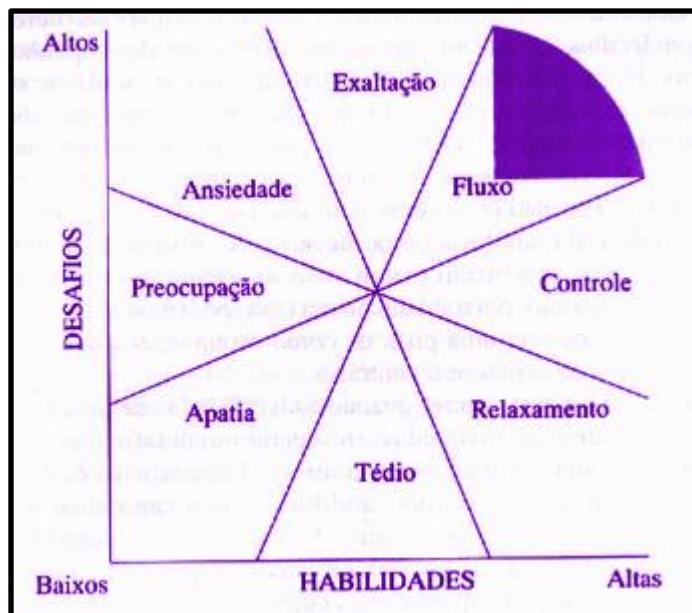
Para Csikszentmihalyi (1999), o fluxo

[...] tende a ocorrer quando as habilidades de uma pessoa estão totalmente envolvidas em superar um desafio que está no limiar de sua capacidade de controle. Experiências ótimas geralmente envolvem um fino equilíbrio entre a capacidade do indivíduo de agir e as oportunidades disponíveis para a ação (Csikszentmihalyi, 1999, p. 37).

Essa teoria encontra ressonância no último princípio de Gee (2013), descrito por Rocha (2017), segundo o qual os “[...] desafios solicitados em jogo seguem uma ordem necessária para que quando o jogador for solicitado a realizar determinada ação, o mesmo já tenha a habilidade e seja capaz de fazê-lo” (Rocha, 2017, p. 6).

Para visualizar de maneira mais clara este estado, vejamos a Figura 1.

Figura 1 - A qualidade da experiência como uma função do relacionamento entre desafios e habilidades. A experiência ótima, ou fluxo, ocorre quando ambas as variáveis estão elevadas.



Fonte: Csikszentmihalyi (1999, p. 38).

Csikszentmihalyi (1999) explora a relação entre os desafios que enfrentamos e nossas habilidades para lidar com eles. Ele observa que quando os desafios são muito altos em comparação com nossas habilidades, experimentamos frustração, que pode evoluir para preocupação e, eventualmente, ansiedade. Por outro lado, quando os desafios são muito baixos em relação às nossas habilidades, inicialmente sentimos relaxamento, mas isso pode

rapidamente se transformar em tédio. Quando tanto os desafios quanto as habilidades são baixos, a pessoa tende a sentir-se apática. No entanto, quando há um equilíbrio onde altos desafios são correspondidos por altas habilidades, é mais provável que ocorra um profundo envolvimento, conhecido como estado de fluxo, que se destaca na vida cotidiana pela intensidade de concentração e prazer (Csikszentmihalyi, 1999).

Csikszentmihalyi (1999) descreve esse estado da seguinte forma:

Quando as metas são claras, o feedback compatível e os desafios e habilidades estão equilibrados, a atenção se torna ordenada e recebe total investimento. Devido à exigência total de energia psíquica, **uma pessoa no fluxo está completamente concentrada.** Não há espaço na consciência para pensamentos que distraiam, para sentimentos incoerentes. A autoconsciência desaparece, no entanto a pessoa se sente mais forte do que de costume. O senso de tempo é distorcido: as horas parecem passar como minutos. Quando todo o ser de uma pessoa é levado ao funcionamento total do corpo e da mente, o que quer que se faça torna-se digno de ser feito por seu próprio valor; viver se torna sua própria justificativa. No foco harmonioso das energias físicas e psíquicas, **a vida enfim se torna realmente significativa.** (Csikszentmihalyi, 1999, p. 38, grifo nosso).

Com base nessa teoria, os estudantes que experimentam o estado de fluxo tendem a demonstrar maior persistência nas tarefas de aprendizagem, uma vez que estão intrinsecamente motivados a continuar. A experiência do *Flow* deve incentivá-los a enfrentar desafios e a não desistir facilmente, promovendo uma maior resiliência. Desse modo, quando os alunos se divertem e se sentem adequadamente desafiados, tendem a apresentar maior motivação, engajamento e concentração (Csikszentmihalyi, 1999).

Segundo Csikszentmihalyi (2020),

Uma maneira simples de **encontrar desafios é entrar em uma situação competitiva.** Por isso o grande apelo de jogos e esportes que põem uma pessoa ou equipe contra outra. De muitas maneiras, a competição é uma forma rápida de desenvolver complexidade. “O que luta conosco”, escreveu Edmund Burke, “fortalece nossos nervos e aguça nossa habilidade. Nosso adversário nos ajuda.” Os desafios da competição podem ser estimulantes e prazerosos. Mas, quando derrotar o oponente toma a precedência na mente sobre obter o melhor desempenho possível, a fruição tende a desaparecer. A competição só pode ser apreciada quando é um meio de aperfeiçoar as habilidades; quando se torna um fim em si, deixa de ser divertida (Csikszentmihalyi, 2020, p. 55-56, grifo nosso).

Dessa forma, a competição pode ser uma maneira eficaz de estimular desafios e aprimorar habilidades, sendo prazerosa quando usada como meio de melhoria do desempenho. No entanto, quando vencer o oponente se torna o foco principal, o prazer desaparece, e a competição perde seu propósito e diversão.

A imersão é desejável no ambiente escolar e, em especial, na Física, visto que a abordagem tradicional de ensino, conforme Esmeraldo, Lima e Cavalcante Neto (2021), desmotiva e

causa

a falta de interesse pela disciplina, acarretando a insuficiência na participação ativa na construção do conhecimento na grande maioria dos estudantes. Jogos projetados com equilíbrio entre os elementos, podem acarretar em um constante estado de foco, diversão e aprendizado.

2.5 Vantagens, armadilhas e desafios dos jogos na educação

Os jogos têm sido amplamente reconhecidos como uma ferramenta poderosa e inovadora no campo da educação, oferecendo inúmeras vantagens que contribuem para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Conforme apontado por diversos estudiosos, como Gee (2007, 2013), McGonigal (2017) e Shaffer (2006), e com base no quadro produzido por Grando (2000), o Quadro 4 foi elaborado com o objetivo de observar as vantagens significativas da implementação dos jogos em sala de aula.

Quadro 4 - Os jogos na educação e suas vantagens significativas

- 1. Fixação de conceitos:** Permitem a consolidação de conceitos já aprendidos de maneira motivadora para os estudantes.
- 2. Introdução e desenvolvimento de conceitos:** Facilitam a introdução e compreensão de conceitos complexos.
- 3. Desenvolvimento de estratégias:** Estimulam a criação de estratégias para a resolução de problemas, devido aos desafios que os jogos apresentam.
- 4. Tomada de decisões:** Encorajam os alunos a tomar decisões e avaliar suas consequências.
- 5. Significação de conceitos:** Ajudam a dar significado a conceitos aparentemente incompreensíveis.
- 6. Interdisciplinaridade:** Promovem a conexão entre diferentes disciplinas.
- 7. Participação ativa:** Requerem que os alunos participem ativamente na construção do seu próprio conhecimento.
- 8. Socialização e trabalho em equipe:** Incentivam a socialização entre os estudantes e a conscientização sobre a importância do trabalho em equipe.
- 9. Motivação:** A utilização de jogos é um fator motivador para os estudantes.
- 10. Desenvolvimento de habilidades:** Favorecem o desenvolvimento da criatividade, senso crítico, participação, competição saudável, observação, diversas formas de uso da linguagem e o prazer em aprender.
- 11. Reforço e recuperação de habilidades:** Podem ser utilizados para reforçar ou recuperar habilidades necessárias, sendo útil para estudantes de diferentes níveis.
- 12. Diagnóstico de aprendizagem:** Permitem que os professores identifiquem e diagnostiquem erros de aprendizagem, atitudes e dificuldades dos alunos.

Fonte: Adaptado de Grando (2000, p. 35).

Ao analisar a obra de Grando (2000), constata-se que o autor apresenta uma série de benefícios associados ao uso de jogos no ambiente educacional, evidenciando seu potencial como uma ferramenta de aprendizado eficaz e adaptável. Segundo o autor, os jogos são excelentes para reforçar conceitos já aprendidos, motivando os alunos e facilitando a retenção

do conhecimento. Além disso, são capazes de introduzir e desenvolver conceitos mais complexos, permitindo uma compreensão mais acessível por parte dos estudantes.

Grando (2000) também enfatiza que os jogos oferecem desafios que estimulam o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas, incentivando os alunos a tomar decisões e a avaliar suas consequências, o que promove um aprendizado mais interativo e reflexivo. Os jogos, segundo o autor, atribuem significado a conceitos que podem parecer abstratos, tornando o aprendizado mais relevante e contextualizado.

No que diz respeito à interdisciplinaridade, Grando (2000) salienta que os jogos auxiliam na conexão entre diferentes disciplinas, permitindo que os alunos compreendam as relações entre elas. Observa, ainda, que os jogos exigem a participação ativa dos estudantes, engajando-os na construção do próprio conhecimento. Além disso, destaca-se o papel dos jogos na promoção da socialização e na valorização do trabalho em equipe, aspectos cruciais para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais.

Para o autor, o uso de jogos em sala de aula constitui, por si só, um importante elemento motivador, tornando o processo de aprendizagem mais prazeroso e envolvente. Os jogos fomentam o desenvolvimento de diversas habilidades, como criatividade, pensamento crítico, participação ativa, competição saudável, observação e uso diversificado da linguagem. Esse ambiente de aprendizado lúdico é essencial para manter os alunos interessados e engajados.

Grando (2000) ressalta, ainda, que os jogos podem ser utilizados para reforçar ou recuperar habilidades específicas que os alunos necessitam desenvolver, funcionando como uma ferramenta valiosa para estudantes de diferentes níveis. O autor também observa que os jogos permitem aos professores identificar e diagnosticar dificuldades e erros de aprendizagem, fornecendo *feedback* imediato e contínuo, o que é vital para o ajuste de estratégias pedagógicas e para garantir o sucesso educacional.

No entanto, o uso de jogos na educação também apresenta algumas armadilhas e dificuldades que precisam ser cuidadosamente consideradas. Grando (2000) destaca, em sua pesquisa, as “desvantagens” (que, conforme nossa análise, os termos corretos seriam “as armadilhas e desafios”) da utilização de jogos no contexto educacional. Neste sentido, conforme se observa no Quadro 5, é possível perceber a profundidade e a complexidade envolvidas na incorporação dos jogos no ambiente de ensino.

Quadro 5 - As armadilhas e desafios dos jogos na educação

- 1. Uso inadequado:** Quando mal utilizados, os jogos podem adquirir um caráter puramente aleatório, tornando-se apenas um "apêndice" na sala de aula. Os alunos jogam e se sentem motivados apenas pela atividade em si, sem compreender o propósito educacional por trás dela.
- 2. Tempo gasto:** As atividades de jogo podem consumir muito tempo e, se o professor não estiver bem preparado, outros conteúdos importantes podem ser sacrificados devido à falta de tempo.
- 3. Falsas concepções:** Há uma falsa ideia de que todos os conceitos devem ser ensinados através de jogos, transformando as aulas em verdadeiros cassinos, sem sentido educativo para os alunos.
- 4. Perda da ludicidade:** A interferência constante do professor pode destruir a essência lúdica do jogo, tornando a atividade menos divertida e envolvente.
- 5. Imposição:** A obrigatoriedade imposta pelo professor, exigindo que o aluno jogue mesmo contra sua vontade, elimina a voluntariedade essencial à natureza dos jogos.
- 6. Acesso a materiais:** Existe dificuldade no acesso e disponibilidade de materiais sobre o uso de jogos no ensino, o que pode limitar o trabalho docente e a efetividade das atividades lúdicas.

Fonte: Adaptado de Grando (2000, p. 35).

O autor realiza uma reflexão abrangente sobre as armadilhas e os desafios do uso de jogos no contexto educacional, ressaltando a importância de uma implementação planejada e consciente.

Embora reafirme os benefícios pedagógicos dos jogos, Grando (2000) adverte que, se mal utilizados, eles podem se tornar atividades meramente recreativas, sem propósito educativo claro, levando os alunos a envolverem-se apenas pelo entretenimento, sem alcançar os objetivos de aprendizagem propostos. Além disso, o autor alerta para a necessidade de equilibrar o tempo dedicado aos jogos com outras estratégias pedagógicas, pois, se mal planejados, os jogos podem consumir tempo excessivo, prejudicando o desenvolvimento de conteúdos importantes.

Outro ponto relevante é a falsa ideia de que todos os conceitos podem ser ensinados por meio de jogos. Grando (2000) adverte que transformar as aulas em verdadeiros "cassinos" pode desvirtuar os objetivos pedagógicos, comprometendo a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Assim, é fundamental que os jogos sejam utilizados como recurso complementar, integrando-se estrategicamente a outras metodologias.

O autor também chama atenção para a possibilidade de perda da ludicidade dos jogos em decorrência da interferência excessiva do professor, o que pode comprometer o envolvimento e a motivação dos alunos. Do mesmo modo, a imposição de jogos, obrigando os estudantes a participarem contra sua vontade, pode eliminar a motivação intrínseca e transformar a atividade em uma experiência negativa.

Grando (2000) menciona, ainda, a escassez de materiais didáticos e de referências sobre o uso de jogos no ensino como um obstáculo significativo. Para que os jogos sejam realmente eficazes, os professores precisam dispor de recursos adequados e de orientações claras quanto à sua aplicação pedagógica. Vale destacar que esta pesquisa visa contribuir para preencher essa lacuna, especialmente no ensino de Física.

Portanto, para maximizar os benefícios e minimizar os riscos associados ao uso dos jogos na educação, Grando (2000) enfatiza a importância de um planejamento cuidadoso e de uma preparação adequada por parte dos educadores. Quando integrados de forma significativa e estratégica, os jogos podem promover uma aprendizagem mais dinâmica, envolvente e eficaz, atendendo às necessidades educativas dos estudantes.

2.6 Habilidades e a ABJ

É com esse intuito que a ABJ tem se consolidado como uma metodologia eficaz para o desenvolvimento de diversas competências essenciais ao crescimento integral dos alunos. Entre essas competências, destacam-se as habilidades competitivas, sociais, emocionais e cognitivas. Por meio de jogos bem estruturados, os estudantes são incentivados a competir de maneira saudável, ao mesmo tempo em que colaboram com seus colegas, o que promove um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo.

As interações sociais que ocorrem durante os jogos favorecem o desenvolvimento de habilidades interpessoais, como comunicação e trabalho em equipe. No aspecto emocional, os jogos oferecem um espaço seguro para que os alunos experimentem e aprendam a gerenciar emoções como a frustração e a alegria. Já no campo cognitivo, os jogos desafiam os estudantes a resolver problemas, tomar decisões estratégicas e aplicar conhecimentos de forma prática e contextualizada. Dessa forma, a ABJ não apenas torna o processo de aprendizagem mais envolvente, como também prepara os alunos para enfrentar diversos desafios dentro e fora do ambiente escolar.

Com base nos estudos autores como Gee (2007, 2013), McGonigal (2017), Shaffer (2006) e Grando (2000), foram elaborados os quadros que seguem, nos quais são enumeradas as diferentes habilidades - competitivas, sociais, emocionais e cognitivas - que podem ser desenvolvidas por meio da utilização de jogos em sala de aula, conforme indicado na literatura sobre o tema. Vale destacar que, até o presente momento, nenhuma das obras consultadas apresenta essas habilidades organizadas da forma proposta nesta pesquisa.

Ademais, observa-se no Brasil um crescente interesse pelas questões socioemocionais dos estudantes, o que tem impulsionado a formulação de políticas públicas que integram essas competências ao currículo da educação básica. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que define as competências e habilidades essenciais a serem desenvolvidas ao longo da educação básica, foi recentemente implementada no país. Esse documento estabelece um perfil de aluno a ser construído progressivamente em cada etapa escolar. Segundo o texto da BNCC:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, **comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável** requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, **aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.** (Brasil, 2018, p. 15, grifo nosso).

Dessa forma, é possível observar que muitas das habilidades elencadas pela BNCC — como comunicação eficaz, colaboração, resiliência, empatia, resolução de problemas, pensamento crítico e análise de dados — também estão presentes nas experiências proporcionadas pela Aprendizagem Baseada em Jogos. Isso reforça o potencial da ABJ como ferramenta alinhada às diretrizes educacionais vigentes no país.

2.6.1 Habilidades competitivas e a ABJ

As competências competitivas desenvolvidas por meio dos jogos referem-se às capacidades ou habilidades que permitem aos jogadores se destacarem e obterem sucesso em ambientes de competição. Essas habilidades são organizadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Habilidades competitivas e a ABJ

HABILIDADE	DESCRIÇÃO
Tomada de decisão rápida	Habilidade de fazer escolhas rápidas e eficazes em situações de pressão.
Estratégia e Planejamento	Capacidade de desenvolver e executar planos táticos para alcançar objetivos.
Reflexos e Coordenação	Habilidades motoras finas para responder rapidamente a estímulos no jogo.
Gestão de recursos	Eficácia em utilizar e alocar recursos limitados de maneira estratégica.

Análise de oponentes	Capacidade de observar e prever as ações dos adversários para obter vantagem.
Adaptação	Flexibilidade para ajustar estratégias em resposta a mudanças no ambiente do jogo.
Concentração e Foco	Manter a atenção em objetivos específicos e ignorar distrações.
Resiliência	Capacidade de se recuperar rapidamente de falhas ou derrotas e continuar a competir.
Colaboração e Comunicação	Eficácia em trabalhar com outros jogadores e comunicar estratégias claramente em jogos de equipe.
Conhecimento profundo do jogo	Compreensão detalhada das regras, mecânicas e dinâmicas do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas habilidades contribuem significativamente para o desenvolvimento das competências competitivas, permitindo que os jogadores avaliem rapidamente o contexto, tomem decisões assertivas e adaptem suas estratégias para superar obstáculos e adversários.

2.6.2 Habilidades sociais e a ABJ

A competência social desenvolvida por meio dos jogos refere-se às capacidades ou habilidades que permitem aos jogadores interagir de forma eficaz com os demais dentro do contexto lúdico. Essas habilidades são mostradas no Quadro 7.

Quadro 7 - Habilidades sociais e a ABJ

HABILIDADE	DESCRÍÇÃO
Comunicação eficaz	Capacidade de transmitir informações de maneira clara e compreensível, tanto verbalmente quanto por escrito.
Trabalho em equipe	Habilidade de colaborar com outros jogadores para alcançar objetivos comuns, valorizando as contribuições de cada membro da equipe.
Empatia	Capacidade de entender e respeitar os sentimentos e perspectivas dos outros jogadores.
Resolução de conflitos	Habilidade de gerenciar e resolver desentendimentos e disputas de maneira pacífica e construtiva.
Escuta Ativa	Capacidade de ouvir atentamente os outros jogadores, compreendendo suas necessidades e respondendo adequadamente.

Negociação	Habilidade de chegar a acordos mutuamente benéficos através da discussão e do comprometimento.
Liderança	Capacidade de guiar e inspirar outros jogadores, coordenando esforços para atingir objetivos coletivos.
Cooperação	Disposição para ajudar e apoiar outros jogadores, contribuindo para o sucesso do grupo.
Adaptabilidade	Flexibilidade para ajustar comportamentos e estratégias com base nas dinâmicas sociais e necessidades do grupo.
Confiança interpessoal	Capacidade de construir e manter relações de confiança com outros jogadores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas habilidades sociais são essenciais em jogos que envolvem a interação entre participantes, promovendo um ambiente colaborativo e saudável. Além disso, contribuem para a melhoria da experiência de jogo e para o alcance de objetivos comuns.

2.6.3 Habilidades emocionais e a ABJ

As competências emocionais desenvolvidas por meio dos jogos referem-se às capacidades ou habilidades relacionadas ao reconhecimento, à compreensão e à gestão das próprias emoções, bem como à habilidade de lidar eficazmente com as emoções dos outros. Essas habilidades estão organizadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Habilidades emocionais e a ABJ

HABILIDADE	DESCRIÇÃO
Autoconhecimento	Capacidade de reconhecer e entender suas próprias emoções, incluindo pontos fortes e áreas para melhoria.
Autocontrole	Habilidade de regular suas emoções e comportamentos, especialmente em situações desafiadoras ou estressantes dentro do jogo.
Consciência emocional	Capacidade de identificar e compreender as emoções dos outros jogadores, ajudando na colaboração e na resolução de conflitos.
Empatia	Capacidade de se colocar no lugar dos outros jogadores, entender seus sentimentos e responder de maneira apropriada.
Resiliência	Capacidade de se recuperar rapidamente de frustrações, falhas ou derrotas dentro do jogo, mantendo a motivação e o engajamento.

Gestão de estresse	Habilidade de lidar eficazmente com o estresse e a pressão durante o jogo, mantendo o desempenho e o foco.
Motivação	Capacidade de estabelecer metas desafiadoras e persistir na busca delas, mesmo diante de obstáculos.
Controle de impulsos	Habilidade de resistir a decisões precipitadas ou impulsivas durante o jogo, priorizando estratégias de longo prazo.
Autoconfiança	Crença em suas próprias habilidades e capacidade de alcançar sucesso no jogo, promovendo uma atitude positiva e proativa.
Compaixão	Capacidade de demonstrar compreensão e cuidado pelos outros jogadores, promovendo um ambiente de jogo mais positivo e inclusivo.
Colaboração	Habilidade de trabalhar efetivamente em equipe, compartilhando responsabilidades e objetivos com outros jogadores.
Assertividade	Capacidade de comunicar suas próprias necessidades e opiniões de maneira clara e respeitosa, facilitando a cooperação e o entendimento mútuo.
Adaptação	Flexibilidade para ajustar suas estratégias e comportamentos conforme necessário, em resposta a mudanças no jogo ou nas dinâmicas sociais.
Tolerância à frustração	Capacidade de lidar com situações desafiadoras ou injustas dentro do jogo sem perder o controle emocional.
Bem-estar emocional	Promoção de um equilíbrio saudável entre emoções positivas e negativas durante a experiência de jogo, favorecendo o bem-estar geral.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desenvolver competências emocionais por meio dos jogos não apenas aprimora a experiência individual do jogador, mas também contribui para um ambiente de jogo mais positivo, colaborativo e gratificante para todos os participantes.

2.6.4 Habilidades cognitivas e a ABJ

As competências cognitivas desenvolvidas por meio dos jogos referem-se às capacidades ou habilidades mentais que um indivíduo utiliza para aprender, resolver problemas e tomar decisões. Essas competências estão organizadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Habilidades cognitivas e a ABJ

HABILIDADE	DESCRIÇÃO
Resolução de problemas	Habilidade de identificar problemas, analisar informações e encontrar soluções eficazes.
Pensamento crítico	Capacidade de avaliar informações e argumentos de forma lógica e objetiva para tomar decisões bem fundamentadas.
Memória	Melhoria na capacidade de recordar informações, sequências de eventos e estratégias importantes.
Atenção e concentração	Capacidade de manter o foco em tarefas específicas por períodos prolongados, ignorando distrações.
Tomada de decisão	Habilidade de fazer escolhas rápidas e eficazes com base em informações disponíveis e objetivos de longo prazo.
Planejamento e organização	Capacidade de desenvolver e implementar planos estruturados para atingir metas.
Multitarefa	Habilidade de gerenciar várias tarefas ou objetivos simultaneamente, mantendo a eficácia em cada um.
Percepção espacial	Capacidade de entender e lembrar as relações espaciais entre objetos no ambiente do jogo.
Raciocínio lógico	Habilidade de seguir e aplicar regras lógicas para resolver problemas e entender padrões.
Criatividade	Capacidade de gerar novas ideias, soluções inovadoras e abordar problemas de forma original.
Adaptação	Flexibilidade mental para ajustar estratégias e comportamentos em resposta a novas informações ou mudanças no ambiente.
Velocidade de processamento	Habilidade de processar informações rapidamente e reagir de maneira ágil.
Aprendizagem contínua	Capacidade de adquirir e aplicar novos conhecimentos e habilidades de forma contínua.
Reconhecimento de padrões	Habilidade de identificar e entender padrões em dados ou situações, o que ajuda na tomada de decisões e na antecipação de eventos.
Análise de dados	Capacidade de interpretar e utilizar dados e estatísticas para informar decisões e estratégias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas competências cognitivas são fundamentais para o desenvolvimento intelectual e podem ser significativamente aprimoradas por meio da prática regular de jogos que exijam pensamento estratégico, resolução de problemas e adaptação rápida.

2.7 Teorias relacionadas com jogos educativos digitais

Após a exploração das diversas habilidades desenvolvidas por meio da ABJ, torna-se evidente como essa abordagem pode enriquecer o processo educacional, promovendo competências competitivas, sociais, emocionais e cognitivas. Para compreender plenamente o impacto e a eficácia da ABJ, é fundamental investigar as teorias pedagógicas que sustentam essa metodologia.

Essas teorias oferecem uma base conceitual sólida, explicando os princípios educacionais que fundamentam a ABJ e destacando como e por que ela se mostra eficaz na prática. A seguir, serão apresentadas as principais teorias associadas à ABJ, com o objetivo de analisar de que forma elas se articulam para compor uma abordagem educacional inovadora e eficiente.

O Quadro 10 resume as principais teorias associadas ao uso de jogos na educação. Ressalta-se que a Teoria do *Flow* já foi abordada anteriormente.

Quadro 10: Teorias relacionadas aos jogos

TEORIAS	DESCRIÇÃO
Construtivismo	Os alunos constroem conhecimento ao resolver problemas e tomar decisões durante o jogo (Piaget, 1975).
Sociointeracionismo	O jogo promove a interação social e a co-construção do conhecimento (Vygotsky, 2002).
Wallon	O jogo incorpora elementos emocionais para criar um ambiente de aprendizagem envolvente e promover um desenvolvimento integral dos estudantes (Wallon, 1968).
Aprendizagem Significativa	O conteúdo do jogo é relevante e conectado ao conhecimento prévio dos alunos (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978; Moreira, 2006).
<i>Flow</i>	O jogo equilibra desafios com habilidades dos jogadores para mantê-los engajados (Csikszentmihalyi, 1999).

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.7.1 Construtivismo e a ABJ

A teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget oferece uma base significativa para compreender a ABJ. Segundo Piaget (1991), o conhecimento desenvolve-se de forma contínua, sendo construído por meio da interação ativa do indivíduo com seu ambiente, tanto físico quanto social.

Piaget (1975) realizou um estudo detalhado sobre como os seres humanos desenvolvem seu conhecimento, analisando as características do pensamento, da linguagem e do comportamento em crianças e adolescentes. O autor propôs que as crianças passam por quatro estágios de desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operacional, operacional concreto e operacional formal. Cada estágio é caracterizado por diferentes habilidades cognitivas e formas de interagir com o mundo. Classificou também os jogos em jogos de exercício, simbólicos e de regras (Piaget, 1975). Apresentamos, a seguir, nos Quadros 11 e 12, os principais estágios de desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget e a classificação dos jogos proposta por ele.

Quadro 11: Estágios de desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget.

ESTÁGIO	IDADE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	TIPOS DE JOGOS RELEVANTES
Sensório-motor	0-2 anos	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento das habilidades motoras e sensoriais - Exploração do mundo através dos sentidos e ações - Compreensão de causalidade e permanência do objeto 	Jogos que envolvem manipulação direta de objetos, como brinquedos de empilhar e blocos.
Pré-operacional	2-7 anos	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento da linguagem e do pensamento simbólico - Egocentrismo: dificuldade em ver o ponto de vista dos outros - Uso de jogos de faz-de-conta e simbolização 	Jogos de faz-de-conta, como brincar de casinha ou de super-heróis.
Operacional concreto	7-11 anos	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento do pensamento lógico - Capacidade de realizar operações mentais concretas - Compreensão de conceitos de conservação, reversibilidade e classificação - Egocentrismo: diminui, surgindo uma moral de cooperação e de respeito mútuo. - Melhora nas habilidades de resolução de problemas práticos 	Jogos de regras e estratégia simples, como jogos de tabuleiro e quebra-cabeças.
Operacional formal	12 anos em diante	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de pensamento abstrato e hipotético-dedutivo - Capacidade de planejar e raciocinar de forma lógica - Maior habilidade de resolver problemas complexos e pensar em termos abstratos - Egocentrismo: tende a desaparecer. - Construção da autonomia, com avanços significativos nos processos da socialização. 	Jogos de estratégia e planejamento, como xadrez e jogos de simulação complexa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 12: Classificação dos jogos Jean Piaget.

CATEGORIA	ESTÁGIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	TIPOS DE JOGOS RELEVANTES
Jogos de exercício	Sensório-motor (0-2 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Repetição de ações para desenvolver habilidades motoras. - Exploração sensorial e manipulação de objetos simples. 	Brinquedos de encaixe, blocos de construção simples.
Jogos simbólicos	Pré-operacional (2-7 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de objetos e ações para representar papéis e situações. - Desenvolvimento da imaginação e da capacidade simbólica. 	Fantoches, brincadeiras de faz de conta (casinha, médico).
Jogos de regras	Operatório-concreto (7-11 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Seguimento de regras estabelecidas, aprendizado da cooperação e justiça. 	Jogos de tabuleiro com regras claras, esportes com regras definidas.
	Operatório-formal (11+ anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento do pensamento lógico formal e habilidades sociais complexas. 	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Magalhães (2018) aponta que a característica central da fase operatória formal é a habilidade de raciocinar com hipóteses verbais, sem se limitar apenas a objetos concretos (Magalhães, 2018). Esta pesquisa de mestrado, focada na ABJ para alunos de 15 a 18 anos, situa-se justamente nesse estágio, em que os alunos desenvolvem o pensamento hipotético-dedutivo, o que lhes permite criar e testar hipóteses, habilidades essenciais nos jogos. A capacidade de abstração também é aprimorada, permitindo que os alunos compreendam conceitos mais complexos.

Além disso, o egocentrismo, comum em estágios anteriores, tende a diminuir, facilitando a cooperação e o trabalho em grupo, capacidades frequentemente exploradas em jogos educativos. A construção da autonomia e os avanços nos processos de socialização também são significativos nessa faixa etária, permitindo que os alunos participem ativamente e de forma crítica das atividades propostas, como é necessário na ABJ.

Moreira (1999) analisa os conceitos de Piaget de assimilação, acomodação e equilíbrio, por meio dos quais se dá o desenvolvimento cognitivo. O autor afirma que

[...] o crescimento cognitivo da criança se dá por assimilação e acomodação. A assimilação designa o fato de que a iniciativa na interação do sujeito com o objeto é do organismo. O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação. Quando o organismo (a mente) assimila, ele incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio (Moreira, 1999, p. 100).

O autor analisa que, para Piaget, o crescimento cognitivo ocorre por assimilação e acomodação. A assimilação é explicada como envolvendo a criação de esquemas mentais pelo indivíduo para interpretar a realidade, incorporando-a aos seus esquemas de ação e influenciando o ambiente ao seu redor.

Magalhães (2018), exemplifica a assimilação na teoria piagetiana:

Para facilitar a compreensão de assimilação na teoria piagetiana, vejamos um exemplo: Quando afirmamos que a Terra exerce uma força de atração, denominada força gravitacional, que atua sobre os corpos próximos à sua superfície, incorporamos o fato de queda dos objetos a essa afirmação, ou seja, ao esquema “força gravitacional”. Assim, o indivíduo utilizará esse conhecimento em todas as situações (queda da chuva, queda de uma folha da árvore, etc.) (Magalhães, 2018, p. 19).

Na teoria piagetiana, a assimilação é o processo pelo qual o indivíduo incorpora novas informações aos esquemas mentais já existentes. No exemplo dado, ao aprender que a Terra exerce uma força gravitacional que atrai os objetos para sua superfície, a pessoa associa o fenômeno da queda de objetos, como a chuva ou uma folha caindo, a esse conceito de força gravitacional. Assim, em qualquer situação semelhante, o indivíduo aplicará esse esquema mental para interpretar e entender o que está acontecendo. Isso demonstra como a assimilação permite que novas experiências sejam compreendidas com base no conhecimento prévio, integrando-as aos esquemas já construídos.

Com relação à acomodação, Moreira (1999) acrescenta:

[...] muitas vezes os esquemas de ação da criança (ou mesmo de um adulto) não conseguem assimilar determinada situação. Neste caso, o organismo (mente) desiste ou se modifica. No caso de modificação, ocorre o que Piaget chama de "acomodação". **É através das acomodações** (que, por sua vez, levam à construção de novos esquemas de assimilação) **que se dá o desenvolvimento cognitivo**. Se o meio não apresenta problemas, dificuldades, a atividade da mente é, apenas, de assimilação, porém, diante deles, ela se reestrutura (acomodação) e se desenvolve (Moreira, 1999, p. 100, grifo nosso).

Na teoria de Piaget descrita por Moreira (1999), quando os esquemas de ação de uma criança (ou adulto) não conseguem assimilar uma nova situação, o indivíduo pode reagir de duas maneiras: desistir ou se modificar. Se ocorre uma modificação, acontece o que Piaget chama de "acomodação". A acomodação é o processo pelo qual a mente ajusta ou cria novos esquemas para lidar com a nova situação. Esse processo é fundamental para o desenvolvimento cognitivo, pois leva à construção de novos esquemas de assimilação (Moreira, 1999).

Em situações onde não há desafios, a mente se ocupa apenas de assimilar novas informações dentro dos esquemas existentes. No entanto, quando a mente encontra dificuldades ou problemas, ela precisa se reestruturar através da acomodação, o que promove o crescimento

e a evolução do entendimento. Esse ciclo contínuo de assimilação e acomodação é o que impulsiona o desenvolvimento cognitivo ao longo da vida (Moreira, 1999).

Por fim, em relação à equilibração, Moreira (1999), ainda explicando o que diz Piaget, afirma:

Não há acomodação sem assimilação, pois acomodação é reestruturação da assimilação. O equilíbrio entre assimilação e acomodação é a adaptação à situação. Experiências acomodadas dão origem, posteriormente, a novos esquemas de assimilação e um novo estado de equilíbrio é atingido. Novas experiências, não assimiláveis, levarão a novas acomodações e a novos equilíbrios (adaptações) cognitivos. Este processo de equilibração prossegue até o período das operações formais e continua, na idade adulta, em algumas áreas de experiência do indivíduo (Moreira, 1999, p. 100).

Para Piaget, segundo Moreira (1999), o processo de equilibração é essencial para o desenvolvimento cognitivo. Ele envolve a interação entre assimilação e acomodação para alcançar a adaptação a novas situações. Como vimos, a assimilação é o processo de integrar novas informações aos esquemas existentes, enquanto a acomodação é a modificação desses esquemas quando a assimilação não é suficiente para compreender novas experiências (Moreira, 1999).

Assim, quando ocorre uma acomodação, isso resulta em novos esquemas que posteriormente permitem a assimilação de informações adicionais (Moreira, 1999). Conforme explica o autor, esse ciclo de assimilação e acomodação leva a um novo estado de equilíbrio cognitivo, onde o indivíduo é capaz de lidar de forma mais eficiente com as novas experiências (Moreira, 1999). Se novas experiências ainda não podem ser assimiladas pelos esquemas existentes, novas acomodações são necessárias, gerando novos equilíbrios e promovendo a adaptação contínua (Moreira, 1999).

Esse processo de equilibração não se encerra com o estágio das operações formais; ele continua na vida adulta, ajustando-se às novas experiências e desafios que surgem. Portanto, a equilibração é um mecanismo dinâmico que garante que o desenvolvimento cognitivo continue evoluindo ao longo da vida (Moreira, 1999).

Nesta mesma linha, Magalhães (2018) afirma que a forma como o indivíduo aprende está em sua habilidade de se reorganizar mentalmente para alcançar um novo estado de equilíbrio. Por isso, o processo de ensino deve estimular esse mecanismo. É importante criar situações que sejam compatíveis com o nível de desenvolvimento do aluno e que desafiem sua cognição, levando-o a essa reestruturação mental (Magalhães, 2018).

Quando analisamos o Quadro 12, verificamos que os jogos de regras propostos por Piaget (1975) se encontram no estágio no qual iremos trabalhar. Para o autor,

[...] o jogo de exercício simples começa nos primeiros meses da existência e o jogo simbólico durante o segundo ano de vida, o jogo de regras só se constitui no decorrer da fase II [...] (quatro a sete anos) e, sobretudo, no período III (dos sete aos onze anos). Em compensação, se no adulto se conservam apenas alguns resíduos dos jogos de exercício simples (por exemplo, brincar com o seu aparelho de rádio) e dos jogos simbólicos (por exemplo, contar uma estória), **o jogo de regras subsiste e desenvolve-se mesmo durante toda a vida (esportes, xadrez, jogos de cartas etc.).** A razão dessa dupla situação, aparecimento tardio e sobrevivência além da infância, é muito simples: **o jogo de regras é a atividade lúdica do ser socializado** (Piaget, 1975, p. 183, grifo nosso).

Vemos que, para o autor, o jogo de regras é uma atividade que se perpetua até a vida adulta e ainda acrescenta que eles

[...] **são jogos** de combinações sensório-motoras (corridas, jogos de bola de gude ou com bolas etc.) ou **intelectuais (cartas, xadrez etc.), com competição dos indivíduos** (sem o que a regra seria inútil) e regulamentados quer por um código transmitido de gerações em gerações, quer por acordos momentâneos (Piaget, 1975, p. 186, grifo nosso).

Observamos no texto que os jogos de regras evocam a competição entre os jogadores e estimulam o intelecto (como o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico e pensamento crítico, que ocorre, por exemplo, no xadrez). Isso é confirmado em Piaget (1972), quando afirma:

Isso não significa que as estruturas formais sejam exclusivamente o resultado do processo de transmissão social. Ainda temos que considerar os fatores espontâneos e endógenos de construção próprios de cada sujeito normal. Porém, a formação e acabamento das estruturas cognitivas implicam uma série completa de mudanças e um meio estimulante. **A formação das operações sempre requer um meio favorável para a “cooperação”,** ou seja, operações realizadas em comum (por exemplo, **o papel da discussão, crítica ou ajuda mútua, problemas levantados como resultado de trocas de informação, elevada curiosidade devida à influência do grupo social, etc.**) Resumindo, nossa primeira interpretação poderá significar que, em princípio, **todos os indivíduos normais são capazes de chegar ao nível das estruturas formais na condição de que o meio social e a experiência adquirida proporcionem ao sujeito alimento cognitivo e estimulação intelectual necessários para cada construção** (Piaget, 1972, p. 4, grifo nosso).

Piaget (1972) afirma que, para o desenvolvimento das operações formais, é essencial um ambiente que favoreça a cooperação, como discussões, críticas e trocas de informações. Todos os indivíduos normais podem alcançar esse nível, desde que o ambiente social e as experiências forneçam o estímulo intelectual e o suporte cognitivo necessários.

Os jogos de regras, como o xadrez, que envolvem múltiplas estratégias e decisões, oferecem aos jovens a oportunidade de desenvolver habilidades cognitivas avançadas, como análise crítica, tomada de decisões e adaptação a mudanças de cenário. É justamente essa proposta que orienta a presente pesquisa: a elaboração de um jogo de regras digital que favoreça

tanto a cooperação quanto a competição, além de procurar oportunizar um ambiente desafiador e voltado à resolução de problemas, estimulando, assim, o desenvolvimento cognitivo e socioemocional.

De acordo com Nunes e Silveira (2008), Piaget oferece uma contribuição significativa para a educação, ao afirmar que ela

[...] diz respeito à ideia de que **o ser humano constrói ativamente seu conhecimento acerca da realidade externa e de que as interações entre os sujeitos são um fator primordial para o seu desenvolvimento intelectual e afetivo**. Transpondo esta afirmação para uma situação educacional significa dizer que **existe uma ênfase no aluno, em suas ações, seus modos de raciocínio, de acordo como interpreta e soluciona situações-problema**.

Esta ideia o posiciona num lugar de **ativo em seu processo de aprendizagem**. Ao mesmo tempo, dada a ênfase nas interações, nos intercâmbios entre os sujeitos, **o professor, assim como os próprios companheiros de classe, são peças fundamentais para a construção do conhecimento** (Nunes; Silveira, 2008, p. 89, grifo nosso).

A abordagem de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo encontra paralelos significativos na ABJ. Segundo Gee (2013), os jogos digitais são valorizados como ferramentas educacionais eficazes, pois proporcionam um ambiente no qual os jogadores podem aplicar, testar e aprimorar seus conhecimentos e habilidades (Gee, 2013). Esta visão ressoa com a perspectiva de Piaget, que comprehende a aprendizagem como um processo ativo de construção do conhecimento por meio da interação com o ambiente.

Gee (2013) explica que os jogos digitais permitem aos jogadores explorar diferentes estratégias, resolver problemas complexos e enfrentar desafios que exigem adaptação e aprendizado contínuo (Gee, 2013). Essa dinâmica de aprendizagem ativa é central no modelo piagetiano, no qual a criança constrói seu entendimento do mundo a partir de experiências práticas e interativas (Piaget, 1975).

Assim, a convergência entre os princípios de Piaget e o uso de jogos digitais na educação reforça a importância de criar ambientes de aprendizagem enriquecidos com desafios e interações significativas, favorecendo um processo formativo mais motivador e eficaz.

Nos jogos educativos, os alunos são frequentemente colocados em situações nas quais precisam resolver problemas, tomar decisões e experimentar diferentes estratégias para avançar. Essa abordagem ativa e prática está em concordância com os princípios construtivistas, nos quais a aprendizagem ocorre por meio da experiência e da reflexão (Piaget, 1975). Para Piaget, segundo Nunes e Silveira (2008), “a aprendizagem é um processo complexo, que requer elaboração interna de um modo ativo e singular, não sendo um ato de incorporação passiva, mecânica” (Nunes; Silveira, 2008, p. 47).

Essa assimilação ativa é descrita por Nunes e Silveira (2008) da seguinte forma:

A relação do sujeito com os objetos externos (fatos ou conhecimentos) é um exercício da cognição, pois o sujeito dá sentidos pessoais ao que busca conhecer. Ele compara, classifica, analisa e utiliza-se de estratégias que requerem o uso do raciocínio e de uma organização interna. Assim, o sujeito/aluno piagetiano é capaz de reconstruir as informações que recebe, a partir de seus conhecimentos, na interação com o meio (Nunes; Silveira, 2008, p. 47, grifo nosso).

Dessa maneira, os autores sugerem que essa interação direta com o ambiente promove a formação de estruturas cognitivas mais complexas e estáveis. Baseando-se na ideia de que a aprendizagem ocorre por meio de uma reinterpretação do conhecimento, Piaget (1975b) enfatiza a necessidade de métodos de ensino ativo - que favoreçam a atividade mental. Conforme destacam Nunes e Silveira (2008), Piaget

Fez críticas a uma metodologia que visasse à mera transmissão (exposição) do conhecimento e à repetição mecânica deste. **Enfatizou o papel ativo e criador do aluno em seu processo de aprendizagem e a lógica empregada por ele para solucionar questões** (Nunes; Silveira, 2008, p. 47, grifo nosso).

Neste sentido, Piaget (1975b) ressalta a importância de interações ativas entre os alunos e entre professor-aluno. O autor propõe a criação de situações que favoreçam o desenvolvimento da autonomia intelectual. Segundo ele, "somente essa atividade, orientada e incessantemente estimulada pelo professor, mas permanecendo livre nas experiências, tentativas e até erros, pode conduzir à autonomia intelectual." (Piaget, 1975b, p. 68).

De forma complementar, Taille (1997) afirma:

[...] para Piaget, a evolução da inteligência e, por conseguinte, dos conhecimentos tem como essencial fonte as regulações advindas de situações perturbadoras. Fica evidente nessa tese a importância do erro na aprendizagem e no desenvolvimento. (Taille, 1997, p. 36, grifo nosso).

A ABJ, nesse contexto, revela-se como uma abordagem promissora. Os jogos permitem que os alunos manipulem conceitos abstratos de maneira concreta e visual, facilitando a compreensão e retenção de informações de forma significativa (Gee, 2013). Ao enfrentarem desafios dentro dos jogos, os estudantes são incentivados a tomar decisões, resolver problemas e experimentar diferentes estratégias, promovendo, assim, a autonomia intelectual conforme proposta por Piaget.

Acredita-se que essa abordagem, além de tornar o aprendizado mais atrativo, fortaleça a capacidade dos alunos de aplicar conhecimentos teóricos em contextos práticos, em consonância com os princípios piagetianos de aprendizagem como construção ativa do conhecimento.

Adicionalmente, os jogos oferecem um ambiente seguro para a prática e o erro - componentes fundamentais do processo construtivista. Gee (2013) defende a ideia de que os jogos proporcionam “espaços seguros” para a experimentação e a falha. O autor observa que esses ambientes virtuais permitem aos alunos aprender com os erros de forma interativa e sem riscos reais. Para ele, essa característica é crucial para o processo de aprendizagem, pois os estudantes podem testar hipóteses e explorar diferentes estratégias sem receio de consequências negativas significativas, o que favorece a exploração e a inovação (Gee, 2013).

2.7.2 Teoria Sociointeracionista e a ABJ

A Teoria Sociointeracionista, desenvolvida por Lev Vygotsky, enfatiza a importância da interação social na aprendizagem. Vygotsky argumenta que o aprendizado ocorre dentro de um contexto social e cultural, sendo mediado por ferramentas culturais, como a linguagem e, por extensão, os jogos (Vygotsky, 2002).

Ele demonstra que a discordância entre ele e Piaget

[...] **centra-se sobre um único ponto.** Ele pressupõe que o desenvolvimento e a instrução são processos completamente separados e incomparáveis e que a função da instrução limita-se a introduzir os modos adultos de pensar, os quais entram em conflito com os da criança e acabam por os superar. Estudar o pensamento das crianças independentemente da influência da instrução, como fez Piaget, exclui-se uma importante fonte de transformações e impede-se o investigador de pôr a questão da **interação entre o desenvolvimento e a instrução** que é característica a cada nível etário. A **nossa abordagem centra-se sobre esta interação** (Vygotsky, 2002, p. 81, grifo nosso).

Sendo assim, Vygotsky (2002) sugere que o desenvolvimento cognitivo é indissociável do contexto social e cultural no qual a criança está inserida. Com base nesse pensamento, introduziu conceitos fundamentais como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a mediação, os quais destacam a importância do suporte social e das interações no processo de aprendizagem (Vygotsky, 2002). Jogos educativos podem ser compreendidos como ferramentas culturais que refletem e incorporam aspectos dessas culturas, proporcionando um ambiente rico para o desenvolvimento cognitivo e social dos alunos, graças à sua capacidade de promover interações múltiplas - tanto entre os jogadores quanto entre os conceitos presentes nos jogos e os participantes.

É evidente que a mediação constitui um conceito central na teoria de Vygotsky. Ferramentas culturais, como a linguagem e os jogos, são usadas para mediar o aprendizado. Os jogos educativos frequentemente envolvem colaboração e comunicação entre os jogadores,

criando oportunidades para que os alunos aprendam uns com os outros. Nesse sentido, Bacich e Moran (2018) afirmam:

Aprendemos quando alguém mais experiente nos fala e aprendemos quando descobrimos a partir de um envolvimento mais direto, por questionamento e experimentação (a partir de perguntas, pesquisas, atividades, projetos) (Bacich; Moran, 2018, p. 2).

Para os autores, a aprendizagem se dá por meio da mediação de alguém mais experiente, em uma interação que envolve questionamento e experimentação, tornando esse aprendizado mais significativo e permitindo alcançar uma compreensão mais ampla e profunda do conhecimento (Bacich, Moran, 2018). Os jogos oferecem um ambiente estruturado no qual as interações sociais são facilitadas, permitindo que os alunos pratiquem habilidades de linguagem e comunicação de forma contextualizada (Gee, 2013).

Com relação à ZDP, Vygotsky (2007), a define como

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar por meio da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 2007, p. 58).

Desse modo, de acordo com Vygotsky (2007), as zonas de desenvolvimento dividem-se em três categorias principais: o nível de desenvolvimento real, que abrange as etapas já alcançadas pelo indivíduo, permitindo-lhe resolver problemas de maneira independente; o nível de desenvolvimento potencial, que se refere à capacidade de realizar tarefas com a mediação de outra pessoa; e a ZDP, que representa a distância entre os níveis de desenvolvimento real e potencial - isto é, o caminho necessário para alcançar o amadurecimento e a consolidação de funções superiores.

Logo, a ZDP indica o intervalo entre o que o indivíduo já sabe e o conhecimento que pode adquirir, desde que seja orientado por um mediador. O termo "proximal" remete a algo próximo ou íntimo, no qual o educador - ou outro sujeito mais experiente - identifica o potencial a ser alcançado e encoraja o indivíduo a superá-lo, apropriando-se do conhecimento de que é capaz.

Dessa maneira, Vygotsky (2007) concebe o educador como um mediador entre o indivíduo e o mundo, alguém que descobre a ZDP do aluno e o auxilia a interagir com os outros e consigo mesmo, favorecendo o alcance de seu verdadeiro potencial. É nesse ponto que a ABJ surge como um recurso capaz de instrumentalizar o professor com uma abordagem que pode contribuir significativamente nesse processo de apropriação do conhecimento.

Jogos educativos podem ser projetados para operar dentro da ZDP dos alunos, oferecendo desafios que são superáveis por meio da interação e do suporte mútuo. A ideia é que os alunos mais avançados em determinado conteúdo atuem como mediadores, ajudando seus colegas a superar desafios e a expandir seus conhecimentos por meio dos jogos, que também funcionam como mediadores em uma rede de interações múltiplas (Bacich; Moran, 2018).

Em consonância com essa perspectiva, Nunes e Silveira (2008), definem a aprendizagem, segundo Vygotsky, como “um **processo de apropriação de conhecimentos, habilidades, signos, valores**, que engloba o **intercâmbio ativo do sujeito com o mundo cultural** onde se está inserido” (Nunes; Silveira, 2008, p. 53, grifo nosso).

Os jogos educativos, portanto, frequentemente promovem a colaboração entre os alunos, permitindo-lhes co-construir conhecimentos por meio das interações sociais. Para Queiroz (2023), essa abordagem da gamificação educacional “não apenas introduz diversão no processo de aprendizagem, mas também promove engajamento ativo, motivação intrínseca e **colaboração entre os alunos**” (Queiroz, 2023, p. 550, grifo nosso).

Um exemplo prático da aplicação da Teoria Sociointeracionista em jogos educativos é o uso do Kahoot!, uma plataforma de *quizzes* interativos que permite competição saudável e colaboração entre os alunos. De acordo com Martins e Gouveia (2019), a plataforma Kahoot “serve como uma ferramenta útil na revisão de conceitos, avaliação preliminar de conteúdos e **engajamento dos alunos** na resolução de exercícios” (Martins; Gouveia, 2019, p. 215, grifo nosso). Os autores relatam sua experiência afirmando que

O maior benefício observado nesta experiência, foi o **feedback individual** que os alunos recebem em seus dispositivos sobre como responderam às perguntas e o **feedback que o professor recebe sobre a compreensão dos alunos** sobre cada questão, criando ótimas oportunidades para discussões sobre as questões e as respostas. Durante o jogo, os alunos mantiveram-se bastante focados e apreensivos. Respondiam as questões com agilidade, e ao final de cada questão, era analisado quantos tinham respondido certo cada alternativa e porque as outras respostas estavam erradas, os **grupos que acertavam**, vibravam e todos **buscavam tornar-se mais competitivos** (Martins; Gouveia, 2019, p. 214, grifo nosso).

Com esse exemplo, observa-se que o uso de *quizzes* interativos pode engajar os alunos em um processo de aprendizagem coletiva, no qual o conhecimento é construído e reforçado por meio das interações sociais.

Vale ressaltar que, apesar dos benefícios, a implementação de jogos educativos com base na Teoria Sociointeracionista apresenta desafios. É essencial que os jogos sejam planejados para facilitar interações significativas e que os professores estejam capacitados para

mediar essas interações de maneira eficaz. Além disso, deve-se garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de participação e contribuição, evitando situações de exclusão ou desigualdade.

Dessa forma, reafirma-se a relevância da teoria de Vygotsky para esta pesquisa, pois entende-se que um jogo educativo, dentro dessa perspectiva, atua diretamente na ZDP dos participantes, funcionando como um mediador e possibilitando que certos conceitos sejam compreendidos por meio das ações dos indivíduos no jogo. Os jogos digitais educativos, assim, podem facilitar uma interação multidirecional entre indivíduos e entre estes e o conhecimento, atuando na ZDP e promovendo uma aprendizagem mais ampla e profunda.

2.7.3 Teoria de Wallon e a ABJ

Henri Wallon, psicólogo e pedagogo francês, desenvolveu uma teoria do desenvolvimento humano que destaca a importância das emoções e das interações sociais no processo de aprendizagem. Wallon propõe que o desenvolvimento infantil é um processo dinâmico e integral, no qual aspectos afetivos, cognitivos e motores estão intrinsecamente ligados. Segundo Mahoney *et al.* (2010), para Wallon,

O motor, o afetivo, o cognitivo, a pessoa, embora cada um desses aspectos tenha identidade estrutural e funcional diferenciada, **estão tão integrados que cada um é parte constitutiva dos outros**. Sua separação se faz necessária apenas para a descrição do processo. Uma das consequências dessa interpretação é de que **qualquer atividade humana sempre interfere em todos eles**. Qualquer **atividade motora tem ressonâncias afetivas e cognitivas; toda disposição afetiva tem ressonâncias motoras e cognitivas; toda operação mental tem ressonâncias afetivas e motoras. E todas elas têm um impacto no quarto conjunto: a pessoa**, que, ao mesmo tempo em que garante essa integração, é resultado dela (Mahoney *et al.*, 2010, p. 15, grifo nosso).

Wallon propõe, conforme Mahoney *et al.* (2010), uma visão integrada do desenvolvimento humano, na qual emoções, cognição e motricidade estão interligadas e se influenciam mutuamente. Os autores ainda reforçam essa ideia ao afirmar:

Para acompanhar a leitura feita por Wallon é preciso um esforço para escapar de um raciocínio dicotômico, que fragmenta a pessoa (**ou motor ou afetivo; ou afetivo ou cognitivo**), na direção de um raciocínio que apreenda a pessoa como se constituindo **dessas dimensões em conjunto. Essas dimensões estão vinculadas entre si, e suas interações em constante movimento;** a cada configuração resultante, temos uma totalidade responsável pelos comportamentos daquela pessoa, naquele momento, naquelas circunstâncias (Mahoney *et al.*, 2010, p. 15, grifo nosso).

Essa perspectiva contrasta com outras teorias que tendem a separar os componentes emocionais dos cognitivos. Por exemplo, teorias como a de Piaget focam predominantemente no desenvolvimento cognitivo, com pouca ênfase nas emoções e nas interações sociais. Para Piaget, o desenvolvimento é principalmente uma progressão de estágios cognitivos em que a criança adquire novas habilidades de pensamento e resolução de problemas (Piaget, 1975).

Em contraposição, Wallon argumenta que as emoções desempenham um papel crucial na aprendizagem e no desenvolvimento. Ele acredita que as emoções não apenas acompanham os processos cognitivos, mas também os influenciam e moldam. Conforme destaca Wallon (1968), o desenvolvimento cognitivo é inseparável das relações sociais e das emoções. Segundo ele:

Do mesmo modo, os progressos da criança não são uma simples adição de funções. O comportamento de cada idade é um sistema em que cada uma das atividades já possíveis concorre com todas as outras, recebendo do conjunto o seu papel (Wallon, 1968, p. 43).

Nesta fala, Wallon (1968) argumenta que o desenvolvimento infantil não ocorre pela mera adição de novas habilidades. Em vez disso, cada etapa do crescimento representa um sistema integrado, no qual todas as atividades da criança interagem entre si. As funções emergentes recebem seu significado e papel a partir dessa interação com as demais, formando um conjunto coeso que caracteriza o comportamento em cada fase da infância.

É o que Mahoney *et al.* (2010) expressam ao se referirem a Wallon:

Pensar a pessoa na perspectiva da psicogenética walloniana implica compreendê-la em seu contexto sociocultural, biológico, e integrada pelas funções da afetividade, da inteligência e do ato motor. Também requer uma perspectiva de inacabamento, de movimento, de ruptura, de transformações, que necessita ser constantemente superada para possibilitar a própria evolução humana (Mahoney *et al.*, 2010, p. 48, grifo nosso).

Portanto, ignorar as emoções na compreensão do desenvolvimento infantil seria perder uma parte significativa do processo de aprendizagem. Essa visão global de Wallon sugere que, para entender plenamente o desenvolvimento humano, é essencial considerar a integração entre o emocional e o cognitivo.

Além disso, Wallon critica a visão fragmentada que algumas teorias apresentam, nas quais o desenvolvimento emocional e o desenvolvimento cognitivo são tratados como processos independentes. Ele defende que o ambiente social e as interações são fundamentais para o crescimento psicológico. Segundo Mahoney *et al.* (2010), na visão de Wallon, a criança desenvolve-se em um meio social que influencia suas emoções e comportamentos. As emoções,

portanto, são vistas não apenas como reações, mas como elementos ativos que interagem com a cognição, moldando o desenvolvimento da criança de maneira complexa e interdependente.

Wallon identificou quatro estágios principais no desenvolvimento infantil: o estágio impulsivo-emocional, o estágio sensório-motor e projetivo, o estágio do personalismo e o estágio categorial (Mahoney *et al.*, 2010). Cada estágio é caracterizado por diferentes formas de interação com o mundo e por distintas maneiras de expressar e regular emoções. Eles são mostrados no Quadro 13, baseado em Mahoney *et al.* (2010), com suas respectivas características.

Quadro 13 - Estágios principais no desenvolvimento infantil

ESTÁGIO	DESCRÍÇÃO
Impulsivo-emocional (0 - 1 ano)	Este primeiro estágio, que se estende do nascimento até cerca de um ano e meio, é caracterizado pela predominância das emoções. Segundo Wallon, as respostas emocionais da criança são fundamentais para estabelecer os primeiros vínculos sociais e para o desenvolvimento subsequente de sua personalidade. A emoção é vista como a principal forma de comunicação do bebê com o mundo exterior.
Sensório-motor e projetivo (1-3 anos)	De aproximadamente um ano e meio a três anos, a criança começa a explorarativamente o ambiente. Nesse estágio, as ações motoras e a manipulação de objetos desempenham um papel central no desenvolvimento cognitivo. A criança começa a projetar seus desejos e intenções no ambiente, desenvolvendo suas capacidades sensoriais e motoras de forma integrada.
Personalismo (3-6 anos)	Por volta dos três aos seis anos, a criança entra no estágio do personalismo, onde a construção da identidade e a afirmação do eu tornam-se centrais. As interações sociais, especialmente com os pares, são fundamentais nesse período. A criança começa a desenvolver uma consciência mais clara de si mesma como indivíduo, diferenciando-se dos outros.
Categorial (6-11 anos)	A partir dos seis anos, a criança inicia o estágio categorial, caracterizado pelo desenvolvimento do pensamento lógico e a capacidade de categorização. Nesse estágio, a criança começa a organizar suas percepções e experiências em categorias, desenvolvendo habilidades de raciocínio mais complexas e abstratas.
Puberdade e adolescência (11 anos em diante)	Durante a puberdade e a adolescência, ocorrem significativas mudanças físicas, emocionais e cognitivas. Wallon caracteriza esse período como uma fase de crise e reestruturação, onde o adolescente trabalha para consolidar sua identidade e encontrar seu lugar na sociedade. A busca por autonomia e a necessidade de pertencimento social coexistem, muitas vezes gerando conflitos internos e interpessoais. Nessa fase, a capacidade de pensamento abstrato se aprimora, permitindo reflexões sobre questões éticas, filosóficas e existenciais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No estágio impulsivo-emocional, por exemplo, as crianças são dominadas por suas emoções e suas ações são predominantemente impulsivas. Já no estágio sensório-motor e projetivo, começam a explorar o mundo de forma mais sistemática e a desenvolver habilidades motoras e cognitivas (Mahoney *et al.*, 2010).

Para Mahoney *et al.* (2010), uma das contribuições mais significativas de Wallon é sua ênfase na importância das interações sociais para o desenvolvimento cognitivo e emocional. Eles argumentam que a aprendizagem ocorre em um contexto social e é mediada por interações com outras pessoas. Segundo os autores, Wallon afirma que o meio social é essencial para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Esse foco na dimensão social da aprendizagem tem implicações importantes para a prática educacional.

A ABJ é uma metodologia educacional que utiliza os jogos e seus elementos para engajar os alunos e facilitar a aquisição de conhecimentos e habilidades. A ABJ busca promover a motivação, a colaboração e a aprendizagem ativa. Ao relacionar as ideias de Wallon com a ABJ, é possível identificar várias maneiras pelas quais os jogos educativos podem dar suporte ao desenvolvimento integral de crianças e adolescentes, conforme proposto por Wallon.

A teoria de Wallon destaca a importância das emoções no processo de aprendizagem. Os jogos, por sua natureza envolvente e interativa, têm o potencial de evocar fortes emoções nos jogadores, o que pode aumentar a motivação para aprender. Conforme Mahoney *et al.* (2010), para Wallon, as emoções são uma das forças motrizes no desenvolvimento humano. Jogos bem projetados podem criar experiências emocionais positivas que incentivam os estudantes a se envolverem mais profundamente com o conteúdo educacional (Gee, 2013).

Ainda nessa linha, Mahoney *et al.* (2010), apontam que Wallon enfatiza que o desenvolvimento cognitivo e emocional é mediado por interações sociais. Jogos educativos que promovem a colaboração entre os alunos podem ser particularmente eficazes nesse sentido. Em jogos colaborativos, os estudantes trabalham juntos para alcançar objetivos comuns, o que pode reforçar habilidades sociais e promover um senso de comunidade.

A abordagem integral de Wallon ao desenvolvimento humano inclui o reconhecimento da importância do desenvolvimento motor. Jogos que envolvem movimento físico - o que não será o caso deste trabalho - podem contribuir para esse aspecto do desenvolvimento. Além disso, muitos jogos educativos requerem que os alunos resolvam problemas, tomem decisões e planejem estratégias, o que pode estimular o desenvolvimento

cognitivo. Conforme analisam Mahoney *et al.* (2010) e afirma Wallon (1968), o desenvolvimento motor está intimamente ligado ao desenvolvimento cognitivo e emocional.

Os diferentes estágios do desenvolvimento infantil identificados por Wallon sugerem que os jogos educativos devem ser adaptados às necessidades e capacidades dos alunos em diferentes idades. Por exemplo, jogos para crianças no estágio impulsivo-emocional podem focar mais na exploração e no jogo livre, enquanto jogos para crianças no estágio categorial podem incorporar mais desafios cognitivos e estruturados. Adaptar os jogos às fases do desenvolvimento, portanto, pode maximizar sua eficácia educativa.

Por fim, as ideias de Henri Wallon oferecem uma base teórica rica para a aplicação da ABJ na educação. Ao considerar a importância das emoções, das interações sociais e do desenvolvimento integral, educadores e desenvolvedores de jogos podem criar experiências de aprendizagem que não apenas oportunizam a construção do conhecimento pelos estudantes, mas também promovam o desenvolvimento emocional e social. A pesquisa contínua e a prática reflexiva mostram-se, assim, essenciais para explorar todo o potencial dos jogos educativos na criação de ambientes de aprendizagem mais envolventes e eficazes.

2.7.4 Teoria da Aprendizagem Significativa e a ABJ

Segundo Moreira (1999), David Ausubel era professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque. Embora tivesse se formado como médico-psiquiatra, dedicou-se principalmente à psicologia educacional durante sua carreira acadêmica. Após sua aposentadoria, Ausubel retornou à psiquiatria. Desde então, Joseph D. Novak, professor de Educação na Universidade de Cornell, assumiu a tarefa de desenvolver, aperfeiçoar e divulgar a Teoria da Aprendizagem Significativa. Devido a essa contribuição contínua, hoje é mais apropriado referir-se a essa teoria como teoria de Ausubel e Novak (Moreira, 1999).

Moreira (1999) explica que existem três tipos principais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva envolve o armazenamento organizado de informações na mente, formando uma estrutura cognitiva. A aprendizagem afetiva está relacionada a experiências emocionais, como prazer ou ansiedade, ocorrendo simultaneamente com a aprendizagem cognitiva. Já a aprendizagem psicomotora refere-se a habilidades musculares adquiridas por meio de treino, geralmente incluindo um componente cognitivo. Para o autor, a teoria de Ausubel concentra-se principalmente na aprendizagem cognitiva. Segundo ele, “Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma

explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva” (Moreira, 1999, p. 152).

Moreira e Masini (1982) sintetizam o aspecto mais relevante da teoria Ausubel:

O conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunções ou, simplesmente, subsunções (subsumers), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação anora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são abstrações da experiência do indivíduo (Moreira; Masini, 1982, p. 7 - 8).

Segundo os autores, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se conecta a uma parte relevante da estrutura de conhecimento existente no indivíduo. Essa estrutura é composta por conceitos chamados subsunções, que servem como âncoras para novas informações. Nessa hierarquia cognitiva, os conceitos mais específicos são ligados a outros mais gerais e inclusivos, formando uma rede conceitual que abstrai a experiência do indivíduo e facilita a assimilação de novos conhecimentos (Moreira; Masini, 1982).

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1978), “podemos estabelecer uma distinção entre aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta e uma outra entre aprendizagem automática (por decoração) e significativa” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978, p. 20). Para Moreira (2006), a aprendizagem significativa de Ausubel

[...] caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, pelos quais estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunções preexistentes e, consequentemente, da própria estrutura cognitiva (Moreira, 2006, p. 16).

Assim, essa forma de aprendizagem ocorre por meio da interação profunda entre os novos conhecimentos e os elementos da estrutura cognitiva já existente. As novas informações são incorporadas de forma significativa, não arbitrária e não literal, promovendo a diferenciação e a elaboração dos conceitos previamente estabelecidos - denominados subsunções (Moreira, 2006). Sobre a aprendizagem mecânica, o mesmo autor afirma:

Em contraposição com aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunções específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação (Moreira, 2006, p. 16).

Moreira (2006) explica que, ao contrário da aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica ou automática ocorre quando novas informações são adquiridas sem se conectar a conceitos relevantes já presentes na estrutura cognitiva. Nessas situações, o novo conhecimento é armazenado de forma arbitrária e literal, sem interagir com os conceitos subsunções existentes. Como resultado, essa informação não contribui para a elaboração ou diferenciação da estrutura cognitiva, permanecendo isolada e sem integração com o conhecimento anterior (Moreira, 2006).

O autor ainda faz algumas ponderações acerca das duas formas de aprendizagem analisadas:

Obviamente, a aprendizagem mecânica não se processa em um "vácuo cognitivo", pois algum tipo de associação pode existir, porém não no sentido de interação como na aprendizagem significativa. Além disso, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer que em certas situações a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária: por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim como um continuum. Por exemplo, a simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse continuum (o da aprendizagem mecânica), enquanto a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa) (Moreira, 2006).

Pelo texto, Moreira (2006) esclarece que a aprendizagem mecânica não ocorre em um "vácuo cognitivo", pois pode haver algum tipo de associação entre as novas informações e o conhecimento existente, mas essa associação não é tão profunda quanto na aprendizagem significativa. Embora a aprendizagem significativa seja preferível por facilitar a compreensão, a retenção e a transferência do conhecimento, em algumas situações a aprendizagem mecânica pode ser necessária ou até desejável, como na fase inicial de aquisição de um novo conteúdo. Ausubel não vê a aprendizagem significativa e a mecânica como opostos, mas sim como partes de um contínuo. Nesse contínuo, a memorização de fórmulas estaria em um extremo (o da aprendizagem mecânica), enquanto a compreensão das relações entre conceitos estaria no outro (o da aprendizagem significativa) (Moreira, 2006).

Moreira (2006) ainda explana sobre outras formas de aprendizagem apresentadas por Ausubel:

[...] na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto estabelecer ligações a conceitos subsuniores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Isto é, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem só é significativa, segundo a concepção ausuberiana se o novo conteúdo incorpora-se, de forma não arbitrária e não literal, à estrutura cognitiva.

Isso significa que aprendizagem por descoberta não é, necessariamente, significativa nem aprendizagem por recepção é, obrigatoriamente, mecânica. Tanto uma como outra pode ser significativa ou mecânica, dependendo da maneira como a nova informação é armazenada na estrutura cognitiva (Moreira, 2006, p. 17).

O autor esclarece que, de acordo com Ausubel, na aprendizagem receptiva, o conteúdo é apresentado ao aluno já em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o aluno precisa encontrar o conteúdo por conta própria. No entanto, para que a aprendizagem por descoberta seja significativa, o conteúdo descoberto deve se conectar a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno (Moreira, 1999). Assim, tanto na aprendizagem por recepção quanto na por descoberta, a aprendizagem só será significativa se o novo conteúdo se integrar à estrutura cognitiva de maneira coerente e não literal (Moreira, 1999). Isso implica que a aprendizagem por descoberta não é necessariamente significativa, assim como a aprendizagem por recepção não é necessariamente mecânica. Ambas podem ser significativas ou mecânicas, dependendo de como a nova informação é incorporada à estrutura cognitiva (Moreira, 1999).

Moreira (1999) apresenta as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, segundo Ausubel, da seguinte maneira:

[...], a essência do processo de aprendizagem significativa está em que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal) ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento (i.e., um subsunctor que pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo).

A aprendizagem significativa pressupõe que:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, i.e., relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva);
- b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva (Moreira, 1999, p. 13-14).

Dessa forma, para Moreira (1999), a aprendizagem significativa exige duas condições principais: primeiro, o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve poder se conectar de maneira lógica e substancial à estrutura cognitiva do aluno. Isso depende tanto da natureza do material, que precisa ser coerente e não arbitrário, quanto da estrutura cognitiva do aluno, que deve conter conceitos adequados para se relacionar com o

novo conteúdo (Moreira, 1999). Em segundo lugar, o aluno deve estar disposto a integrar o novo material de forma significativa e não apenas memorizá-lo de modo literal e arbitrário. Se qualquer uma dessas condições não for atendida, a aprendizagem torna-se mecânica e sem real significado (Moreira, 1999).

Relacionando os conceitos apresentados à presente pesquisa, verifica-se que os jogos educativos, quando bem projetados, podem criar condições ideais para a aprendizagem significativa. Eles oferecem contextos interativos e imersivos que facilitam a conexão entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas preexistentes. Além disso, permitem a prática de habilidades em ambientes seguros e controlados, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura (Gee, 2013).

Por exemplo, em um jogo educativo sobre Física, os conceitos de impulso e quantidade de movimento podem ser explorados através de atividades interativas onde os alunos são desafiados a resolver problemas relacionados à segurança no trânsito, assunto contextualmente relevante e significativo para os estudantes. Ao engajarem-se nessas atividades, os alunos aplicam diretamente os conceitos teóricos a situações práticas, permitindo que esses novos conhecimentos sejam subsumidos em suas estruturas cognitivas existentes.

Como aponta Gee (2013), os jogos educativos utilizam a interatividade e a imersão para tornar o aprendizado mais envolvente. Eles permitem que os alunos explorem conceitos complexos através de experiências práticas e simuladas, estimulando a curiosidade e a motivação dos alunos e promovendo um aprendizado ativo e significativo (Gee, 2013; Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

Além disso, os jogos podem promover uma compreensão mais profunda ao incentivar a aplicação da teoria em diferentes contextos (GEE, 2013), reforçando a aprendizagem significativa conforme proposta por Ausubel. Esse tipo de abordagem é especialmente eficaz em disciplinas como a Física, nas quais a visualização e a aplicação prática dos conceitos são fundamentais para a compreensão de tópicos abstratos.

Uma das vantagens significativas dos jogos educativos é a sua capacidade de engajar e motivar os alunos (Gee, 2013). Ausubel, Novak e Hanesian (1978) destacam que a disposição para aprender significativamente é essencial. Esses jogos podem aumentar essa disposição ao tornar o processo de aprendizagem mais relevante e atraente para os alunos. Jogos educativos frequentemente utilizam narrativas envolventes, desafios e recompensas que incentivam os alunos a continuar aprendendo e a explorar novos conceitos (Busarello, 2016; Gee, 2013).

Segundo Kapp (2012), a interação constante e o *feedback* imediato proporcionados pelos jogos ajudam a manter a motivação dos alunos, criando um ciclo positivo de aprendizagem e realização. Esse aspecto é crucial para a aprendizagem significativa, pois a motivação sustentada promove o envolvimento profundo com o conteúdo (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

Jogos baseados em problemas, por exemplo, proporcionam experiências práticas que exigem a aplicação de conhecimentos prévios para a resolução de novos desafios, o que solidifica e expande as estruturas cognitivas dos alunos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, portanto, oferece uma base teórica robusta para o desenvolvimento e a implementação de jogos educativos. Ao garantir que os jogos sejam projetados para conectar novos conhecimentos às estruturas cognitivas preexistentes dos alunos, educadores e desenvolvedores podem criar experiências de aprendizagem envolventes e eficazes. A integração dos princípios de Ausubel à ABJ tem o potencial de transformar o ambiente educacional, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

2.8 Jogo educativo digital de tabuleiro

Para melhor compreendermos o tipo de jogo que pretendemos desenvolver nesta pesquisa, Carvalho (2022) nos orienta quanto às características dos jogos de tabuleiro. Segundo o autor, esses jogos são caracterizados por possuírem regras rígidas desde o início até o final da partida, com duração determinada pelas mecânicas internas do próprio jogo. Envolvem conflitos de diversas naturezas e resultados incertos, geralmente incluindo um critério de vitória que pode ser alcançado por um ou mais jogadores. Além disso, Carvalho (2022) destaca que os jogadores vivenciam alternâncias tensionais devido às interações entre si e com os mecanismos do jogo, os quais incluem ações propostas e reações resultantes (Carvalho, 2022). O autor também classifica os diferentes tipos de jogos de tabuleiro. A seguir, apresentamos essas categorias.

2.8.1 Classificação dos jogos de tabuleiro

2.8.1.1 Jogos tradicionais

São assim denominados por integrarem a tradição de um ou mais grupos sociais, ou até um povo inteiro (Carvalho, 2022). O autor cita como exemplos o Jogo *Real de Ur* e *Senet*, dois dos jogos mais antigos, além do xadrez, dominó, damas e o jogo da memória.

2.8.1.2 Jogos abstratos

Conhecidos, em uma definição superficial, como “jogos sem tema algum” ou, segundo o autor, que remetem apenas abstratamente a um tema - daí a origem do nome. Podem diferenciar-se em termos mecânicos, podendo corresponder à sorte (grupo tratado a seguir), ao conflito abstrato ou à estratégia pura e simples. Existem jogos abstratos tradicionais e aqueles gerados a partir do ensino formal (como certas variedades de jogos matemáticos) ou pela indústria de brinquedos e jogos de entretenimento (Carvalho, 2022).

Conforme afirma o autor, sem “a sugestão de um cenário, personagem ou enredo em concreto, o jogo abstrato permite que a mente produza múltiplas interpretações” (Carvalho, 2022, p. 33). Entre os exemplos mais conhecidos no século XX, citam-se o *Senha*, *Lig4*, *Pega-Varetas e Resta 1*. No século XXI, mesmo que “vestidos por um tema”, destacam-se *Yangtze*, *Micro Robots*, *Battle Sheep*, *Hive*, *Dixit* e *Holi: o Festival das Cores* (Carvalho, 2022).

Carvalho (2022) destaca que a educação frequentemente se utiliza dos jogos abstratos devido à facilidade com que são aprendidos (como dominó, damas e jogos de baralho simples), à sua curta duração - adequada ao tempo escolar - e à simplicidade de confecção. Além disso, há a tradição e a divulgação de seus notórios benefícios cognitivos e sociais, especialmente em jogos como xadrez, trilha e o jogo da memória (Carvalho, 2022).

Nessa perspectiva, esses jogos são amplamente utilizados na introdução aos elementos mais comuns do universo dos jogos de tabuleiro, como dados (com valores marcados, por vezes, por “bolinhas”), peões, cartas e arranjos típicos de tabuleiros, como trilhas e grades.

Carvalho (2022) ressalta, ainda, as contribuições pedagógicas desse tipo de jogo:

Muitos jogos desse gênero também são interessantes para se ensinar algumas das subjetividades que acompanharão o jogo e o jogar e os processos de socialização que dele se desdobram: o **prazer da descoberta e da exploração** de algo novo; ouvir

regras; esperar a vez; perder - e lidar com a frustração - e ganhar - e lidar com o ego; aprender com o erro; ampliar o foco em torno das soluções; criar resiliência; ir até o fim, quando se participa de uma atividade voluntariamente, regida por regras; seguir regras; buscar soluções e desenvolver novos caminhos dentro das regras e limitações que são impostas; reconhecer e o outro, suas dificuldades, e potencialidades, e respeitá-lo; reconhecer a si em suas potencialidades e limitações; Eles também são muito úteis no exercício matemático (Carvalho, 2022, p. 34, grifo nosso).

O autor observa que muitos professores, por desconhecimento acerca dos jogos de tabuleiro, limitam-se a esse tipo de jogo e a algumas de suas ramificações. Por isso, encoraja os docentes a ampliarem seu repertório metodológico e lúdico.

2.8.1.3 Jogos de sorte

Segundo Carvalho (2022), esses jogos emergem dos jogos abstratos, mas são classificados à parte devido a características específicas. O autor destaca dois pontos principais. O primeiro é que são amplamente utilizados por professores, especialmente na educação infantil e nos anos iniciais, devido à simplicidade de suas mecânicas. Além das habilidades desenvolvidas nos jogos abstratos, eles promovem competências como a composição de conjuntos de letras, palavras e/ou números, agrupamentos, classificação e noções de probabilidade. O bingo é citado como exemplo principal.

O segundo ponto é uma crítica à forma como a sociedade de classes interpreta os jogos de sorte. Conforme argumenta, é embutido na mente dos mais pobres que, em decorrência dos jogos de sorte serem associados ao termo “jogo de azar” (por vezes também a “jogos de apostas”, vindo daí o vício, ao declínio da virtude, a malandragem, a proibição a se jogar por dinheiro) e por se generalizar essa visão negativa para jogos em geral, assim como o riso, o ócio e outras formas de prazer, que foram, por tempos, alvo de críticas, em especial pela Igreja, o jogo deveria ser afastado (Carvalho, 2022).

Para Carvalho (2022), a educação formal reforça esse discurso ao anunciar que os pobres deveriam “ir trabalhar” para não se tornarem ‘vagabundos’” (Carvalho, 2022, p. 34). Nessa perspectiva, não haveria espaço para os jogos. (Carvalho, 2022).

2.8.1.4 Jogos de guerra

De acordo com o autor, esses jogos não são amplamente utilizados no contexto educacional, mas são relevantes para compreendermos noções históricas e teóricas sobre o jogo. Possuem origem remota e tinham como objetivo simular ambientes de batalha e desenvolver

estratégias militares. No entanto, assumiram o formato atual a partir do século XIX e tornaram-se populares no século XX. Carvalho (2022) justifica sua escolha por esta categoria com os seguintes argumentos:

Sua popularidade e os grupos que parecem se interessar, de um ponto de vista crítico; sua **riqueza possível de detalhes e as artes lúdicas daí derivadas - muito úteis em educação;** a reflexão possível acerca de *Agon*¹, do elemento lúdico na guerra e na caça; **os desdobramentos que nos levam aos jogos narrativos** (Carvalho, 2022, p. 35, grifo nosso).

O autor destaca o caráter ético da discussão sobre esses jogos, chamando atenção para o uso cultural e político da temática bélica no Brasil contemporâneo, sobretudo em mídias que envolvem a juventude. Para ele, os jogos de tabuleiro oferecem uma oportunidade para discutir e ressignificar tais temas.

Outro aspecto importante é a relação entre os jogos de guerra e o modelismo. Segundo Carvalho (2022):

Miniaturas, maquetes, dioramas, cenários feitos com minúcia, com frequência representados em escala, e por vezes confeccionados com sucata, compõem o ambiente construído para diferentes simulações em Jogos de Guerra (Carvalho, 2022, p. 35).

O modelismo, conforme destaca o autor, ainda que comumente associado aos jogos de guerra, pode ser utilizado em outros tipos de jogos, promovendo envolvimento, criatividade e habilidades como atenção, minúcia e inteligência espacial. Também estimula o reaproveitamento de materiais e a compreensão de escalas e proporções (Carvalho, 2022).

A simulação é outro elemento central nos jogos de guerra. Hipotetizar sobre desfechos alternativos para eventos históricos desenvolve importante habilidade de raciocínio. Carvalho (2022) aponta que a busca por simulações individualizadas levou à criação dos jogos de interpretação, os Role-Playing Games (RPGs), centrais nos jogos narrativos que serão discutidos posteriormente.

O autor amplia as contribuições dessa categoria ao afirmar que ao

Levar em conta fatores objetivos em escala macro (o **que determinado grupo fez naquele momento**), fatores objetivos em escala micro (o **que determinados sujeitos fizeram naquele momento**), e ainda, os **fatores subjetivos** (personalidades, emoções, *backgrounds* etc.) **pode fundamentar discussões muito profundas** mesmo entre crianças, **culminando em aprendizagens integradas** que envolvem disciplinas como história, geografia, psicologia, sociologia, economia, matemática, **física** etc. (Carvalho, 2022, p. 37, grifo nosso).

¹ Segundo Carvalho (2022), a palavra *Agon* geralmente é traduzida por “competição”. Para Huizinga (2014), essas competições desenvolviam diversos aspectos dos jogos, amparadas por vezes de um ritual e/ou festa e outras exibições lúdicas.

Embora pudesse nomear esse grupo como “jogos de simulação”, o autor opta por manter a designação original, em respeito à história e aos criadores desses jogos. Ressalta, ainda, que a guerra, ao longo dos milênios, sempre esteve presente como tema central em diversas culturas e, por isso, precisa ser encarada criticamente. Como ele afirma:

[...] a guerra e a caçada contém elementos em comum com o lúdico, e incluindo o preparo, o conhecimento do fazer interferindo no resultado, a incerteza, as motivações da sobrevivência, a conquista, a existência simultânea de cooperação e competição (Carvalho, 2022, p. 37, grifo nosso).

O autor mostra, neste trecho, que os jogos de guerra podem oportunizar momentos ou atividades que envolvam, ao mesmo tempo, cooperação e competição, sendo essa promoção uma das características centrais na ABJ.

2.8.1.5 Jogos do século XX

Carvalho (2022) menciona três exemplos representativos dos jogos de tabuleiro do século XX: *Detetive*, *Banco Imobiliário* e *War?*. O autor aponta que há críticas recorrentes por parte de especialistas, especialmente em relação às mecânicas desses jogos. Por isso, sugere que os professores estejam atentos tanto às virtudes quanto às limitações desses títulos, considerando também a experiência prévia dos estudantes com eles. No Quadro 14, o autor sintetiza esses aspectos:

Quadro 14: Possíveis virtudes e críticas dos jogos do século XX

VIRTUDES	CRÍTICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Novos materiais e componentes (em relação aos jogos antigos); • Diversidade de temas; • Inovações mecânicas; • Popularidade; • Investimento em aparência; • Alta interação entre jogadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado fator sorte; • Pouca diversidade mecânica; • Alguns dos mais famosos jogos são “politicamente incorretos” do ponto de vista crítico atual<?>; • Tempo de jogo mal projetado; • Dominância dos conflitos diretos; • Eliminação de jogadores; • Baixo equilíbrio entre “frustração e recompensa”; • Escassez de dispositivos equilibradores durante o jogo.

Fonte: Carvalho (2022, p. 38).

Carvalho (2022) observa, ainda, que essas virtudes e críticas não são absolutas, podendo um jogo específico superar as limitações apontadas ou apresentar outras qualidades não listadas.

O autor também afirma que especialistas em jogos de tabuleiro, familiarizados com os títulos do século XXI (que serão abordados a seguir), percebem, de maneira quase unânime, que para cada jogo feito no século XX já existem outros que superam os problemas críticos e apresentam ainda mais virtudes. No entanto, recomenda que tais jogos sejam considerados para uso educacional. Segundo ele,

[...] a educação diz respeito à adaptação e observação crítica do mundo. Isso significa que podemos jogar qualquer um desses jogos e observarmos, junto aos alunos, seus “defeitos” mecânicos ou temáticos, e partir daí para reflexões e proposições educativas (Carvalho, 2022, p. 39, grifo nosso).

Carvalho (2022) considera que os professores podem utilizar esses jogos porque é mais fácil encontrar estudantes que já tenham jogado alguns deles, o que pode facilitar a aprendizagem da dinâmica dos jogos. Além disso, tais jogos costumam ser vendidos a preços mais acessíveis, em razão de suas altas tiragens. O autor também sugere a realização de campanhas de arrecadação de componentes de jogos incompletos, cujos proprietários tenham perdido ou danificado peças com o tempo, como forma de reconstruí-los para uso educacional.

Segundo ele, ao jogar esses títulos, é possível revisitar o passado recente da humanidade e compreender melhor o presente. “Podemos olhar, assim, o todo desses jogos e contextualizá-los na compreensão das transformações do século XX” (Carvalho, 2022, p. 39).

Em seguida, o autor questiona como os jogos de tabuleiro fabricados nessa época se firmaram e transformaram o ato de jogar em parte da cultura de entretenimento e consumo. Para responder a essa questão, ele propõe uma breve narrativa histórica. Afirma que, na transição do século XIX para o XX, o desenvolvimento da indústria e as mudanças econômicas transformaram os jogos de tabuleiro em produtos atrativos tanto para produtores quanto para consumidores de determinados países.

Alguns jogos comerciais contribuíram para essa abertura de mercado. Foi nesse contexto que surgiram empresas que se tornaram expoentes no setor, como as norte-americanas Parker Brothers (criadora de *Monopoly*, *Risk* e *Clue*) e Milton Bradley (responsável por títulos como *Jogo da Vida*, *Candyland* e *Batalha Naval*), além das alemãs Ravensburger (conhecida pelo *Jogo da Memória* e quebra-cabeças), Kosmos e Haba. Tais empresas cresceram e passaram a oferecer cada vez mais títulos (Carvalho, 2022).

Carvalho (2022) prossegue afirmando que, ao final da década de 1980,

[...] o entretenimento com jogos havia assumido uma importância cultural e econômica de grandes proporções em países europeus e norte-americanos; mesmo países latino-americanos como Brasil, Argentina e Chile, também experimentaram um alargamento das experiências do jogar: os clubes de jogo se multiplicaram, os fabricantes diversificaram seus títulos, e os jogos de tabuleiro ascenderam de experiência casual a hobby (Carvalho, 2022, p. 39, grifo nosso).

Nesse contexto, surgiram ou se consolidaram jogos como

[...] *Escrete, Eleições, Jogo das Nações, Jogo do Poder, Supremacia, Waterloo, Diplomacia (relançado), Scotland Yard, Alaska, Contatos Cósmicos, Alerta Vermelho, Jockey, Interpol, Top Secret, Combate, Master, Armadilha, Dominio, Cara a Cara, Ponto de Equilíbrio, Rodada Final, Staff, Status, Leilão de Arte, Cartel, Focus, Imagem & Ação, Quina, Perfil, Academia, Sem Censura e Cilada* faziam parte de um rol maior de ofertas (Carvalho, 2022, p. 40).

Carvalho (2022) aponta, ainda, que o crescimento do interesse por jogos de tabuleiro, aliado ao surgimento de novos autores e à consolidação do jogo como hobby, levou à realização de feiras, premiações e ao surgimento do design qualificado de jogos.

2.8.1.6 Jogos narrativos

O primeiro RPG (Role-Playing Game, ou jogo de interpretação de papéis), conforme Carvalho (2022), é reconhecidamente atribuído ao jogo *Dungeons & Dragons* (1974), o qual, ainda hoje, é bastante influente. O autor descreve o gênero da seguinte maneira:

O assim chamado **RPG combina elementos de encenação (teatral), contação de histórias, criação de roteiro, direção cinematográfica, e oferece aos jogadores uma experiência completamente nova em entretenimento - e aprendizagem - com jogos.** Porque utiliza como principal recurso a imaginação dos jogadores, dispensando a obrigação por tabuleiros (embora possa haver) e outros componentes (embora em geral se utilizem dados, papel e lápis, e eventualmente miniaturas), mediada por diferentes mecanismos cuidadosamente explicados **em um conjunto de regras que podem ser curtas ou ocuparem diversos volumes de livros;** [...] (Carvalho, 2022, p. 40, grifo nosso).

De acordo com o autor, o RPG surgiu em meio a uma indústria cultural forte, em meados da segunda metade do século XX, acompanhando uma fase de enorme evolução no cinema, na literatura e na própria indústria dos jogos. Segundo ele,

Foram anos em que o mundo recebeu sucessos da ficção literária como *As Crônicas de Nárnia* (1950), *O Senhor dos Anéis* (1954), *Duna* (1965), e *As Brumas de Avalon* (1979); do cinema e da TV como *Ben-Hur* (1959), *Star Trek* (1966), *Planeta dos Macacos* (1968) e *Star Wars* (1977) (Carvalho, 2022, p. 40).

Esses lançamentos influenciaram diversas pessoas, inclusive fãs de jogos de guerra, o que teria culminado na criação do primeiro RPG (Carvalho, 2022). Conforme reforça, a expansão do RPG como fenômeno criativo e comercial nos anos 1980 deve-se também às manifestações sociais da década anterior, nas quais, segundo ele, “a sociedade transitava de uma cultura de ler/assistir/presenciar histórias para uma outra, que desejava tomar parte dela - e mesmo influenciar em seus rumos” (Carvalho, 2022, p. 40).

Seu surgimento, no entanto, não foi o único marco dos jogos narrativos da época. O autor cita também os livros-jogos, os jogos eletrônicos do gênero *adventure* (sendo o primeiro deles o *Colossal Cave Adventure*, em 1976), além dos chamados “jogos de contar histórias” – como *Once Upon a Time, Rory’s Story Cubes* e *Dream On* – e outros jogos em que as histórias são experienciadas ou desenvolvidas em conjunto, como *Stuffed Fables, Sword & Sorcery: Espíritos Imortais* e *Tales of the Arabian Nights* (Carvalho, 2022).

Carvalho (2022) conclui afirmando que o RPG é “[...] o estilo de jogo narrativo mais importante jamais feito (para alguns especialistas), ou pelo menos dos últimos quarenta anos” (Carvalho, 2022, p. 41) e que na educação, “[...] os jogos narrativos estão entre os mais poderosos veículos de aproximação dos aprendentes com seus objetos de aprendizagem” (Carvalho, 2022, p. 41).

2.8.1.7 Jogos do século XXI²

De acordo com Carvalho (2022), o aumento do poder da cultura dos jogos de tabuleiro, aliado ao crescimento da indústria e à ampliação da concorrência entre produtores e das exigências dos consumidores, impulsionou o aprimoramento do design de jogos (Carvalho, 2022). Esse processo de criação da estrutura, das regras, do conteúdo e da estética resultou em melhorias significativas, tanto nos componentes quanto nas mecânicas dos jogos (Carvalho, 2022).

Os jogos inaugurais desse movimento surgiram nos anos 1990 com o chamado “estilo de jogo alemão”, ou “eurogame”. O autor destaca o “trio especial” de títulos que marcam o início dessa revolução: *Catan, Puerto Rico* e *Carcassonne* (Carvalho, 2022).

Quanto à estética, Carvalho (2022) observa que os produtores passaram a investir em componentes mais duráveis, como caixas reforçadas e fichas de madeira em substituição ao

² Os seguidores desses jogos os chamam, para os distinguir dos jogos do século XX, de “jogos modernos” (Carvalho, 2022).

plástico. No que tange às regras e às mecânicas, a originalidade e a criatividade cativaram o interesse dos jogadores (Carvalho, 2022).

O autor aponta várias inovações, como:

- um sistema de recompensas eficaz, que permite aos jogadores acumularem pontos ou recursos desde o início da partida, independentemente das ações dos demais participantes;
- o chamado “conflito indireto”, que evita ataques diretos entre os jogadores, ao contrário dos jogos de guerra;
- o fim da eliminação de jogadores, prática comum em jogos tradicionais;
- a gestão eficiente da duração das partidas, geralmente limitadas a até 90 minutos;
- mecanismos que mantêm as chances de vitória equilibradas até o fim da partida;
- a minimização da sorte, destacando as habilidades dos jogadores;
- múltiplas formas de vencer, com ações variadas e consequências não absolutas, envolvendo probabilidade, incerteza, noção de risco e tomada de decisão.

Além disso, o autor destaca o surgimento dos chamados jogos cooperativos, em que todos os jogadores atuam juntos para superar os desafios impostos pelo próprio jogo (Carvalho, 2022).

Essas inovações, segundo Carvalho (2022), evitaram que os jogos de tabuleiro caíssem em desuso diante da ascensão dos jogos eletrônicos e ainda revelaram seu enorme potencial pedagógico, “[...] se encaixando nos tempos possíveis em uma instituição de ensino, suscitando temáticas diversas, oferecendo modos de interação variados e capazes de atingir diversas mentalidades e tipos de alunos” (Carvalho, 2022, p. 43).

Resumidamente, os jogos de tabuleiro se apresentam, sob essa perspectiva, como uma ferramenta pedagógica flexível e inclusiva, promovendo um aprendizado mais diversificado e dinâmico.

2.8.1.8 “Versão tabuleiro”

Sobre a relação entre jogos eletrônicos e jogos físicos (analógicos), Carvalho (2022) identifica três formas de experiência:

- a) A de “versões tabuleiro” de jogos eletrônicos;
- b) A de versões eletrônicas dos jogos de tabuleiro;
- c) Os jogos de tabuleiro que contém em seu mecanismo o uso de meios eletrônicos para acontecer, normalmente classificados como “jogos híbridos” (Carvalho, 2022, p. 43).

O autor considera todas essas categorias interessantes para a educação, “seja pela atratividade (casos “a” e “c”) como pela facilidade de acesso (dependendo do caso mais relacionado ao “a” ou a “b”)” (Carvalho, 2022, p. 43). Ele observa que, para que a versão tabuleiro de um jogo eletrônico seja atrativa, os estudantes devem conhecer e gostar do jogo em questão – como é o caso dos clássicos *World of Warcraft*, *Doom* e *Warcraft* (Carvalho, 2022).

No entanto, em contextos em que o acesso a computadores é limitado ou inviável, os jogos analógicos apresentam-se como alternativa mais viável. Carvalho (2022) defende que a comparação entre jogos eletrônicos e físicos pode ser uma estratégia pedagógica enriquecedora, ampliando o repertório didático e contribuindo para a personalização da aprendizagem (Carvalho, 2022).

O autor apresenta ainda três vantagens da digitalização dos jogos de tabuleiro:

- 1) **Testar os mecanismos dos jogos físicos**, uma vez que muitos são disponibilizados gratuitamente na Internet [...]
- 2) **Tornar acessível o jogo/jogar**, caso o ambiente educacional disponibilize meios eletrônicos, mas não consiga fazer o mesmo em relação a um dado jogo de tabuleiro (e suas cópias);
- 3) **Acelerar aspectos da experiência do jogar**, uma vez que o tempo normalmente utilizado para o preparo do jogo (setup ou configuração inicial), o arrumar de peças e contar pontos ao longo e ao final do jogo são, na maior parte dos casos, realizados automaticamente pelo computador. Isso pode fazer o tempo de um dado jogo encaixar no tempo de aula. Claro que, neste caso, há prejuízo em relação à ausência desses processos. Arrumar o jogo para começar ou guardá-lo, constituem rituais de organização mental e aproximação com o aqui-agora, e a matemática envolvida na execução de certas ações durante o jogo constitui um exercício mental valiosíssimo. Fora a exclusão da qualidade de experiência sensorial e social que o jogo em três dimensões oferece (Carvalho, 2022, p. 44, grifo nosso).

Por fim, Carvalho (2022) projeta que os jogos híbridos, embora ainda pouco numerosos, continuarão a se expandir. Ele destaca que dispositivos como celulares e tablets irão alterar progressivamente os cenários narrativos dos jogos, sendo ativados em momentos decisivos, de acordo com as regras estabelecidas. Esses dispositivos poderão até modificar as condições de vitória ou configurar o início da partida, dependendo do número e perfil dos jogadores. Apesar de alguns jogos híbridos recorrerem a aplicativos ou plataformas específicas, o autor sugere que os professores também podem utilizar mecanismos simples, como buscas online, como parte integrante da experiência de jogo.

Em minha visão, o uso de *links* acessados por *QR Codes* para encaminhar os alunos a determinadas fases, perguntas, códigos, vídeos, imagens em 360° (realidade virtual), imagens projetadas no ambiente (realidade aumentada) ou outros recursos digitais, configura uma

tendência promissora, que deve ser cada vez mais explorada pelos educadores no contexto dos jogos híbridos.

2.8.2 Revisão da literatura de jogos educativos digitais de tabuleiro

Na área de Ensino de Física, já foram publicadas diversas dissertações que envolvem a aplicação de jogos educativos. No entanto, durante o processo de elaboração desta pesquisa, identificou-se a necessidade de buscar modelos semelhantes ao que aqui se propõe: jogos educativos digitais de tabuleiro.

O levantamento bibliográfico realizado resultou em 69 trabalhos. Para esse processo, utilizou-se o site do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (<https://l1nk.dev/XN6kl>), por meio da pesquisa com o termo “tabuleiro”, aplicando-se filtros nas áreas de conhecimento Física, Ensino e Ensino de Ciências e Matemática, conforme ilustrado na Figura 2.

Ao restringir a busca apenas a modelos analógicos e digitais de jogos de tabuleiro aplicados ao ensino de Física, foram encontradas, ao todo, 31 dissertações, como apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 - Dissertações de Física relacionadas a jogos de tabuleiro no site da Capes.

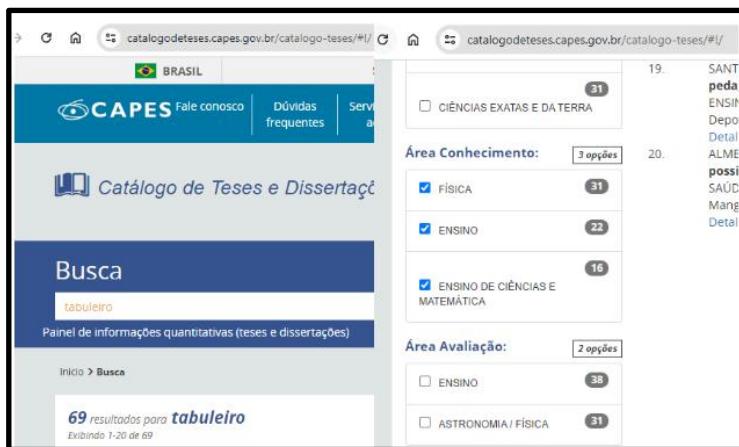
Dissertações	Tipo de jogo/Tabuleiro/Ações	Etapa do Ensino	Áreas da Física envolvidas	Principais autores citados
MATOS (2021) A Terra não é Plana	Jogo Abstrato (JA)/ Tabuleiro Analógico de Trilha (TAT)/ Coletivas (C)	Médio	Gravitação universal	Moreira, Freire, Papert, Vygotsky e Brasil (PCN's)
SOUSA (2022) o Mestre da Matéria e Energia	Jogo Híbrido (JH)/TAT/ Individuais (I)	Fundamental	Eletricidade e Magnetismo	Vygotsky, Ausubel, Gardner e Brasil (BNCC)
SILVA (2019) Viajando ao invisível	JA/TAT/C	Médio	Física das partículas	Vygotsky e Brasil (PCN's)
FRANCO (2018) Physicool	JA/TAT/I	Médio	Energia	Vygotsky e Bakhtin
SANTOS (2019) trilha – energia mecânica	JA/TAT/C	Médio	Energia mecânica	Vygotsky, Piaget e Brasil (BNCC e PCN's)

MOURA (2020) Lud'o'	JA/TAT/I	Médio	Eletricidade	Brasil (BNCC e PCN's)
PIMENTA (2020) Na trilha do V ou F	JA/TAT/C	Médio	Eletrodinâmica	Ausubel e Vygotsky
CELESTINO (2020) Teste Einstein	JA/TAT/C	Médio	Física Moderna e Contemporânea	Huizinga, Piaget, Vygotsky e Brasil (PCN's)
SANTANA (2019) Big Bang aos dias de hoje	JA/TAT/C	Médio	Astronomia	Piaget, Vygotsky e Ausubel
SILVA (2021) jogo do Universo	JA/TAT/C	Fundamental	Astronomia	Ausubel e Brasil (BNCC)
COSTA (2018) Musrowave	JA/TAT/C	Médio	Ondulatória e Acústica	Brasil (PCN's)
MAFRA (2018) Metrópoles Sustentáveis!	JA/TAT/I	Médio	Eletricidade	Caillois, Huizinga, Kishimoto e outros
QUARESMA (2020) Dynamis	JA/TAT/C	Médio	Termodinâmica	Brasil (BNCC)
COSTA (2021) Conhecendo o sistema solar: utilizando a realidade aumentada	JH/TAT/C	Médio	Astronomia	Piaget
MIRANDA (2023) Energy Rally	JH/TAT/I	Médio	Energia	Delizoicov, Angotti e Pernambuco
OLIVEIRA (2020) Corrida Magnética	JA/TAT/C	Médio	Magnetismo	Vygotsky
MARINOS (2019) Expert da Relatividade	JA/TAT/I	Médio	Física Moderna e Contemporânea	Ausubel e Moreira
JFERNANDES JÚNIOR (2021) Fisgran	JA/Tabuleiro Analógico de Estratégia (TAE)/I	Médio	Termodinâmica	Vygotsky

SOUZA (2022) Correndo a Física	JA/TAT e Tabuleiro Digital de Trilha (TDT)/I	Médio	Dinâmica e Cinemática	McGonigal, Moreira e Ausubel
SILVA, E. (2018) Mestre Nuclear	JA/TAT/I	Fundamental	Física nuclear	Moreira
FAVARETTO (2017)	JA/TAT/C	Médio	Energia	Kishimoto e Huizinga
LIMA (2019)	JA/TAT/I	Fundamental	Astronomia	Vygotsky e Ausubel
SOUZA (2020) Circuitos elétricos	JA/TAT/C	Médio	Eletricidade	Ausubel
BARROS (2019) Monopólio de Energia e Cadeira da Inteligência	JA/TAT/I	Médio	Energia	Vygotsky e Ausubel
CALIARI (2018) World of Particles	JA/Tabuleiro Analógico de Cartas (TAC)/I	Médio	Física Moderna	Ausubel
MAGALHÃES (2018) Ciência em Jogo	JA/TDT/C	Médio	Eletricidade	Piaget
LIMA (2021) Na Trilha da Física	JA/TAT/C	Médio	Dinâmica	Ausubel
NEVES (2021) Na Trilha das Partículas	JA/TAT/C	Médio	Física Moderna e Contemporânea	Vygotsky
PAIXÃO (2021) Onda de Mistério	JA/TAC/C	Médio	Fenômenos Ondulatórios	Dewey, Vygotsky e Piaget
GUIZZO (2021) Star's Rescuers	RPG/Tabuleiro Analógico (TA)	Médio	Astronomia e Astrofísica	Vygotsky e Marshall
NUNES (2021)	JA/TAT/C	Médio	Diversos	Vygotsky e Piaget

Fonte: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

Figura 2 - Parâmetros de pesquisa das dissertações envolvendo jogos de tabuleiro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao analisarmos as pesquisas, verificamos que a implementação de jogos como *Onda de Mistério*, de Paixão (2021), e *Star's Rescuers*, de Guizzo (2021), resultou em um aumento significativo no engajamento dos alunos. Outros trabalhos que também apontam esse resultado são os de Matos (2021), Franco (2018), Moura (2020) e Nunes (2021). De acordo com Paixão (2021),

A maior parte dos discentes participou da experiência de forma entusiasmada e, por algumas vezes, recusou a ajuda do professor, para que por mérito somente destes, fossem capazes de concluir o jogo. Findar uma aula onde os estudantes demonstram em seus rostos que houve deleite na aula é algo que traz ao professor um senso de dever cumprido (Paixão, 2021, p. 78, grifo nosso).

Observamos que, ao criar uma atmosfera de aprendizagem interativa e dinâmica, esses jogos mostraram-se eficazes em capturar a atenção dos estudantes e incentivar a participação ativa. Esse engajamento é um dos pilares da ABJ, que valoriza a criação de experiências de aprendizado que mantêm os alunos envolvidos e motivados.

A introdução de jogos no contexto educacional não apenas promoveu o engajamento, mas também contribuiu para o desenvolvimento da motivação intrínseca dos alunos, como evidenciado nos trabalhos de Matos (2021), Sousa (2022), Silva (2019), Pimenta (2020), Mafra (2018), Fernandes Júnior (2021), Souza (2020), Barros (2019), Magalhães (2018) e Neves (2021). Conforme afirma Matos (2021):

Observa-se que o jogo dá a oportunidade para todos os alunos participarem e interagirem, envolvendo os alunos que normalmente já participam nas aulas de

física em sala de aula, **bem como os que geralmente não costumam participar** (Matos, 2021, p. 103, grifo nosso).

O aspecto lúdico e competitivo dos jogos despertou o interesse dos alunos pela Física, transformando a aprendizagem em uma experiência prazerosa e desafiadora. A ABJ reconhece que a motivação é crucial para o aprendizado efetivo, como também aponta Ausubel (1978). Jogos bem projetados têm o potencial de fazer com que os alunos vejam o aprendizado como algo divertido e recompensador, pois podem proporcionar um equilíbrio ideal entre os elementos do jogo e gerar um “prazer intrínseco” (Santaella, 2017).

Além de motivar, os jogos facilitaram a compreensão de conceitos complexos de forma mais intuitiva. Por exemplo, o jogo sobre evolução estelar, de Guizzo (2021), permitiu que os alunos compreendessem a relação entre diferentes características das estrelas e o ciclo de vida estelar. Segundo afirma Guizzo (2021),

Os alunos tiveram êxito em compreender, reconhecer e diferenciar os estágios do processo de Evolução Estelar, assim em compreender a relação existente entre a temperatura, a composição química, a liberação de energia e a luminosidade estelar. Além disso, **demonstraram ter condições de presumir as características de uma estrela em função de sua posição no diagrama H-R e entender o ciclo de vida de uma estrela** como determinado por sua massa inicial, **identificando as leis da Física associadas ao processo** (Guizzo, 2021, p. 65, grifo nosso).

A ABJ promove a aprendizagem significativa ao conectar o conhecimento teórico à prática, permitindo que os alunos vivenciem e apliquem conceitos em contextos simulados e interativos. Essa aplicação prática dos conteúdos refletiu-se na capacidade dos alunos de resolver problemas e responder a perguntas relacionadas ao conteúdo do jogo. Esse aspecto da ABJ, como se observa, contribui para consolidar a aprendizagem ao permitir que os alunos percebam a relevância e a aplicação real dos conceitos estudados.

Durante os jogos, como em A Terra não é plana, de Matos (2021), também se observou uma colaboração significativa entre os alunos. Conforme o autor,

Eles formaram grupos (onde cada grupo elegia um representante), dividiram tarefas e **criaram entre eles uma forma de comunicação e cooperação mútua, desenvolvendo suas próprias estratégias** para chegar primeiro ao final da competição (Matos, 2021, p. 103, grifo nosso).

A cooperação para resolver questões e a ajuda mútua entre colegas evidenciam como a ABJ pode fomentar habilidades sociais e colaborativas. A capacidade de trabalhar em equipe e de se apoiar mutuamente é essencial para o desempenho escolar e para o desenvolvimento de competências interpessoais (Mahoney *et al.* , 2010; Wallon, 1968; Vygotsky, 2007).

Ademais, a introdução de elementos de competição saudável nos jogos incentivou os alunos a se empenharem mais em suas atividades, como se observa em Fernandes Júnior (2021):

Pode-se observar que **o espírito de competição entre os participantes do jogo gerou uma competição saudável**, fazendo com que isso se tornasse **um fator motivador para interação com os conteúdos propostos** a serem debatidos em sala de aula pelo professor. (Fernandes Júnior, 2021, p. 53, grifo nosso).

A competição dentro de um ambiente lúdico pode aumentar a motivação e o envolvimento dos alunos, estimulando-os a se esforçarem mais para alcançar objetivos e superar desafios. A ABJ utiliza a competição de forma construtiva para manter os alunos engajados e motivados.

Alguns dos jogos desenvolvidos também demonstraram flexibilidade em sua aplicação. A possibilidade de adaptar o jogo para diferentes áreas do conhecimento e contextos escolares é uma vantagem significativa. Com relação ao contexto, Sousa (2022) afirma que “**o Jogo Mestre da Matéria e Energia pode ser associado às aulas como forma de revisão ou de organizador prévio**, a critério do professor [...]” (Sousa, 2022, p. 124, grifo nosso). Já em relação à adaptação do jogo para outras áreas, Matos (2021) afirma que seu jogo “[...] em questão é perfeitamente moldável e aplicável a outras disciplinas e conteúdo de diversos interesses” (Matos, 2021, p. 103).

A ABJ valoriza a personalização dos jogos para atender às necessidades específicas dos alunos e do currículo, permitindo que os educadores ajustem os jogos para maximizar sua eficácia em diversos ambientes e contextos educacionais.

Essa personalização é uma característica essencial da ABJ, pois reflete a abordagem prática da metodologia. A possibilidade de ajustar e modificar os materiais do jogo, como peças e regras, para melhor atender à realidade escolar, aumenta sua relevância e utilidade como ferramenta pedagógica.

Além disso, os jogos contribuíram para a criação de um ambiente mais positivo e dinâmico na sala de aula. Conforme mostra Sousa (2022), o jogo *MME* mostrou-se ser

[...] **um instrumento de aprendizagem ativa, diferenciada e divertida**, proporcionando assim, um **momento de revisão, aprendizado e brincadeira concomitantes**, mostrando, **como respondido pelos próprios alunos, que é possível sim aprender e se divertir ao mesmo tempo** (Sousa, 2022, p. 124, grifo nosso).

A observação dos alunos se divertindo e aprendendo simultaneamente demonstra como a ABJ pode melhorar a relação entre alunos e professores. A interação durante os jogos proporcionou uma atmosfera de aprendizado mais colaborativa e engajada, fortalecendo o vínculo entre discentes e docentes.

O *feedback* dos alunos e dos professores indicou que os jogos foram bem recebidos e valorizados como ferramentas pedagógicas. Verificamos essa receptividade em palavras como a de Paixão (2021):

A experiência com o jogo não se tratou simplesmente de brincar, mas de gerar conhecimento de forma intuitiva e, de certa forma, quase automática. O trabalho do professor se torna muito mais relevante quando consegue “introduzir” os estudantes em um novo mundo de tal forma que estes passem a gostar dessa novidade. Sem que o estudante, assim como o professor, se entregue ao processo de “apresentação à física” não será possível um ambiente propício para uma eficiente aprendizagem. De fato, algo precisa ser acrescentado, a física precisa ser ensinada e compreendida, para que o interesse pela mesma se manifeste (Paixão, 2021, p. 78, grifo nosso).

A aceitação positiva do material e a observação de uma aprendizagem significativa destacam como a ABJ pode ser uma abordagem eficaz para reforçar o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um retorno positivo tanto para os alunos quanto para os educadores.

Nossa análise dos pontos positivos das pesquisas revela que a Aprendizagem Baseada em Jogos oferece uma série de benefícios significativos para a educação. Os jogos promovem o engajamento e a motivação dos alunos, facilitam a compreensão de conceitos complexos, desenvolvem habilidades colaborativas e competitivas, além de permitir a personalização e adaptação dos materiais didáticos. Ademais, reforçam a relação entre discentes e docentes, criando um ambiente de aprendizado mais positivo e interativo. Esses aspectos positivos demonstram o potencial da ABJ para transformar o ensino-aprendizagem da Física, tornando-o mais eficaz e envolvente para os estudantes.

Com isso em mente, concordamos com a análise de Silva (2021):

Equivocadamente achamos que jogos de tabuleiros não despertam mais o interesse em alunos nativos digitais. No entanto, se pararmos para observar ao nosso redor, o quanto ainda temos, por exemplo, alunos que gostam de jogar uno, jogo da vida, banco imobiliário, dominó, xadrez e tantos outros mais, podemos voltar nossos olhos para tal distração e transformar em algo didático e divertido (Silva, 2021, p. 48, grifo nosso).

Portanto, aproveitar a oportunidade que o jogo de tabuleiro apresenta para nós — algo que atrai e cativa os jovens — pode se tornar, para nós educadores, um canal de oportunidades para gerar motivação e engajamento com uma atividade que promova diversão e aprendizagem, esforço, foco e dedicação na experiência vivida. É isso o que a educação procura! Assim, ao nosso ver, devemos voltar nossa atenção para esta ferramenta pedagógica chamada jogo educativo digital de tabuleiro, que promete, com a devida formação do professor e com o equilíbrio ideal entre os elementos dos jogos, contribuir para a relação do estudante

com o conhecimento e para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Física — ou de qualquer outra disciplina.

Posteriormente à pesquisa com a palavra-chave “tabuleiro”, foi realizada uma segunda busca, agora com a palavra-chave “jogo digital”, filtrando-se nas áreas de conhecimento Física, Ensino e Ensino de Ciências e Matemática. Conforme apresentado na Figura 3, o levantamento bibliográfico identificou 59 dissertações. Para esta pesquisa, foram selecionadas, ao todo, 10 dissertações, conforme mostra o Quadro 16.

Quadro 16 - Dissertações de Física relacionadas a jogos digitais no site da Capes.

Dissertações	Estilo de jogo digital/Ações	Etapa do Ensino	Áreas da Física envolvidas	Teorias ou teóricos citados
MARQUES (2019) Cosmopla	Jogo de estratégia (JE)/ Individuais (I)	Médio	Astronomia	Vygotsky, Ausubel, Gowin, Novak, Moreira e UEPS
OLIVEIRA (2019) Física Medieval	RPG/I	Médio	Cinemática	Vygotsky
SILVA, J. (2018) Zum	RPG/I	Médio	Ondulatória	Papert, Dewey e ABP
LIMA (2015) Lâmpadas	Jogo Abstrato de Tabuleiro (JAT)/ Coletivo (C)	Médio	Eletricidade	Ausubel e ABJ
MATOS (2020) O caso Bendegó	RPG/I	Médio	Astronomia	ABJ
SILVA (2020) Newtônia	RPG/I	Médio	Dinâmica	Ausubel
SANTOS (2023) Planos além do espaço-tempo	RPG/I	Médio	Astronomia	Ausubel e Teoria do <i>Flow</i>
QUARTO (2016) Universo da Física-Eletromagnetismo	Jogo Abstrato (JA)/C	Médio	Eletromagnetismo	Ausubel e Gowin
FERNANDES JÚNIOR (2021b) Física Facílima Total	Jogo Abstrato de Simulação (JAS)/I	Médio	Cinemática	Ausubel

CASASSANTA (2017) TracIm	JA/I	Médio	Óptica	ABJ, Aprendizagem situada, Teoria da carga cognitiva
--------------------------------	------	-------	--------	--

Fonte: [https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/!](https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/)

Figura 3 - Parâmetros de pesquisa das dissertações envolvendo jogos digitais

The screenshot shows the CAPES Theses and Dissertations Catalog interface. In the search bar, the term "jogo digital" is entered. Below the search bar, it says "58 resultados para 'jogo digital'" (58 results for 'jogo digital'). On the right side, there are three filter sections: "Área Conhecimento" (3 opções), "Área Avaliação" (2 opções), and "Área Concentração" (28 opções). Under "Área Conhecimento", "ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA" has 27 results, "ENSINO" has 23 results, and "FÍSICA" has 8 results. Under "Área Avaliação", "ENSINO" has 50 results and "ASTRONOMIA / FÍSICA" has 8 results. Under "Área Concentração", "ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA" has 13 results and "FÍSICA" has 7 results.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observa-se que a grande maioria dos jogos digitais analisados é apresentada aos estudantes de forma individualizada. Quando se fala em formato individual, refere-se às ações do jogador em resposta às demandas do jogo, não significando, necessariamente, que esses jogos isolam totalmente os alunos. Alguns deles podem permitir que os estudantes, mesmo realizando ações individualizadas para responder a determinado problema, integrem suas decisões às dos colegas, por meio de elementos como ranking, pontuação ou níveis. No entanto, a resolução do problema proposto geralmente depende apenas de um único estudante.

Ressalta-se que o objetivo desta pesquisa é promover a ABJ com foco na interação social, fundamentada na teoria de Vygotsky (2007). Assim, abordagens como as de Lima (2015) e Quarto (2016), que apresentam experiências colaborativas, são aquelas que orientam o presente estudo.

A proposta que mais se aproxima da que será apresentada é a de Lima (2015), que desenvolveu um jogo digital abstrato de tabuleiro com abordagem coletiva. Destaca-se ainda uma característica do trabalho de Fernandes Júnior (2021), que consiste em um tabuleiro que acrescenta elementos de estratégia à dinâmica do jogo, diferentemente da maioria dos jogos de tabuleiro.

analógicos, que seguem um formato linear (trilha), em que há um único caminho para se alcançar o objetivo. Nesses jogos, ao atingir o ponto de “chegada”, o jogador vence a partida. Já nos jogos de estratégia, a vitória pode ocorrer de diversas maneiras, como no xadrez, sem a necessidade de um ponto final único.

A dissertação de Lima (2015) foca na criação, aplicação e análise de um jogo digital educativo chamado “Lâmpadas”, voltado ao ensino de circuitos elétricos. O trabalho fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na ABJ. O autor foi motivado pela observação das dificuldades dos alunos em compreender circuitos elétricos durante sua experiência docente. Os objetivos do trabalho incluem: produzir um jogo potencialmente significativo; tornar conceitos abstratos mais concretos; superar concepções espontâneas dos alunos; verificar quantitativamente a influência do jogo; promover a aprendizagem significativa de forma lúdica; e ampliar o acervo de objetos de aprendizagem digitais (Lima, 2015).

Assim como Lima (2015), pretende-se neste trabalho construir, aplicar e verificar a contribuição de um jogo digital educativo para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa incluirá, além do referencial teórico de Lima (2015), os fundamentos do Construtivismo de Piaget, da Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, da Teoria de Wallon e da Teoria do Flow, de Csikszentmihalyi. Os objetivos gerais aproximam-se dos propostos por Lima (2015).

A ideia inicial de Lima foi utilizar dispositivos elétricos em um tabuleiro analógico, impresso em lona, que ilustrava um circuito elétrico. As peças foram confeccionadas em PVC e as cartas, impressas em papel fotográfico. A versão final do jogo foi desenvolvida com o uso do App Inventor 2, uma ferramenta online gratuita que facilita a criação de aplicativos, mesmo para usuários com conhecimentos mínimos em programação. O resultado foi um aplicativo para dispositivos móveis com sistema operacional Android (Lima, 2015).

Nesta pesquisa, será desenvolvido um jogo digital utilizando a plataforma Genially³, uma ferramenta online que se destaca por permitir a criação de conteúdos visuais e interativos de forma simples e intuitiva. O Genially possibilita a criação de apresentações, infográficos, vídeos e jogos educativos, oferecendo uma ampla gama de recursos que tornam o processo criativo mais acessível e envolvente.

A interface do Genially é amigável e de fácil navegação, mesmo para usuários sem experiência em design gráfico. A partir de modelos pré-definidos, é possível iniciar rapidamente

³ Acesse a plataforma por meio do link <<https://Genially.com/pt-br/>>.

um projeto, ajustando os elementos conforme as necessidades. A plataforma permite arrastar e soltar objetos, personalizando o conteúdo com facilidade. Um de seus diferenciais é a possibilidade de inserir elementos interativos, como botões e *links*, o que proporciona uma experiência mais engajada aos estudantes.

O jogo desenvolvido por Lima (2015) foi aplicado a 141 alunos de duas escolas particulares de Natal/RN. A versão solo do jogo liberava o próximo desafio após a conclusão do atual, seguindo o princípio da consolidação de Ausubel, que recomenda solidificar conhecimentos prévios antes da introdução de novos conceitos. Já na versão "batalha", os alunos foram organizados em duplas, e dois grupos competiam entre si. As duplas eram orientadas a discutir e decidir, em consenso, qual seria a melhor ação a ser tomada. Importa destacar que ambas as versões foram utilizadas com uma abordagem coletiva, ou seja, mesmo na versão solo, recomendava-se o trabalho em equipe para a resolução dos desafios.

Reitera-se que, à semelhança dos trabalhos de Lima (2015) e Quarto (2016), a proposta aqui desenvolvida visa promover, além de habilidades cognitivas, o trabalho em equipe, a interação de ideias e o desenvolvimento de competências socioemocionais, oportunizando a realização de ações coletivas para a resolução de problemas presentes no jogo.

Lima (2015) analisou a eficácia de seu jogo por meio da comparação do desempenho dos alunos antes e depois da utilização do aplicativo. Utilizou-se, para isso, um questionário baseado em concepções espontâneas presentes na literatura, aplicado como pré e pós-teste. Neste trabalho, além de um questionário diagnóstico (pré-teste) e de outro para avaliação da aprendizagem (pós-teste), serão utilizados instrumentos qualitativos para investigar habilidades adquiridas, especialmente aquelas de natureza socioemocional, como o trabalho colaborativo.

Os resultados obtidos por Lima (2015) indicam que o jogo “Lâmpadas” contribuiu para uma aprendizagem significativa, uma vez que os alunos apresentaram melhora em seu desempenho após a aplicação do jogo. O autor conclui que o aplicativo é um produto potencialmente significativo e uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de circuitos elétricos.

Considera-se, neste estudo, que a aprendizagem está vinculada não apenas ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, mas também às socioemocionais, conforme defendido por Wallon, segundo Mahoney et al. (2010). Ademais, mesmo que o produto educacional aqui desenvolvido se revele potencialmente significativo, não será considerado como acabado. Acredita-se, no entanto, que ele poderá constituir uma base para discussões

futuras, além de estimular pesquisas que visem aprimorá-lo, superá-lo ou adaptá-lo a diferentes contextos educacionais.

Pretende-se, portanto, desenvolver um jogo educativo digital de tabuleiro, com formato abstrato e abordagem coletiva, no qual as ações exigidas pelo jogo sejam decididas por um grupo de estudantes. O jogo incluirá elementos de sorte — como a utilização de roletas — e características dos jogos clássicos, como as de dama e de xadrez, que se destacam pela presença de estratégias em sua dinâmica.

A escolha por um jogo de caráter abstrato, em vez de um RPG, está relacionada ao desejo deste pesquisador de criar um produto educacional que possa ser adaptado a outros conteúdos e áreas do conhecimento. Dessa forma, o jogo poderá ser “vestido” com narrativas temáticas diversas, de acordo com as necessidades pedagógicas de cada professor.

A decisão pelo formato digital fundamenta-se na possibilidade de incorporar de forma mais acentuada o elemento da interatividade, entendida como o grau em que os jogadores podem influenciar os eventos dentro do jogo. Isso contribui para o engajamento ativo e facilita a integração de elementos visuais e auditivos manipuláveis em tempo real, proporcionando, a nosso ver, uma experiência educacional mais dinâmica e envolvente.

O conteúdo de Física abordado no produto educacional será a quantidade de movimento e o impulso de uma força. A escolha desse tema se deu em razão de, segundo a prática pedagógica deste pesquisador, ser um tópico frequentemente negligenciado, embora essencial para a compreensão das leis de movimento e dos princípios de conservação em sistemas físicos. Além disso, ao tratar da quantidade de movimento e do impulso, por meio da ABJ, pretende-se desenvolver tanto habilidades cognitivas — como o pensamento crítico e a resolução de problemas — quanto habilidades socioemocionais, como a colaboração e a resiliência.

Na sequência, será apresentado o conteúdo específico a ser abordado, seguido da metodologia, na qual será detalhado o processo de construção e aplicação da pesquisa, incluindo a descrição do produto educacional criado, os questionários aplicados e a sequência didática utilizada.

2.9 Quantidade de movimento e impulso de uma força

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), em situações cotidianas nas quais o movimento é complexo, devemos recorrer à Física para comprehendê-lo melhor, utilizando simplificações que possibilitem um entendimento mais abrangente. Movimentos descritos por

uma bailarina, um bastão lançado e girando no ar, ou um automóvel em colisão, por exemplo, podem ser mais bem compreendidos quando se estabelece um ponto especial no sistema, denominado centro de massa.

2.9.1 Centro de massa

Assim, para facilitar a compreensão do movimento nos casos descritos, Halliday, Resnick e Walker (2012) definem o centro de massa (CM) de um sistema de partículas (como a bailarina, por exemplo) da seguinte maneira:

O centro de massa de um sistema de partículas é o ponto que se move como se (1) toda a massa do sistema estivesse concentrada nesse ponto e (2) todas as forças externas estivessem aplicadas nesse ponto (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 207).

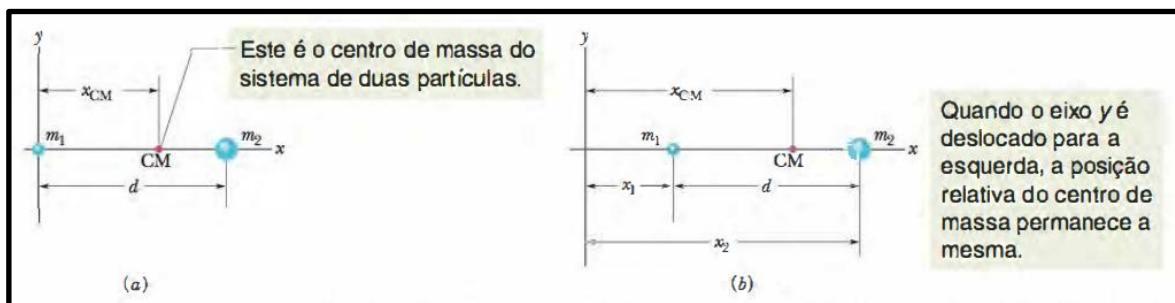
Nesta seção, exploramos como localizar o centro de massa em sistemas de partículas. Iniciaremos com sistemas compostos por poucas partículas e, posteriormente, avançaremos para corpos maciços. Em seguida, discutiremos o movimento do centro de massa quando o sistema estiver sujeito à ação de forças externas.

2.9.1.1 Sistemas de partículas

Suponha que duas partículas, de massas m_1 e m_2 , estejam separadas por uma distância d , sendo a massa m_1 posicionada na origem do eixo x e a massa m_2 em uma posição à direita, conforme ilustrado na Figura 4 (a). Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que a posição no eixo x do centro de massa (x_{CM}) desse sistema de duas partículas é dada por:

$$x_{CM} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} d \quad (1)$$

Figura 4 - O centro de massa de duas partículas



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 208).

Analisando essa equação, verificamos que, ao fazermos $m_2 = 0$, a equação retorna x_{CM} na origem, coincidindo com a posição da massa m_1 . Por outro lado, se fizermos $m_1 = 0$, o resultado é $x_{CM} = d$, com a partícula m_2 nesta posição. Ainda, se $m_1 = m_2$, então $x_{CM} = \frac{d}{2}$, ou seja, o centro de massa estará exatamente entre as duas partículas. Assim, concluímos que o centro de massa deve situar-se entre as partículas, desde que ambas possuam massas diferentes de zero.

Para um contexto mais geral, a Figura 4 (b) apresenta a posição do centro de massa, na qual o eixo y foi deslocado para a esquerda. A nova definição para x_{CM} , segundo Halliday, Resnick e Walker (2012) é:

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Verificamos que, se na Equação (2) fizermos $x_1 = 0$ e $x_2 = d$, ela se iguala à Equação (1). Dessa forma, concluímos que o deslocamento do eixo y não altera a posição de x_{CM} .

Se definirmos $M = m_1 + m_2$, onde M é a massa total o sistema, temos:

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M} \quad (3)$$

Ao generalizarmos a Equação (3) para um sistema de n partículas localizadas ao longo do eixo x , cuja massa total é $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$, a posição do centro de massa é dada por (Serway; Jewett, 2012):

$$x_{CM} = \frac{l}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i$$

(4)

em que o índice i assume valores inteiros de 1 a n .

Para uma situação em que as partículas estejam localizadas em três dimensões, os autores afirmam que as coordenadas do centro de massa são, de maneira análoga:

$$x_{CM} = \frac{l}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i, \quad y_{CM} = \frac{l}{M} \sum_{i=1}^n m_i y_i, \quad z_{CM} = \frac{l}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_i \quad (5)$$

Serway e Jewett (2012) apresentam essas coordenadas por meio de vetores. Eles explicam que a posição de uma dada partícula de coordenadas x_i , y_i e z_i , é expressa pelo seguinte vetor posição:

$$\vec{r}_i = x_i \hat{i} + y_i \hat{j} + z_i \hat{k} \quad (6),$$

em que o índice está relacionado à partícula e \hat{i} , \hat{j} e \hat{k} representam vetores unitários orientados ao longo dos eixos x , y e z , respectivamente. De maneira semelhante, o vetor posição do centro de massa de um sistema de partículas é, de acordo com os autores:

$$\vec{r}_{CM} = x_{CM} \hat{i} + y_{CM} \hat{j} + z_{CM} \hat{k} \quad (7)$$

Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que as três equações escalares da Equação (5) podem ser generalizadas na seguinte forma vetorial:

$$\vec{r}_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i \quad (8)$$

em que M é a massa total do sistema. Os autores confirmam que essa equação está correta ao substituir os valores de \vec{r}_i e \vec{r}_{CM} , dados pelas Equações (6) e (7), separando as componentes x , y , e z , o que resulta nas relações escalares da Equação (5).

Para Young e Freedman (2016), o centro de massa, em termos estatísticos, “é a posição correspondente a uma média ponderada das massas das partículas” (Young; Freedman, 2016, p. 281). Já Serway e Jewett (2012) ensinam que a localização do centro de massa pode ser definida como a posição média da massa do sistema, estando situada em algum ponto da linha que une duas partículas, por exemplo, mais próxima daquela que possui maior massa (Serway; Jewett, 2012).

2.9.1.2 Corpos macisos

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), um corpo comum, como um bastão de madeira, pode ser considerado uma distribuição contínua de massa. Nesse caso, os autores afirmam que as partículas do corpo podem ser tratadas como elementos infinitesimais de massa dm , o que transforma os somatórios da Equação (5) em integrais. As coordenadas do centro de massa passam a ser definidas por:

$$x_{CM} = \frac{1}{M} \int x \, dm, \quad y_{CM} = \frac{1}{M} \int y \, dm, \quad z_{CM} = \frac{1}{M} \int z \, dm \quad (9)$$

em que M representa a massa total do corpo (Halliday, Resnick e Walker, 2012).

Halliday, Resnick e Walker (2012) mostram que a grande maioria dos corpos do cotidiano (um computador ou um pássaro, por exemplo) o cálculo dessas integrais não é simples. Para facilitar, costumam trabalhar com corpos homogêneos — aqueles que possuem densidade constante ρ (massa por unidade de volume) para todos os seus elementos infinitesimais. Assim, pode-se escrever:

$$\rho = \frac{dm}{dV} = \frac{M}{V} \quad (10)$$

em que dV é o elemento de volume correspondente à massa dm , e V o volume total do corpo (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Substituindo-se $dm = (M/V) dV$ na Equação (9), obtém-se:

$$x_{CM} = \frac{1}{V} \int x \, dV, \quad y_{CM} = \frac{1}{V} \int y \, dV, \quad z_{CM} = \frac{1}{V} \int z \, dV \quad (11)$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), quando um objeto apresenta um ponto, linha ou plano de simetria, o cálculo do centro de massa torna-se mais simples, pois ele estará localizado nesse ponto, linha ou plano. Segundo os autores:

[...] o centro de massa de uma esfera (que possui um ponto de simetria) está no centro da esfera (que é o ponto de simetria). O centro de massa de um cone (cujo eixo é uma reta de simetria) está sobre esse eixo. O centro de massa de uma banana (que tem um plano de simetria que a divide em duas partes iguais) está em algum ponto desse plano (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 209-210).

Eles ainda acrescentam que o centro de massa de um objeto pode não estar localizado dentro do próprio corpo. Por exemplo, no centro de massa de uma rosquinha não há massa, assim como no de uma farradura não há ferro (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Por fim, Serway e Jewett (2012) explicam que é possível localizar o centro de massa por meio do seguinte procedimento:

Se uma força única é aplicada em um ponto na barra acima do centro de massa, o sistema gira no sentido horário [...]; se aplicada abaixo do centro de massa, o sentido será anti-horário [...]. Se a força é aplicada no centro de massa, o sistema se move na direção da força sem girar [...]. (Serway; Jewett, 2012, p. 247).

Dessa forma, se o procedimento descrito for aplicado a objetos como os citados por Halliday, Resnick e Walker (2012) — uma vassoura, por exemplo —, é possível localizar o centro de massa de maneira rápida e prática.

2.9.2 A Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas

Após compreendermos como localizar o centro de massa de um sistema de partículas, discutiremos a associação entre forças externas e o centro de massa. Halliday, Resnick e Walker (2012) iniciam essa discussão utilizando o exemplo de uma colisão entre duas bolas de sinuca.

Ao acertarmos uma bola branca contra outra que está parada, esperamos que o sistema formado por ambas continue a se movimentar na mesma direção após o choque. Não seria razoável imaginar que elas se deslocassem em nossa direção ou que se movessem ambas para a direita ou para a esquerda (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Segundo os autores, “o que continua a se mover para frente, sem que o movimento seja alterado pela colisão, é o centro de massa do sistema de duas bolas” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 212). Eles explicam que, ao focarmos nesse ponto — que, no caso das duas bolas com mesma massa, é o ponto médio da linha que as une — podemos verificar a afirmação

observando a trajetória percorrida na mesa de sinuca. Acrescentam ainda que o centro de massa continuará se movimentando na direção originalmente seguida pela bola branca, independentemente de o choque ter sido frontal ou oblíquo, como se a colisão não tivesse ocorrido.

Para aprofundar a análise do movimento do centro de massa, os autores propõem substituir o par de bolas de sinuca por um conjunto de n partículas, de modo que nos concentremos apenas no movimento do centro de massa. Embora o centro de massa seja apenas um ponto, ele se comporta como se tivesse a massa de todo o sistema, podendo ser-lhe atribuídas posição, velocidade e aceleração (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Com base nessa ideia, é possível determinar a equação vetorial que descreve o movimento do centro de massa de um sistema de partículas. Para um sistema de n partículas, conforme a Equação (8):

$$M \vec{r}_{CM} = m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 + \dots + m_n \vec{r}_n \quad (12)$$

em que M é a massa total do sistema e \vec{r}_{CM} é o vetor posição do centro de massa.

Derivando a Equação (12) em relação ao tempo, obtém-se:

$$M \vec{v}_{CM} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 + \dots + m_n \vec{v}_n \quad (13)$$

em que $\vec{v}_i = \frac{d\vec{r}_i}{dt}$ representa a velocidade da partícula i e $\vec{v}_{CM} = \frac{d\vec{r}_{CM}}{dt}$ é a velocidade do centro de massa.

Derivando novamente em relação ao tempo, obtemos:

$$M \vec{a}_{CM} = m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 + m_3 \vec{a}_3 + \dots + m_n \vec{a}_n \quad (14)$$

em que $\vec{a}_i = \frac{d\vec{v}_i}{dt}$ é a aceleração da partícula i e $\vec{a}_{CM} = \frac{d\vec{v}_{CM}}{dt}$ é a aceleração do centro de massa.

Halliday, Resnick e Walker (2012) destacam que, embora o centro de massa seja apenas um ponto geométrico, ele apresenta posição, velocidade e aceleração associadas, comportando-se como se fosse uma partícula.

Podemos reescrever a Equação (14) com base na segunda lei de Newton. Sabemos que $m_i \vec{a}_i = \vec{F}_i$, onde \vec{F}_i é a força resultante que atua sobre a partícula i . Assim, temos:

$$M \vec{a}_{CM} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \quad (15)$$

Os autores analisam as forças no lado direito da Equação (15), distinguindo entre forças internas (entre as partículas do sistema) e forças externas (exercidas por agentes externos). Com base na terceira lei de Newton, as forças internas ocorrem aos pares — ação e reação — e se cancelam mutuamente, de modo que restam apenas as forças externas. Portanto, a Equação (15) se reduz a:

$$\vec{F}_{res} = M \vec{a}_{CM} \text{ [sistema de partículas]} \quad (16)$$

Essa equação expressa a segunda lei de Newton para o movimento do centro de massa de um sistema de partículas, sendo formalmente idêntica à equação aplicada a uma única partícula: $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$.

Contudo, Halliday, Resnick e Walker (2012) ressaltam três condições importantes:

1. \vec{F}_{res} representa apenas a força resultante das forças externas;
2. A massa total M do sistema deve ser constante (o sistema deve ser fechado); e
3. \vec{a}_{CM} refere-se apenas à aceleração do centro de massa (e não à de outras partes do sistema).

Além disso, a Equação (16) pode ser decomposta nos três eixos de coordenada, como mostrado a seguir:

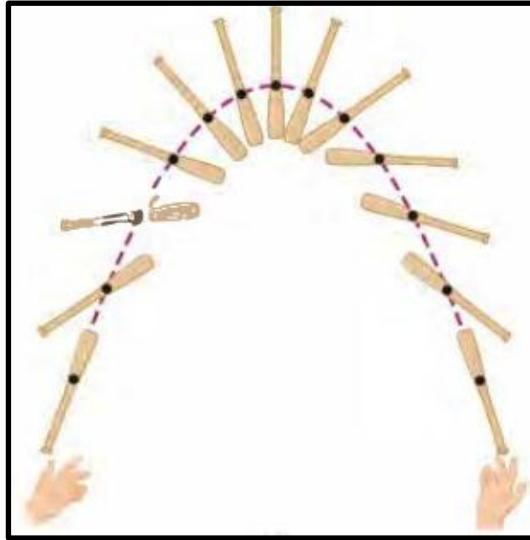
$$\vec{F}_{res,x} = M \vec{a}_{CM,x} \quad \vec{F}_{res,y} = M \vec{a}_{CM,y} \quad \vec{F}_{res,z} = M \vec{a}_{CM,z} \quad (17)$$

Retornando ao exemplo das bolas de sinuca, os autores observam que, após o movimento da bola branca, não há força externa atuando sobre o sistema formado pelas duas bolas. Assim, pela Equação (16), temos $\vec{F}_{res} = 0$ e $\vec{a}_{CM} = 0$. Como a aceleração é a taxa de variação da velocidade, conclui-se que a velocidade do centro de massa permanece constante (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

No choque entre as bolas, as forças envolvidas — internas ao sistema — não alteram a força resultante, que continua nula. Logo, o centro de massa do sistema, que se movia para frente antes da colisão, “[...] deve continuar a se mover para frente após a colisão, com a mesma velocidade e a mesma orientação” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 213).

A Equação (16) é válida não apenas para sistemas de partículas, mas também para corpos rígidos. Um exemplo é mostrado na Figura 5, em que o centro de massa de um taco de beisebol lançado para cima — enquanto gira — segue uma trajetória parabólica. Os demais pontos do taco descrevem trajetórias mais complexas. Nessa situação, M é a massa do taco, \vec{F}_{res} corresponde à força da gravidade e $\vec{a}_{CM} = \vec{g}$. Assim, o centro de massa move-se como se fosse uma partícula de massa M sujeita à gravidade (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Figura 5 - O centro de massa de um taco de beisebol



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 207).

Outra situação analisada é apresentada na Figura 6: um foguete que descreve uma trajetória parabólica e explode durante um espetáculo de fogos de artifício. Mesmo após se fragmentar, caso se desconsidere a resistência do ar, a força externa que atua sobre o sistema continua sendo a força da gravidade. As forças responsáveis pela explosão são internas ao sistema (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Portanto, a aceleração do centro de massa dos fragmentos permanece igual a \vec{g} e ele segue a mesma trajetória parabólica que teria seguido caso o foguete não tivesse explodido.

Figura 6 - Fogo de artifício explodindo no ar



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 213).

2.9.3 Quantidade de movimento ou momento linear

Vamos focar em uma partícula isolada, visando definir duas grandezas significativas. Na seção seguinte, essas grandezas serão estendidas a sistemas compostos por muitas partículas (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Primeiramente, definiremos a palavra momento ou, como foi desenvolvido no jogo, a quantidade de movimento. Para Halliday, Resnick e Walker (2012), o momento linear de uma partícula é uma grandeza vetorial \vec{p} , sendo definido pela seguinte equação:

$$\vec{p} = m\vec{v} \text{ (quantidade de movimento de uma partícula)} \quad (18)$$

em que m é a massa, e \vec{v} a velocidade da partícula (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Os autores ponderam que o termo “linear” é frequentemente omitido, mas é utilizado para distinguir \vec{p} do momento angular. Além disso, observam que, sendo m uma grandeza escalar positiva, a Equação (18) indica que \vec{p} e \vec{v} têm a mesma orientação. A partir dessa expressão, conclui-se que a unidade de momento no Sistema Internacional (SI) é o quilograma-metro por segundo ($\text{kg}\cdot\text{m/s}$).

A segunda lei de Newton, segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), foi originalmente formulada em termos do momento, sendo enunciada da seguinte forma: “a taxa de variação com o tempo do momento de uma partícula é igual à força resultante que atua sobre a partícula e tem a mesma orientação que a força resultante” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 216). Em forma de equação, tem-se:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (19)$$

A Equação (19) afirma que uma força resultante \vec{F}_{res} , ao ser aplicada sobre uma partícula, provoca uma variação no momento linear \vec{p} . Na prática, isso significa que, se houver uma força atuando sobre a partícula, seu momento linear se alterará; por outro lado, na ausência de força, o momento linear permanece constante (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Ao substituir-se \vec{p} a Equação (19) por seu valor definido na Equação (18), considerando uma massa constante m , tem-se:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} (m\vec{v}) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Portanto, conforme Halliday, Resnick e Walker (2012), as expressões $\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ e $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$ são formas equivalentes da segunda lei de Newton para uma partícula.

2.9.4 O momento linear de um sistema de partículas

Entenderemos agora a definição de momento linear para um sistema de partículas. Consideraremos, assim, um sistema de n partículas, cada uma com sua respectiva massa, velocidade e momento linear. As partículas podem interagir entre si e estar sujeitas à ação de forças externas. O momento linear total do sistema, por sua vez, é obtido somando-se vetorialmente os momentos lineares individuais de todas as partículas envolvidas (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Logo:

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \vec{p}_n = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 + \dots + m_n \vec{v}_n \quad (20).$$

Ao compararmos a Equação (20) com a Equação (13), obtemos que:

$$\vec{P} = M \vec{v}_{CM} \text{ (momento linear de um sistema de partículas)} \quad (21).$$

Essa é, segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), uma maneira alternativa de definir o momento linear de um sistema de partículas. Os autores afirmam que “o momento linear de um sistema de partículas é igual ao produto da massa total do sistema pela velocidade do centro de massa” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 217).

Derivando a Equação (21) em relação ao tempo, temos:

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = M \frac{d\vec{v}_{CM}}{dt} = M \vec{a}_{CM} \quad (22).$$

Os autores mostram que, ao compararmos as Equações (16) e (22), observamos que a segunda lei de Newton pode ser escrita, para um conjunto de partículas, da seguinte forma:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{P}}{dt} \text{ (sistema de partículas)} \quad (23).$$

Nessa equação, \vec{F}_{res} é a força resultante que atua sobre o sistema. Trata-se de uma versão generalizada da Equação 19, que se aplica a uma única partícula. Em termos simples, essa equação indica que a aplicação de uma força externa \vec{F}_{res} a um sistema de partículas provoca uma alteração no momento linear \vec{P} do sistema. No entanto, esse momento linear só será alterado na presença de uma força externa; se não houver força externa, o momento linear permanece constante (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.5 Colisão e impulso

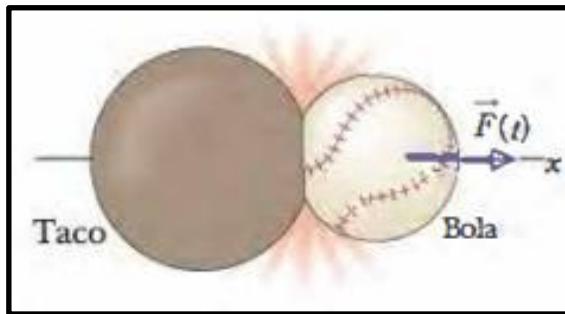
Em decorrência do exposto, sabemos que o momento (ou quantidade de movimento) \vec{p} de um corpo que se comporta como uma partícula permanecerá constante, a não ser que uma força externa seja aplicada sobre ele (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Halliday, Resnick e Walker (2012) apresentam formas de se modificar o momento de um corpo. Segundo eles, é possível empurrá-lo ou, de forma mais intensa, fazer com que colida com um taco de beisebol, por exemplo. Os autores explicam que, em uma colisão, a força aplicada no corpo ocorre em um intervalo de tempo curto, possui elevada intensidade e provoca uma mudança repentina no momento do corpo. Colisões ocorrem frequentemente em nosso cotidiano. A seguir, será analisado um tipo de colisão simples entre dois corpos que se comportam como partículas: um projétil colidindo com um alvo.

2.9.5.1 Colisão simples

Suponhamos que o projétil seja uma bola e o alvo, um taco. A colisão acontece rapidamente, mas a força exercida sobre a bola é suficientemente intensa para reverter seu movimento (Halliday; Resnick; Walker, 2012). A Figura 7 ilustra um momento dessa colisão. Durante o impacto, a bola é submetida a uma força $\vec{F}(t)$, que varia ao longo do tempo e altera seu momento linear \vec{p} . Essa mudança está ligada à força pela segunda lei de Newton: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Figura 7 - A força $\vec{F}(t)$ agindo em uma bola quando uma bola e um taco colidem.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 217).

Logo, no intervalo de tempo dt , a variação do momento da bola é expressa por:

$$d\vec{p} = \vec{F} \cdot dt \quad (24).$$

Para calcular a variação total no momento da bola durante a colisão, os autores afirmam que devemos integrar ambos os lados da Equação (24), de um instante t_i , imediatamente antes da colisão, até um instante t_f , logo após a colisão:

$$\int_{t_i}^{t_f} d\vec{p} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} \cdot dt \quad (25).$$

O lado esquerdo da Equação (25) representa a variação do momento: $\vec{p}_f - \vec{p}_i = \overrightarrow{\Delta p}$.

O lado direito, que considera tanto a intensidade quanto o tempo de aplicação da força, é conhecido como impulso, representado por \vec{J} (Halliday; Resnick; Walker, 2012):

$$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} \cdot dt \text{ (definição de impulso)} \quad (26).$$

Portanto, a variação do momento linear de um objeto é igual ao impulso aplicado nele:

$$\overrightarrow{\Delta p} = \vec{J} \text{ (teorema do momento linear e impulso)} \quad (27).$$

Essa equação, conforme os autores, pode ser expressa também na forma vetorial:

$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \vec{J} \quad (28).$$

Além disso, pode ser escrita em componentes:

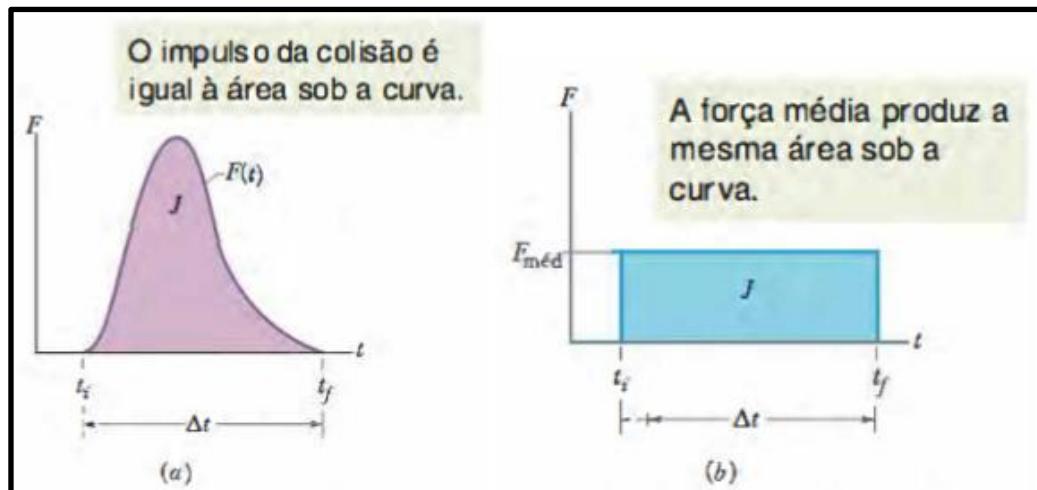
$$\Delta p_x = J_x \quad (29).$$

$$p_{fx} - p_{ix} = \int_{t_i}^{t_f} F_x \cdot dt \quad (30).$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), se a função $F(t)$ for conhecida, é possível calcular o impulso J integrando-a. Ainda explicam que, se tivermos um gráfico de F em função do tempo t , o impulso J pode ser obtido ao calcular a área entre a curva e o eixo t , como mostrado na Figura 8a. Quando não se conhece a variação temporal da força, mas se sabe o valor médio da força $F_{média}$ e a duração da colisão $\Delta t (= t_f - t_i)$ (ver Figura 8b), o impulso pode ser expresso como:

$$J = F_{média} \Delta t \quad (31).$$

Figura 8 - Cálculo do impulso pelo Gráfico



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 218). (a) A curva apresenta a intensidade da força em função do tempo que age na bola na colisão da Figura 7. A área sob a curva é igual ao módulo do impulso \vec{J} sobre a bola na colisão. (b) A altura do retângulo simboliza a força média $F_{média}$ que atua

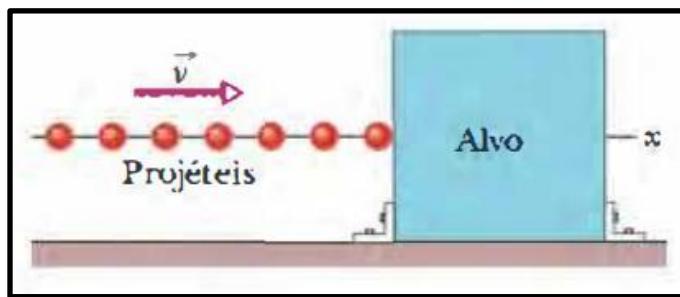
sobre a bola durante o intervalo de tempo Δt . A área do retângulo corresponde à área sob a curva apresentada no item (a) e, por isso, é igualmente equivalente ao valor do impulso \vec{J} gerado na colisão.

Os autores observam que, segundo a terceira lei de Newton, a força exercida pela bola sobre o taco é igual em módulo e oposta em direção à força exercida pelo taco na bola. Assim, o impulso recebido pelo taco tem o mesmo valor, mas sentido contrário (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.5.2 Colisão em série

Utilizando outro exemplo, os autores analisam a força exercida sobre um objeto que sofre uma série de colisões de mesma intensidade. Consideram uma máquina que lança bolas de tênis continuamente contra uma parede. Embora cada colisão gere uma força individual, o interesse recai sobre a força média $F_{mád}$ que a parede sofre ao longo do tempo. (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Figura 9 - Conjunto de projéteis atingindo um alvo



Fonte: Halliday; Resnick; Walker(2012, p. 219). Um conjunto de projéteis, todos com o mesmo momento linear, atinge um alvo fixo. A força média $F_{mád}$ aplicada sobre o alvo é direcionada para a direita e seu valor depende da frequência (ou taxa) com que os projéteis atingem o alvo, ou, de forma equivalente, da taxa com que a massa é lançada contra o alvo.

Na Figura 9, projéteis uniformemente espaçados, todos com massas iguais a m e momentos lineares $m\vec{v}$, colidem com um alvo fixo (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Se n projéteis colidem com o alvo durante um intervalo Δt e o movimento ocorre ao longo do eixo x , cada projétil tem momento inicial mv e sofre uma variação Δp no momento linear ao colidir.

A variação total do momento linear será, então, $n\Delta p$. Portanto, o impulso resultante \vec{J} , recebido pelo alvo durante o tempo Δt tem módulo $n\Delta p$, mas sentido oposto:

$$J = -n\Delta p \quad (32).$$

Combinando as Equações (31) e (32), obtém-se a força média $F_{média}$ que atua no alvo:

$$F_{média} = \frac{\vec{J}}{\Delta t} = -\frac{n}{\Delta t} \Delta p = -\frac{n}{\Delta t} m \Delta v \quad (33).$$

Essa equação mostra que $F_{média}$ depende da taxa de colisões $n/\Delta t$ e da variação da velocidade dos projéteis.

Se os projéteis param após o impacto, a variação de velocidade é:

$$\Delta v = v_f - v_i = 0 - v = -v \quad (34).$$

Se os projéteis retornam com a mesma velocidade escalar, $v_f = -v$, então:

$$\Delta v = v_f - v_i = -v - v = -2v \quad (35).$$

Se certa quantidade de massa $\Delta m = nm$ colide com o alvo no intervalo de tempo Δt , a Equação 33 pode ser reescrita como:

$$F_{média} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \Delta v \quad (36).$$

A Equação (36) mostra que a força média está relacionada à taxa de variação da massa que colide com o alvo, sendo possível substituir Δv conforme as Equações (34) ou (35), de acordo com o comportamento dos projéteis após a colisão (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.6 Conservação do Momento linear

Com o objetivo de definir como se dá a conservação do momento linear, Halliday, Resnick e Walker (2012) apontam que, se imaginarmos que a força externa resultante \vec{F}_{res} (e, consequentemente, o impulso \vec{J}) que atua sobre um sistema de partículas seja nula (tornando $\vec{F}_{res} = 0$ na Equação (23), o que leva a $dP/dt = 0$), ou seja, que o sistema seja isolado, e, além disso, considerarmos que nenhuma partícula possa entrar ou sair desse sistema (o que significa que ele é fechado), o momento linear total \vec{P} do sistema permanece constante, sendo assim representado pelos autores:

$$\vec{P} = constante \text{ (sistema fechado e isolado)} \quad (37).$$

Para Halliday, Resnick e Walker (2012), a conservação do momento linear é definida da seguinte forma: “se um sistema de partículas não está submetido a uma força

externa, o momento linear total \vec{P} do sistema não pode variar” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 221). Essa definição é conhecida como lei da conservação do momento linear, que pode ser expressa na forma

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \text{ (sistema fechado e isolado)} \quad (38).$$

Apresentando a Equação (38) em palavras, tem-se que essa equação significa que, em um sistema fechado e isolado, o momento linear total em um instante inicial t_i é igual ao momento linear total em um instante posterior t_f .

Halliday, Resnick e Walker (2012) lembram que as Equações (37) e (38) são equações vetoriais, o que significa que correspondem a três equações distintas, uma para cada direção em um sistema de coordenadas tridimensional, como o sistema xyz , representando a conservação do momento linear em três direções perpendiculares entre si (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Dependendo das forças que atuam no sistema, alertam os autores, o momento linear pode ser conservado em uma ou duas dessas direções, mas não necessariamente em todas elas ao mesmo tempo. No entanto, “se uma das componentes da força externa aplicada a um sistema fechado é nula, a componente do momento linear do sistema em relação ao mesmo eixo não pode variar” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 221).

Para ilustrar essa teoria, os autores convidam a imaginar o lançamento de uma laranja de um lado a outro de uma sala. Durante o trajeto, a única força externa que atua sobre a laranja (tratada como o sistema) é a força gravitacional \vec{F}_g , que aponta verticalmente para baixo. Como resultado, afirmam eles, a componente vertical do momento linear da laranja muda. No entanto, como não há forças externas agindo na direção horizontal, a componente horizontal do momento linear permanece constante (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Por fim, os autores ressaltam que estamos nos referindo às forças externas que atuam sobre um sistema fechado. Embora as forças internas possam alterar o momento linear de certas partes do sistema, elas não são capazes de modificar o momento linear total do sistema como um todo (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.7 Momento e Energia Cinética em Colisões

Na Seção 2.9.5, analisamos a colisão entre dois corpos que se comportavam como partículas, focando apenas em um deles. Nas seções seguintes, examinaremos o sistema completo formado pelos dois corpos, assumindo que ele é fechado e isolado. Na Seção 2.9.6, apresentamos uma regra para sistemas dessa natureza: o momento linear total \vec{P} do sistema

permanece constante, uma vez que não há forças externas atuando para alterá-lo (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Essa regra é fundamental, pois torna possível determinar o desfecho de uma colisão sem a necessidade de saber informações detalhadas, como a extensão dos danos causados (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Também iremos analisar a energia cinética total de um sistema composto por dois corpos em colisão. Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que, se a energia cinética total permanece inalterada durante a colisão, diz-se que a energia cinética do sistema foi conservada, ou seja, é a mesma tanto antes quanto depois do impacto. Esse tipo de colisão é conhecido como colisão elástica (Halliday; Resnick; Walker, 2012). No entanto, em colisões cotidianas, como a batida entre dois carros ou o choque de uma bola com um taco, parte da energia cinética é transformada em outras formas de energia, como térmica ou sonora. Isso significa que a energia cinética não é conservada, caracterizando uma colisão inelástica (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

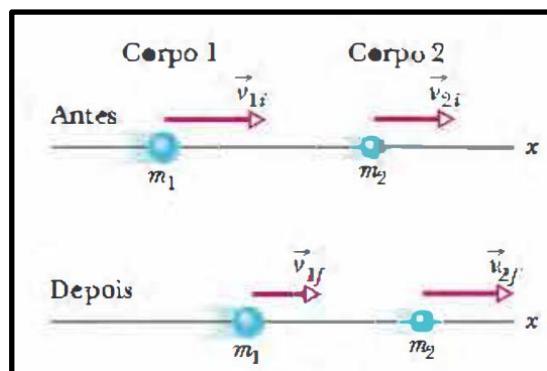
Para os autores, em algumas situações, podemos tratar uma colisão entre objetos comuns como quase elástica. Como exemplo, citam o caso de uma superbola que cai sobre um piso duro. Se a colisão entre a bola e o chão (ou a Terra) fosse completamente elástica, a bola retornaria à altura original, sem perda de energia cinética. No entanto, na prática, a bola alcança uma altura um pouco menor após a colisão, indicando dissipação de parte da energia cinética, o que caracteriza uma colisão inelástica. Ainda assim, dependendo do tipo de cálculo que está sendo realizado, pode ser razoável ignorar essa pequena perda e considerar a colisão como elástica (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Por fim, Halliday, Resnick e Walker (2012) asseguram que a colisão inelástica entre dois corpos sempre resulta em redução da energia cinética do sistema. Ainda segundo os autores, a maior perda de energia ocorre quando os dois corpos se unem após a colisão, situação conhecida como colisão perfeitamente inelástica (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Um exemplo é a colisão entre uma bola de beisebol e um taco, que é inelástica, enquanto a colisão de uma bola de massa de modelar com um taco é considerada perfeitamente inelástica, pois, nesse caso, a bola se gruda ao bastão (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.8 Colisões inelásticas em uma dimensão

2.9.8.1 Colisão inelástica unidimensional

Figura 10 - Representação esquemática de uma colisão inelástica.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 224).

Os corpos 1 e 2 se movimentam ao longo do eixo x, antes e depois de sofrerem uma colisão inelástica.

A Figura 10 ilustra dois corpos momentos antes e depois de uma colisão unidimensional. As velocidades dos corpos, tanto antes da colisão (representadas pelo índice i) quanto depois (indicadas pelo índice f), estão destacadas. Esses dois corpos formam um sistema fechado e isolado. Assim, podemos aplicar a lei da conservação do momento linear para esse sistema, afirmando que o momento total inicial \vec{P}_i é igual ao momento total final \vec{P}_f (Halliday; Resnick; Walker, 2012), ou, em símbolos:

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f} \text{ (conservação do momento linear)} \quad (39).$$

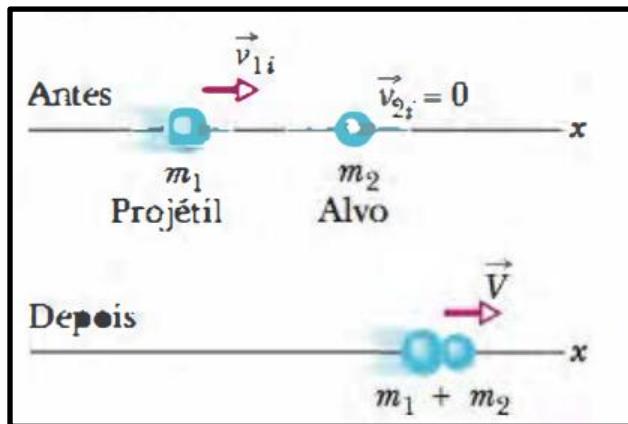
Halliday, Resnick e Walker (2012) reescrevem a Equação (39), a partir da equação $p = mv$, considerando que o movimento ocorre em apenas uma dimensão, permitindo substituir os vetores pelas suas componentes escalares:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad (40).$$

Isso permite focar apenas nas intensidades das velocidades e massas ao longo desse eixo único, simplificando a análise da colisão. Se forem conhecidos os valores das massas, das velocidades iniciais e de uma das velocidades finais, é possível determinar a outra aplicando a Equação (40) (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.8.2 Colisões perfeitamente inelásticas unidimensionais

Figura 11 - Uma colisão perfeitamente elástica entre dois corpos.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 225). O corpo de massa m_2 , antes da colisão, está em repouso e o corpo de massa m_1 está se movimentando. Os corpos se movem unidos após a colisão com a mesma velocidade \bar{V}

A Figura 11 ilustra dois corpos antes e depois de uma colisão perfeitamente inelástica, em que os corpos permanecem unidos após o impacto. O corpo de massa m_2 começa em repouso ($v_2 = 0$), sendo considerado o alvo, enquanto o corpo em movimento é o projétil. Após a colisão, ambos os corpos movem-se juntos com velocidade V . Nesse caso, os autores expressam a Equação (40) da seguinte forma:

$$m_1 v_{1i} = (m_1 + m_2) V \quad (41)$$

ou, resolvendo para V :

$$V = \frac{m_1}{(m_1 + m_2)} v_{1i} \quad (42).$$

Se forem conhecidos os valores das massas e a velocidade inicial v_{1i} do projétil, pode-se determinar a velocidade final V aplicando a Equação (42). Vale destacar que V será sempre menor que v_{1i} , pois a fração $m_1/(m_1 + m_2)$ é sempre inferior a 1 (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.8.3 Velocidade do centro de massa

Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que, em um sistema fechado e isolado, a velocidade \vec{v}_{CM} do centro de massa não pode mudar durante uma colisão, já que não há forças externas que possam provocar essa alteração (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Para determinar o valor de \vec{v}_{CM} , os autores retornam ao sistema de dois corpos e à colisão unidimensional ilustrada na Figura 10. Com base na Equação (21) ($\vec{P} = M\vec{v}_{CM}$), sugerem associar \vec{v}_{CM} ao momento linear total \vec{P} do sistema, expressando essa relação da seguinte forma:

$$\vec{P} = M\vec{v}_{CM} = (m_1 + m_2)\vec{v}_{CM} \quad (43).$$

Como o momento linear total \vec{P} é conservado durante a colisão, ele pode ser expresso em ambos os lados da Equação (39) (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Os autores representam o lado esquerdo da equação como:

$$\vec{P} = \overrightarrow{p_{1t}} + \overrightarrow{p_{2t}} \quad (44).$$

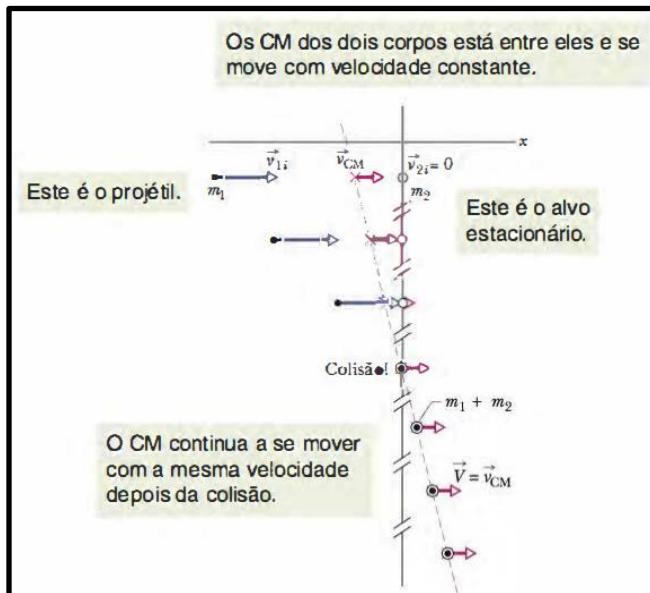
Substituindo esse resultado na Equação 43, e isolando \vec{v}_{CM} , obtém:

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\vec{P}}{(m_1 + m_2)} = \frac{\overrightarrow{p_{1t}} + \overrightarrow{p_{2t}}}{(m_1 + m_2)} \quad (45).$$

O lado direito dessa equação representa uma constante e a velocidade do centro de massa \vec{v}_{CM} mantém esse valor constante tanto antes quanto após a colisão (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Como exemplo, Halliday, Resnick e Walker (2012) apresentam a Figura 12, que mostra, em uma sequência de imagens, o movimento do centro de massa durante a colisão perfeitamente inelástica representada na Figura 11. O corpo 2, que está parado, é o alvo, e seu momento linear inicial, segundo a Equação (45), é $\overrightarrow{p_{2t}} = m_2 \overrightarrow{v_{2t}} = 0$. Já o corpo 1, o projétil, tem momento linear inicial dado por $\overrightarrow{p_{1t}} = m_1 \overrightarrow{v_{1t}} = 0$. Os autores destacam que, antes e depois da colisão, o centro de massa se desloca com velocidade constante para a direita. Após a colisão, a velocidade final V , compartilhada pelos dois corpos, é igual à velocidade do centro de massa \vec{v}_{CM} pois, a partir desse ponto, o centro de massa coincide com o sistema formado pelos corpos unidos (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Figura 12 - Alguns instantâneos do sistema de dois corpos da Figura 11, em que ocorre uma colisão perfeitamente inelástica.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 226). O centro de massa é apresentado em cada instantâneo. A velocidade \vec{v}_M não é afetada pela colisão. Como os corpos grudam após a colisão, a velocidade V é igual a \vec{v}_M .

2.9.9 Colisões elásticas em uma dimensão

Como mencionamos na Seção 2.9.7, as colisões que ocorrem no cotidiano são geralmente inelásticas (Halliday; Resnick; Walker, 2012). No entanto, segundo os autores, em alguns casos, é possível considerar que são aproximadamente elásticas, ou seja, a energia cinética total dos corpos envolvidos não se transforma em outras formas de energia, sendo, portanto, conservada:

$$(\text{energia cinética total antes da colisão}) = (\text{energia cinética total após a colisão}) \quad (46).$$

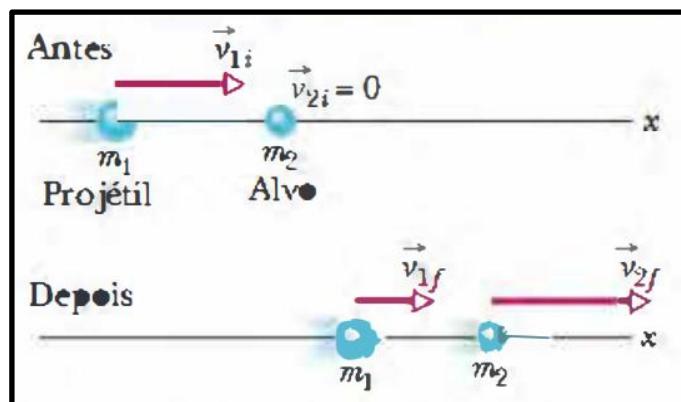
Os autores, entretanto, advertem que isso não significa que a energia cinética de cada corpo, individualmente, permaneça constante: em colisões elásticas, a energia cinética de cada corpo pode variar, mas a energia cinética total do sistema permanece inalterada (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Como exemplo de colisão quase elástica, os autores mencionam a colisão entre a bola branca e uma bola colorida no jogo de sinuca. Quando a colisão é frontal — ou seja, quando

a bola branca atinge diretamente a outra — quase toda a energia cinética da bola branca pode ser transferida para a bola colorida. No entanto, o som gerado durante o impacto indica que uma pequena parte da energia cinética é convertida em energia sonora (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.9.1 Alvo estacionário

Figura 13 - Representação esquemática de uma colisão elástica com um alvo estacionário.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 227). O corpo 1 se movimenta sobre um eixo x antes de sofrer uma colisão elástica com o corpo 2, que se encontra inicialmente em repouso. Os dois corpos se movimentam sobre o eixo x após a colisão.

A Figura 13 apresenta dois corpos antes e depois de uma colisão unidimensional, como no caso de uma colisão frontal entre bolas de sinuca. Um projétil com massa m_1 e velocidade inicial v_{1i} move-se em direção a um alvo de massa m_2 , inicialmente em repouso ($v_{2i} = 0$). Supondo que esse sistema de dois corpos seja fechado e isolado, o momento linear total é conservado. Assim, com base na Equação (40), podemos expressar:

$$m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \text{ (momento linear)} \quad (47).$$

Se a colisão for elástica, a energia cinética total também será conservada, como representado na equação:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 \text{ (energia cinética)} \quad (48).$$

Os autores esclarecem que o índice i indica velocidades iniciais e o subscrito f , as velocidades finais. Sabendo as massas dos corpos e a velocidade inicial v_{1i} , as únicas incógnitas

são v_{1f} e v_{2f} . Com essas duas equações, é possível determinar seus valores (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Expressando a Equação (47) da seguinte maneira:

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = m_2v_{2f} \quad (49);$$

e a Equação (48) como⁴:

$$m_1(v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = m_2v_{2f}^2 \quad (50);$$

obtemos, dividindo a Equação 50 pela Equação (49) e reorganizando os termos:

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} \quad (51)$$

e

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} \quad (52).$$

Segundo a Equação (52), a velocidade final v_{2f} é sempre positiva, o que significa que o alvo, inicialmente em repouso (massa m_2) se desloca para frente. Já a Equação (51) mostra que v_{1f} pode ser positiva ou negativa, ou seja, o projétil continuará avançando se $m_1 > m_2$, ou ricocheteará se $m_1 < m_2$ (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

A seguir, analisam-se situações especiais:

1- Massas iguais. Se $m_1 = m_2$, as Equações (51) e (52) resultam em $v_{1f} = 0$ e $v_{2f} = v_{1i}$. Esse é o chamado resultado da sinuca (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Após uma colisão frontal elástica entre dois corpos de massas iguais, o corpo 1 para completamente, enquanto o corpo 2 passa a se mover com a mesma velocidade que o corpo 1 possuía antes da colisão. Isso também ocorre mesmo se o corpo 2 não estiver inicialmente em repouso (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2 - Alvo pesado. Na Figura 13, se $m_2 \gg m_1$, como no caso de uma bola de tênis arremessada contra uma bola de boliche parada, as Equações (51) e (52) se aproximam de:

$$v_{1f} \approx -v_{1i} \text{ e } v_{2f} \approx \left(\frac{2m_1}{m_2}\right) v_{1i} \quad (53).$$

O corpo 1 rebate e retorna com quase a mesma velocidade, enquanto o corpo 2 (bola de boliche) começa a se mover lentamente para frente (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

3 - Projétil pesado. Se $m_1 \gg m_2$, como quando uma bola de boliche colide com uma bola de tênis parada, as Equações (51) e (52) se simplificam para

⁴ Utilizamos, para isto, a identidade $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$.

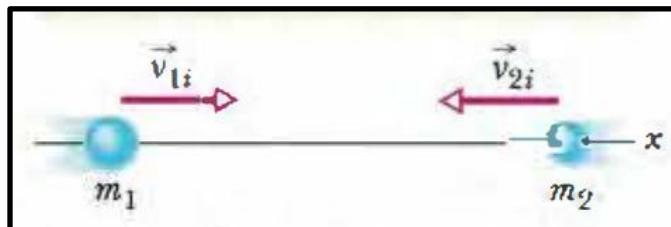
$$v_{1f} \approx v_{1i} \text{ e } v_{2f} \approx 2v_{1i} \quad (54).$$

O corpo 1 continua praticamente na mesma trajetória, enquanto o corpo 2 é impulsionado com o dobro da velocidade inicial do corpo 1. Isso ocorre porque, na variação de velocidade do corpo mais leve, há uma diferença de $2v$ (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Estes resultados podem levar algumas pessoas a se questionar do porquê do dobro da velocidade. Para entender o motivo, Halliday, Resnick e Walker (2012) nos recordam que a colisão descrita pela Equação (53), onde a velocidade do corpo mais leve (a bola de tênis) passou de $+v$ para $-v$, resultando em uma mudança de velocidade de $2v$. Algo semelhante ocorre neste caso, com a variação de velocidade indo de 0 para $2v$ (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.9.2 Alvo em movimento

Figura 14 - Representação esquemática de uma colisão com um alvo em movimento.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 229). Dois corpos na iminência de sofrer colisão elástica unidimensional.

Quando ambos os corpos estão em movimento antes da colisão, como na Figura 14, a conservação do momento linear é expressa, segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), por:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad (55).$$

E a conservação da energia cinética por

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 \quad (56).$$

Para resolver esse sistema, os autores reescrevem a Equação (55) como:

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f}) \quad (57).$$

E a Equação (56) como:

$$m_1(v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f})(v_{2i} + v_{2f}) \quad (58).$$

Dividindo a Equação (58) pela Equação (57) e reorganizando os termos, os autores obtêm:

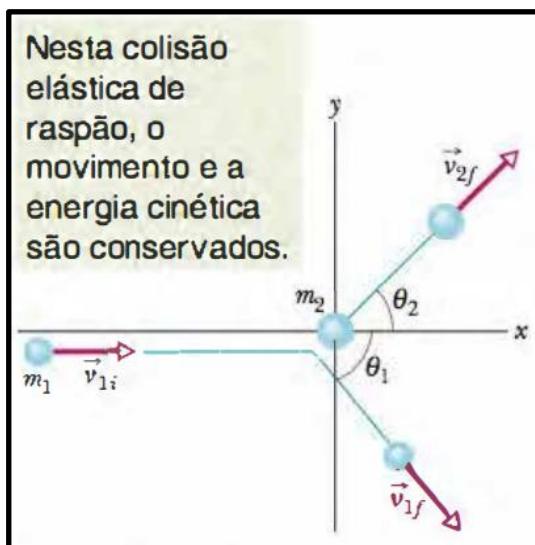
$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{2i} \quad (59) \text{ e}$$

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{2i} \quad (60).$$

Os autores ressaltam que a atribuição dos índices 1 e 2 é arbitrária: se os índices forem invertidos, o sistema de equações permanece válido. Se definirmos $v_{2i} = 0$, ou seja, o corpo 2 como alvo imóvel, as Equações (59) e (60) se reduzem às Equações (51) e (52), respectivamente (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.10 Colisões em duas dimensões

Figura 15 - Uma colisão elástica oblíqua ou de raspão entre dois corpos.



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 231).

Inicialmente, em repouso, está o corpo de massa m_2 (o alvo).

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), em colisões que não são frontais, a direção do movimento dos corpos muda antes e depois do impacto. No entanto, os autores afirmam que se o sistema for fechado e isolado, o momento linear total permanece conservado em colisões bidimensionais:

$$\overrightarrow{P_{1i}} + \overrightarrow{P_{2i}} = \overrightarrow{P_{1f}} + \overrightarrow{P_{2f}} \quad (61).$$

Caso a colisão também seja elástica (o que representa uma situação particular), a energia cinética total também se mantém constante:

$$K_{1i} + K_{2i} = K_{1f} + K_{2f} \quad (62).$$

Os autores ainda destacam que, na maioria das situações, a aplicação da Equação (61) para o estudo de uma colisão bidimensional se torna mais simples quando expressamos essa equação em termos das componentes ao longo de um sistema de coordenadas cartesianas x e y (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

A Figura 15 ilustra uma colisão tangencial (não frontal) entre um projétil e um alvo inicialmente em repouso. Após o impacto, os trajetos dos corpos formam ângulos θ_1 e θ_2 em relação ao eixo x , que corresponde à direção de movimento do projétil antes da colisão (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Nesse caso, Halliday, os autores expressam as componentes da Equação (61) da seguinte forma:

Componente na direção x :

$$m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \cos \theta_1 + m_2 v_{2f} \cos \theta_2 \quad (63)$$

e a componente na direção y :

$$\theta = -m_1 v_{1f} \sin \theta_1 + m_2 v_{2f} \sin \theta_2 \quad (64).$$

Eles também apresentam a Equação (62), correspondente ao caso especial de uma colisão elástica, em relação às velocidades:

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 \text{ (energia cinética)} \quad (65).$$

Os autores concluem que as Equações (62) e (65) envolvem sete variáveis: duas massas (m_1 e m_2), três velocidades (v_{1i} , v_{1f} e v_{2f}) e dois ângulos (θ_1 e θ_2). Se forem conhecidas quatro dessas variáveis, é possível resolver as três equações para determinar as três variáveis restantes (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

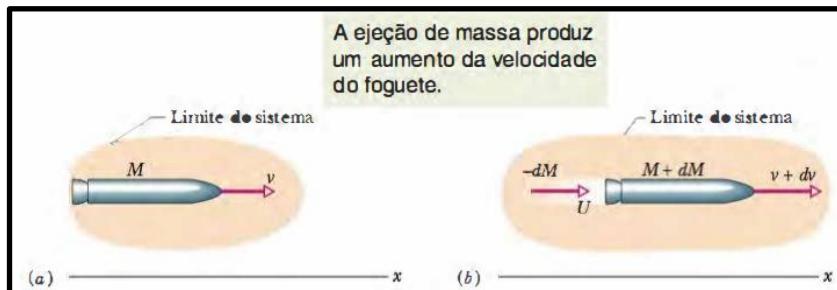
2.9.11 Sistemas de massa variável: um foguete

Até o momento, em todos os sistemas analisados, a massa total permanecia inalterada. No entanto, em determinadas situações, como no caso de um foguete, essa condição não se aplica. A maior parte da massa de um foguete antes do lançamento é composta por combustível, que é queimado e expelido pelo sistema de propulsão.

Para lidar com essa variação de massa, Halliday, Resnick e Walker (2012) aplicam a segunda lei de Newton não ao foguete isoladamente, mas ao conjunto que inclui o foguete e os produtos ejetados. Os autores afirmam que a massa desse sistema combinado permanece constante ao longo do tempo (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.11.1 Cálculo da aceleração

Figura 16 - Ejeção de massa



Fonte: Halliday; Resnick; Walker (2012, p. 231). (a) Um foguete de massa M que se encontra acelerado no instante t , do ponto de vista de um referencial inercial. (b) O mesmo foguete, mas no instante $t + dt$. Os produtos de combustão ejetados ao longo do intervalo dt são apresentados na Figura.

Para o cálculo da aceleração do foguete, Halliday, Resnick e Walker (2012) inicialmente supõem que o observador encontra-se em um referencial inercial, observando o foguete acelerar no espaço, sem a influência de forças gravitacionais ou de arrasto (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Considera-se que a massa do foguete seja M e que sua velocidade, em um instante t , seja v , conforme ilustrado na Figura 16a (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Após um pequeno intervalo de tempo dt , conforme a Figura 16b, o foguete passa a ter velocidade $v + dv$ e sua massa torna-se $M + dM$, sendo dM uma variação negativa de massa. Durante esse intervalo dt , os produtos de exaustão expelidos pelo foguete têm massa $-dM$ e uma velocidade U em relação ao nosso referencial inercial (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

De acordo com os autores, o sistema analisado é composto pelo foguete e pelos produtos de exaustão ejetados no intervalo dt . Como se trata de um sistema fechado e isolado, o momento linear total se mantém constante durante esse período (Halliday; Resnick; Walker, 2012), ou seja:

$$P_i = P_f \quad (66),$$

onde os índices i e f se referem, respectivamente, ao início e ao fim do intervalo dt . A equação pode ser reescrita como:

$$M \cdot v = -dM \cdot U + (M + dM)(v + dv) \quad (67).$$

O primeiro termo do lado direito representa o momento linear dos produtos de exaustão expelidos no intervalo dt e o segundo termo corresponde ao momento linear do foguete ao final desse intervalo (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Para simplificar a Equação (67), os autores introduzem a velocidade relativa v_{rel} entre o foguete e os produtos ejetados. Essa velocidade relativa, está conectada às velocidades medidas em relação ao referencial inercial pela seguinte equação: (velocidade do foguete em relação ao referencial inercial) = (velocidade do foguete em relação aos produtos) + (velocidade dos produtos em relação ao referencial inercial).

Que, em forma de símbolos, fica:

$$(v + dv) = v_{rel} + U \Rightarrow U = v + dv - v_{rel} \quad (68).$$

Substituindo essa expressão de U na Equação (67) e reorganizando os termos, obtém-se:

$$-dM \cdot v_{rel} = M \cdot dv \quad (69).$$

Dividindo ambos os lados da equação por dt , tem-se:

$$-\frac{dM}{dt} v_{rel} = M \frac{dv}{dt} \quad (70).$$

Os autores substituem dM/dt , a taxa com que o foguete perde massa, por $-R$, em que R representa a taxa positiva de consumo de combustível. Além disso, identificam dv/dt como sendo a aceleração a do foguete. Com essas substituições, a Equação (70) transforma-se em:

$$R v_{rel} = Ma \quad (71).$$

Essa equação é conhecida como primeira equação do foguete e, segundo os autores, é válida em qualquer instante (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Eles chamam atenção para o fato de que o lado esquerdo da Equação (71) possui dimensão de força ($kg/s \cdot m/s = N$) e depende exclusivamente das características do motor do foguete — isto é, da taxa R de consumo de combustível e da velocidade relativa v_{rel} , com que os produtos da combustão são expelidos. (Halliday; Resnick; Walker, 2012). Esse produto, Rv_{rel} , é conhecido como empuxo do motor do foguete e é representado pela letra T . A Equação (71) pode ser reescrita, portanto, como:

$$T = Ma \quad (72)$$

onde a é a aceleração do foguete no instante em que a massa é M (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

2.9.11.2 Cálculo da velocidade

Para o cálculo da velocidade do foguete, Halliday, Resnick e Walker (2012) analisam como ela varia à medida que o combustível é consumido. A partir da Equação (69), tem-se:

$$dv = -v_{rel} \frac{dM}{M}$$

Integrando ambos os lados:

$$\int_{v_i}^{v_f} dv = -v_{rel} \int_{M_i}^{M_f} \frac{dM}{M},$$

onde M_i representa a massa inicial e M_f a massa final do foguete. Após a integração, obtém-se a segunda equação do foguete:

$$v_f - v_i = v_{rel} \ln \frac{M_i}{M_f} \quad (\text{segunda equação do foguete}) \quad (73)$$

Para Halliday, Resnick e Walker (2012), a Equação (73) evidencia o benefício dos foguetes com múltiplos estágios, nos quais a massa final M_f é reduzida sucessivamente à medida que cada estágio é descartado após o esgotamento do combustível. Os autores concluem sua análise afirmando que, em um cenário ideal, o foguete alcançaria seu destino transportando unicamente a carga útil (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

3 METODOLOGIA

Por meio da aplicação de uma intervenção pedagógica baseada em jogos de regras no contexto da sala de aula, este trabalho buscou responder à seguinte questão: de que maneira a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), por meio da criação e aplicação de um jogo didático digital de tabuleiro sobre impulso e quantidade de movimento, pode contribuir para o ensino de Física, especialmente no enfrentamento de desafios como a passividade, o desinteresse e o baixo rendimento entre alunos do Ensino Médio?

Para alcançar esse objetivo, a pesquisa propôs o desenvolvimento de uma prática pedagógica inovadora, visando à melhoria do processo de ensino-aprendizagem em Física, ao oferecer novas perspectivas a educadores que buscam abordagens metodológicas diferenciadas, com foco na ABJ.

Especificamente, o estudo teve como finalidade criar e implementar um jogo educativo digital de tabuleiro, intitulado Dimensões (fazendo referência às dimensões da aprendizagem - cognitiva, afetiva e psicomotora) como ferramenta didática inovadora, concebida para facilitar a compreensão dos conceitos de impulso e quantidade de movimento. O jogo objetiva engajar os alunos, motivando-os a participar ativamente das aulas de Física e tornando o aprendizado mais atrativo e interativo. Ademais, buscou-se avaliar o impacto pedagógico do jogo, verificando se sua aplicação contribui para a compreensão dos conceitos abordados e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

A pesquisa formulou algumas hipóteses, entre as quais: o jogo Dimensões facilita a aprendizagem dos conceitos físicos, aumenta o engajamento e a motivação dos estudantes, contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, melhora o desempenho dos discentes em comparação aos métodos tradicionais e é percebido positivamente pelos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais agradável e eficaz. Por conseguinte, o jogo busca tornar os conceitos de impulso e quantidade de movimento mais acessíveis e compreensíveis, auxiliando na superação de dificuldades de aprendizagem nessa área.

De acordo com Gil (2023), esta é uma pesquisa aplicada, pois, conforme o autor, esse tipo de investigação “abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem” (Gil, 2023, p. 26). Assim, a presente investigação visa utilizar a ABJ, com a implementação de um jogo educativo digital em sala de aula, para enfrentar os problemas explicitados no objetivo geral — passividade, desinteresse e baixo rendimento —, objetivando, portanto, a melhoria do ensino-

aprendizagem em Física, bem como o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

Quanto ao propósito mais geral, a pesquisa também pode ser classificada como explicativa. Segundo Gil (2023),

As pesquisas explicativas têm como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Essas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas (Gil, 2023, p. 28).

Corroborando essa definição, a presente investigação busca compreender como a utilização de um jogo educativo digital de tabuleiro pode influenciar o aprendizado dos alunos, explicando as relações de causa e efeito entre a metodologia aplicada (uso do jogo) e os resultados educacionais observados.

Além disso, este trabalho faz uso da pesquisa bibliográfica para fundamentar teoricamente a aplicação de jogos no contexto educacional. Para Gil (2023), esse tipo de pesquisa

[...] é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, essa modalidade de pesquisa inclui ampla variedade de material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos. [...] bem como material disponibilizado pela Internet (Gil, 2023, p. 29).

A pesquisa também se caracteriza como pesquisa-ação. Conforme Gil (2023):

A pesquisa-ação vem emergindo como uma metodologia para a intervenção, desenvolvimento e mudança no âmbito de grupos, organizações e comunidades. [...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou ainda, com a resolução de um problema coletivo, onde todos pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (Gil, 2023, p. 40).

Em conformidade com essa definição, esta investigação interveio na prática educacional, sendo que as ações foram ajustadas com base nas observações e resultados obtidos ao longo do processo, caracterizando uma intervenção direta no ambiente de ensino. Durante a aplicação do jogo, o professor atuou como participante e facilitador da aprendizagem, fornecendo *feedbacks* quando necessários, porém zelando para que sua intervenção não compromettesse a dinâmica do jogo.

Adicionalmente, esta pesquisa pode ser classificada como de métodos mistos, ao combinar abordagens quantitativas e qualitativas com o intuito de avaliar tanto o desenvolvimento do conhecimento quanto a experiência dos alunos. Para Gil (2023), essas pesquisas “combinam elementos de abordagens de pesquisa qualitativa e quantitativa com o

propósito de ampliar e aprofundar o entendimento e a corroboração dos resultados” (Gil, 2023, p. 41). O autor ainda pontua, de forma resumida, que os “resultados são apresentados em termos numéricos e, nas quantitativas, mediante descrições verbais” (Gil, 2023, p. 41). Citando Tashakkori e Creswell (2007), Gil (2023) afirma que a “pesquisa de métodos mistos é aquela em que o pesquisador coleta e analisa dados ou achados e extrai inferências usando abordagens ou métodos quantitativos e qualitativos em um único estudo ou programa de investigação” (Gil, 2023, p. 18).

A intervenção pedagógica proposta teve duração de nove aulas de 50 minutos cada. Foi desenvolvida na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Dona Maria Menezes de Serpa (MMS, como é conhecida a escola), localizada na periferia de Fortaleza, Ceará. A escola, até o momento da pesquisa, encontrava-se em espaço provisório — apelidado de “puxadinho” —, com estrutura física limitada, sem quadra esportiva, com apenas cinco computadores no laboratório de informática e sem laboratório de Ciências. Ainda assim, atende a uma clientela diversa, composta por estudantes oriundos de escolas públicas e privadas, com faixa etária entre 16 e 17 anos.

Participaram da pesquisa duas turmas de 2º ano do Ensino Médio: o 2º A (com 23 alunos — 13 do sexo masculino e 10 do feminino) e o 2º B (com 27 alunos — 9 do sexo masculino e 18 do feminino). A escola possui oito turmas no total (três de 1º ano, duas de 2º ano e três de 3º ano). O 2º B possui aulas separadas no mesmo dia (na quarta-feira) pela manhã e o 2º A tem duas aulas juntas pela tarde (no mesmo dia). Para a aplicação do jogo, as turmas foram divididas em quatro grupos com, no mínimo, cinco alunos cada.

A intervenção pedagógica desenvolveu-se em seis etapas principais. A primeira ocorreu em 3 de abril de 2024 e teve duração aproximada de 25 minutos. Nessa etapa, foi realizada a introdução do trabalho aos estudantes, com o objetivo de apresentá-los à proposta da pesquisa e conscientizá-los quanto à sua importância, destacando-a como uma iniciativa voltada à melhoria do processo de ensino-aprendizagem em Física.

Em seguida, ainda no mesmo dia, iniciou-se a segunda etapa, dedicada à revisão das Leis de Newton, assunto relevante para o entendimento mais completo do assunto principal deste trabalho. Essa etapa teve duração de 75 minutos (equivalente a uma aula e meia).

A terceira etapa ocorreu no dia 10 de abril de 2024 e consistiu na apresentação do conteúdo referente à quantidade de movimento. Essa etapa foi desenvolvida ao longo de duas aulas, por meio de uma metodologia baseada em exposição dialogada.

A quarta etapa, realizada em 17 de abril de 2024, foi dedicada à conclusão dos conteúdos programados, abordando o impulso de uma força e as colisões, também por meio de aulas expositivas e dialogadas. Essa etapa teve duração total de duas aulas.

A última etapa ocorreu em 24 de abril de 2024. Para sua realização, foi necessário solicitar à direção da escola, com a anuência dos professores responsáveis, a liberação de duas aulas adicionais para cada turma, totalizando três aulas destinadas a essa fase final da intervenção.

A primeira dessas aulas foi dedicada à aplicação do questionário de múltipla escolha (pré-teste), com duração de 25 minutos, com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de quantidade de movimento e impulso. Na sequência, foi feita a apresentação das regras do jogo, com duração de aproximadamente 20 minutos. Assim, essa primeira aula foi integralmente utilizada para a aplicação do pré-teste e a explicação das regras.

A segunda aula foi dedicada à aplicação do jogo, com duração total de 1 hora e 10 minutos. Por fim, na terceira aula, os 30 minutos restantes foram utilizados para o preenchimento do questionário pós-teste, dividido em duas partes: a primeira contendo questões abertas e fechadas relacionadas às diversas habilidades e impressões sobre o jogo; a segunda composta por questões de múltipla escolha, semelhantes àquelas aplicadas no pré-teste.

Esses instrumentos avaliativos tiveram como finalidade coletar dados quantitativos e qualitativos da experiência com o jogo, buscando identificar as habilidades cognitivas e socioemocionais desenvolvidas, bem como verificar o nível de aprendizagem dos conteúdos abordados.

Foram adotados rigorosos procedimentos éticos para garantir a proteção da identidade dos participantes. Todos os envolvidos foram previamente informados sobre os objetivos, métodos e implicações da pesquisa e aceitaram participar mediante consentimento livre e esclarecido. Além disso, a intervenção foi incorporada ao planejamento regular da disciplina, respeitando os conteúdos programáticos e a proposta pedagógica da escola.

Para assegurar o anonimato, os nomes dos participantes foram substituídos por códigos ou pseudônimos durante a coleta e análise dos dados, prática mantida até a redação final deste trabalho. Os dados foram armazenados em local seguro, com acesso restrito ao pesquisador, e posteriormente descartados, conforme diretrizes éticas.

Tais precauções visam não apenas atender às exigências dos comitês de ética, mas também reforçar o compromisso desta pesquisa com a integridade científica e o respeito à dignidade dos participantes.

Concluídas as aulas teóricas e aplicados os testes pré e pós-intervenção, os dados foram sistematizados e analisados. A seguir, será apresentado o processo de construção do jogo Dimensões, com destaque para a plataforma utilizada, os elementos constitutivos do jogo, os detalhes de sua aplicação e o questionário quali-quantitativo respondido após a experiência.

3.1 A plataforma Genially

Para a criação do jogo desenvolvido nesta pesquisa, utilizou-se a plataforma Genially (Figura 17). Criada na Espanha em 2015, a ferramenta conta com mais de 30 milhões de usuários, estando presente em mais de 190 países e ultrapassando 4 bilhões de visualizações (Genially, 2024).

Figura 17 - Página inicial do Genially



Fonte: Genially (2024).

Trata-se de uma ferramenta que permite a criação de diversos tipos de conteúdos interativos e dinâmicos, favorecendo a criatividade e possibilitando o desenvolvimento de materiais de forma simples, sem exigir conhecimentos avançados em *design* ou programação (ver Figura 18).

Figura 18 - Adicione interatividade!



Fonte: Genially (2024).

Segundo Genially (2024), a plataforma tem como proposta promover maior engajamento e criar experiências lúdicas que estimulem o interesse dos usuários (ver Figuras 17 e 19).

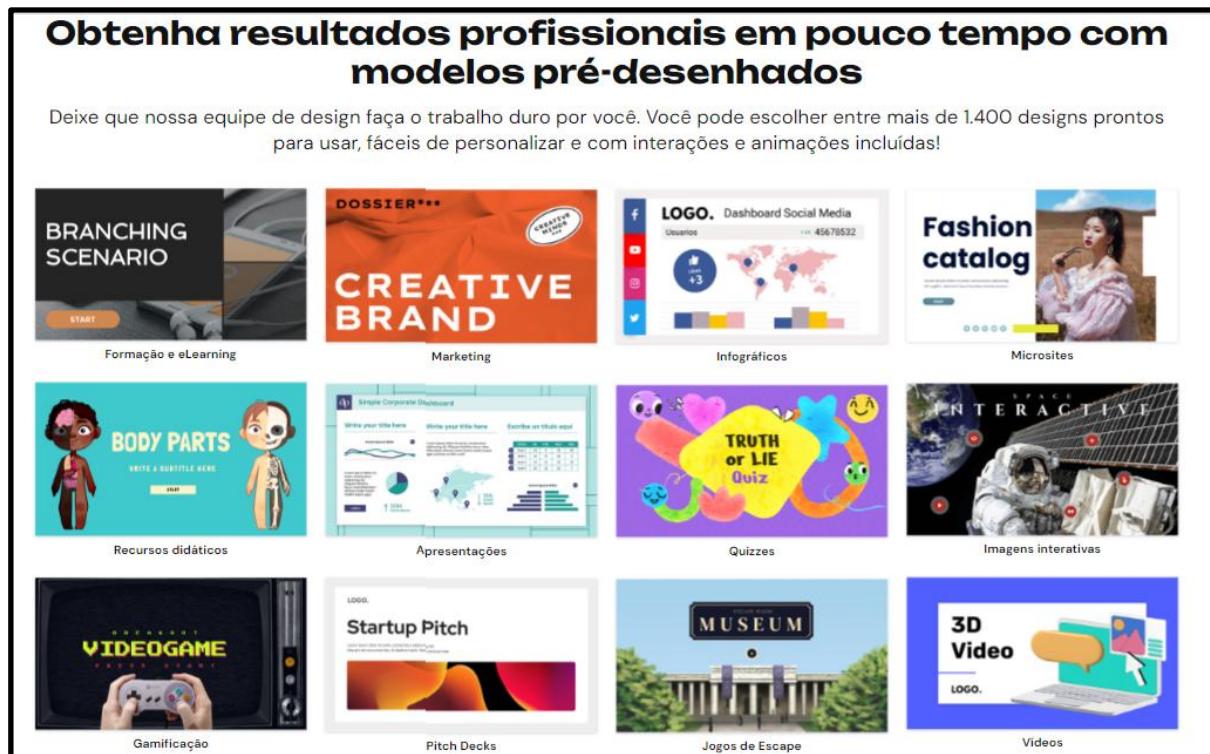
Figura 19 - Aumente o engajamento!



Fonte: Genially (2024).

Aliando simplicidade de uso a uma ampla gama de funcionalidades, o Genially permite aos educadores criar apresentações, infográficos, jogos educacionais e outros recursos multimídia, com acesso a mais de 1.400 modelos prontos (ver Figura 20).

Figura 20 - Inove com uma ampla gama de possibilidades!



Fonte: Genially (2024).

Essa versatilidade fez com que a plataforma fosse escolhida por este professor-pesquisador para o desenvolvimento do jogo educativo (ver Figura 21). O processo de criação mostrou-se envolvente e bastante acessível, oferecendo todos os recursos necessários para a elaboração do produto educacional.

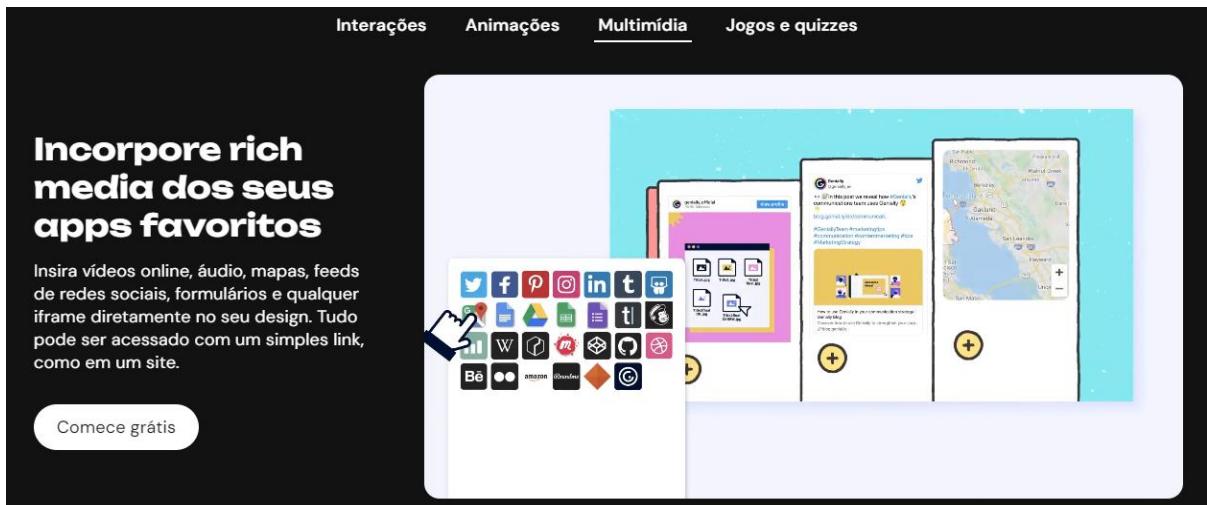
Figura 21 - Crie seus jogos!



Fonte: Genially (2024).

Além disso, o Genially destaca-se por sua capacidade de integração com outras ferramentas e plataformas, como Google Classroom, Microsoft Teams e redes sociais, o que facilita o compartilhamento e a colaboração. Essa flexibilidade torna-o ideal para ambientes de aprendizagem híbridos ou a distância, nos quais o acesso fácil ao conteúdo e a colaboração são essenciais (ver Figura 22).

Figura 22 - Adicione integração com outras plataformas!



Fonte: Genially (2024).

Entretanto, como toda ferramenta digital, o Genially também apresenta limitações. A principal delas refere-se ao desempenho da plataforma em ambientes com baixa velocidade de internet. Devido à elevada carga multimídia que pode ser inserida nas apresentações, usuários com conexões lentas podem enfrentar lentidão no carregamento ou falhas na execução de elementos interativos. Ademais, embora a versão gratuita disponibilize uma gama considerável de recursos, funcionalidades mais avançadas — como a remoção de logotipos ou a análise detalhada do engajamento — estão disponíveis apenas na versão paga, o que pode limitar o uso completo da ferramenta por parte de alguns usuários. Neste trabalho, foi utilizada a versão gratuita, com uma conta específica para professores (Genially *Education*), utilizando-se a conexão móvel do pesquisador.

Outro aspecto a ser considerado é a curva de aprendizagem envolvida na criação de conteúdos mais complexos. Embora o Genially seja bastante intuitivo para projetos simples, a elaboração de jogos ou apresentações altamente interativos pode demandar tempo de exploração e familiarização com a plataforma, o que representa um desafio para usuários com agenda limitada. Este fator contribuiu para a escolha, por parte deste pesquisador, de jogos abstratos, que são consideravelmente mais fáceis de desenvolver, em vez de jogos do tipo RPG,

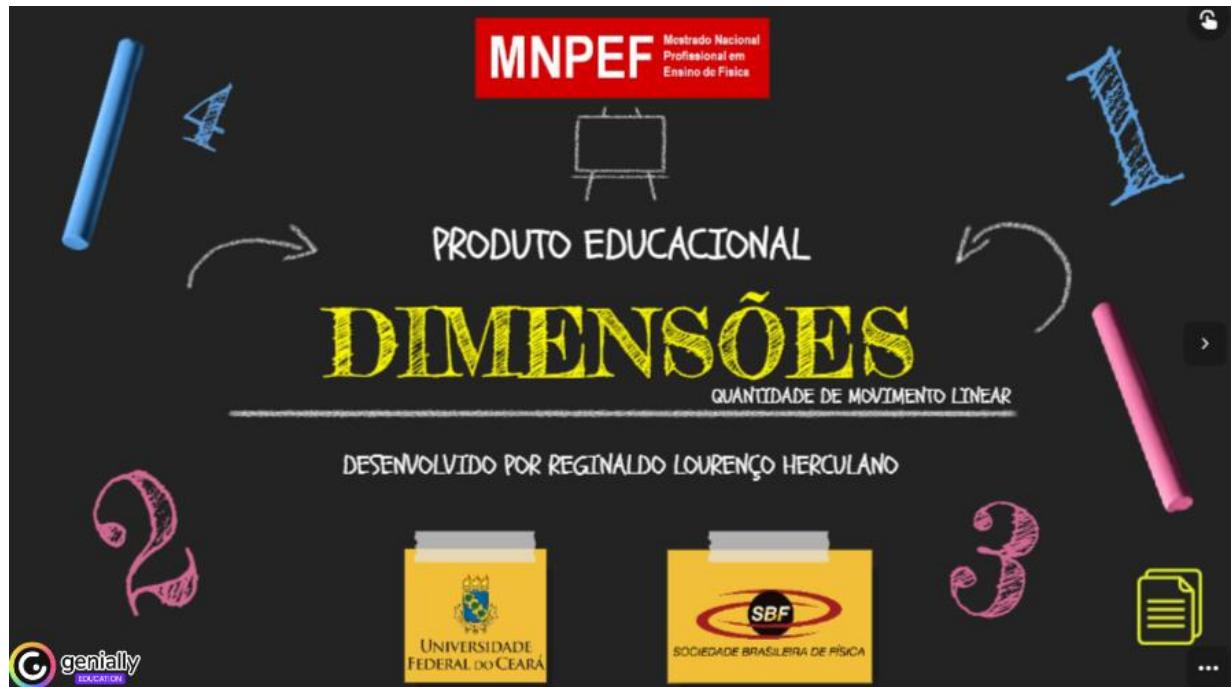
os quais exigem um tempo de criação e um nível de dedicação significativamente maior. Tal decisão também se justifica pelo objetivo de possibilitar que os docentes possam adaptar o Dimensões com facilidade aos seus contextos, familiarizando-se com as ferramentas e mecânicas básicas para, posteriormente, aventurem-se na criação de jogos mais elaborados, como os RPGs.

Em resumo, o Genially configura-se como uma ferramenta poderosa e versátil, oferecendo inúmeras possibilidades para a criação de conteúdos interativos e dinâmicos. Aliando acessibilidade e integração com outras plataformas, apresenta-se como um recurso valioso para educadores que desejam implementar a ABJ em suas práticas pedagógicas.

3.2 Elementos do jogo

Para a descrição do jogo, iniciaremos pela sua interface inicial, disponível no *link*: <https://abre.ai/mOva> (ver Figura 23). A página inicial do Dimensões, como ilustrada na Figura 23, apresenta um ícone no canto inferior direito que direciona os usuários às regras do jogo. A página correspondente pode ser visualizada na Figura 24.

Figura 23 - Página inicial do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

Destacamos que o jogo de regras, conforme Piaget (1975), auxilia os estudantes na compreensão da lógica, das normas sociais e da cooperação. Além disso, as regras são

consideradas elementos essenciais nos jogos (McGonigal *et al.*, 2017). A seguir, são apresentadas as regras do Dimensões, que podem ser acessadas por meio das páginas, disponíveis nos *links* numerados de 1 a 9, conforme indicado na Figura 24. Cabe ressaltar que, na página referente ao *link* 1, identifica-se outro componente fundamental do jogo: a meta ou objetivo do Dimensões (McGonigal *et al.*, 2017).

Figura 24 - Regras do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 25, observamos a presença de peças, avatares e casas, elementos característicos dos jogos de tabuleiro (Carvalho, 2022). Nessa mesma figura, verifica-se que o objetivo geral do Dimensões é a obtenção do maior número possível de “casas douradas”. Identificamos também o elemento da personalização, uma vez que, ao permitir, por exemplo, que o jogo seja jogado individualmente ou em grupo, que se estabeleça previamente o número de “casas douradas” necessárias para vencer, e que se defina o método de escolha da ordem das equipes, viabiliza-se o ajuste de aspectos do jogo conforme as preferências dos estudantes.

Figura 25 - Link 1 - Objetivo geral



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na página “Primeiros Passos”, mostrada na Figura 26, nota-se a presença dos dados, outro elemento clássico dos jogos de tabuleiro (Carvalho, 2022). Conforme a figura, a equipe que iniciar — definida por sorteio — deverá rolar os dados e escolher uma das entradas do tabuleiro (carro, bicicleta, ônibus ou avião). A quantidade inicial de casas a ser percorrida deve ser selecionada entre os dois resultados dos dados. Após percorrer essa quantidade, o grupo deverá avançar o número de casas correspondente ao outro dado, orientando-se pelas direções A, B, C, D, E ou F. Aqui, o elemento de interatividade se destaca e permeia toda a experiência de jogo.

Figura 26 - Link 2 - Primeiros passos

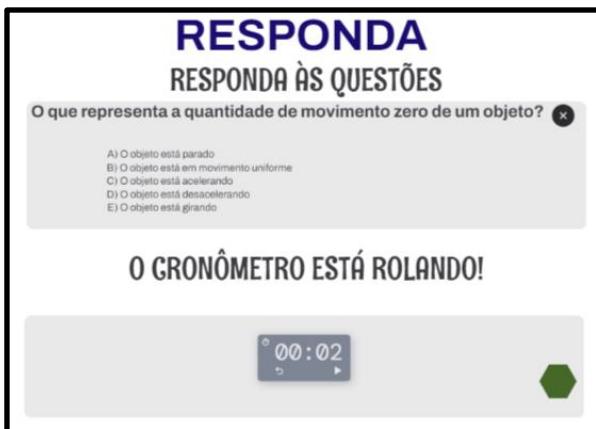


Fonte: Elaborada pelo autor.

Na página “Responda” (ver Figura 27), os estudantes, por meio do trabalho em equipe, deverão responder às perguntas apresentadas. Nesse momento, identificamos diversos elementos próprios dos jogos: colaboração, competição, desafios ou missões e *feedback*

instantâneo. A interação social foi incorporada intencionalmente, considerando-se seu papel determinante no processo de aprendizagem (Vygotsky, 2002).

Figura 27 - *Link 3 - Responda*



Fonte: Elaborada pelo autor.

Adicionalmente, devido à presença da competição, da colaboração e do cronômetro (que limita o tempo de resposta), há o estímulo ao desenvolvimento de habilidades ligadas à competição, tais como: tomada de decisão rápida, formulação de estratégias e planos, análise das ações dos oponentes, adaptação a diferentes cenários, concentração, foco e resiliência.

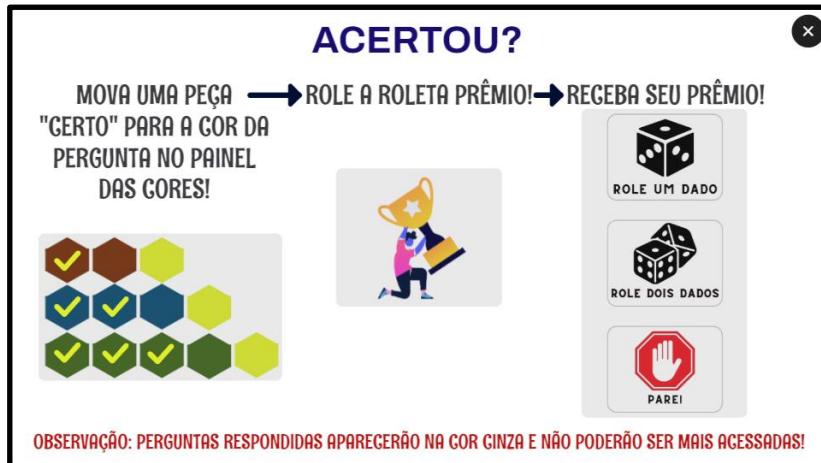
Por conseguinte, observamos também a promoção de habilidades cognitivas, como a resolução de problemas, o pensamento crítico, a tomada de decisões, o raciocínio lógico, a análise de dados e a aprendizagem contínua.

Além disso, identificamos um aspecto emocional significativamente presente na dinâmica do jogo. Isso ocorre porque os estudantes, ao lidarem com opiniões divergentes, buscam maior autonomia e enfrentam situações que exigem integração social, o que pode gerar conflitos pessoais e interpessoais. Esses elementos abrem espaço para o desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, resiliência, cooperação, escuta ativa, comunicação eficaz, negociação, resolução de conflitos e liderança, favorecendo o bem-estar emocional. Tais aspectos dialogam com a perspectiva de Wallon (1968), segundo a qual o meio social é essencial para o desenvolvimento cognitivo e emocional, especialmente no que se refere às funções psicológicas superiores.

Na página “Acertou?” (ver Figura 28), identificamos o elemento de recompensa, típico dos jogos. Quando os estudantes acertam as perguntas, devem mover uma peça “certo” (de cor amarela) para uma das casas de mesma cor correspondente à pergunta respondida, conforme indicado na figura. Em seguida, devem acionar a “Roleta Prêmio”, que oferece a possibilidade de rolar um ou dois dados. A roleta foi planejada como uma espécie de regulador:

caso ela não existisse, grupos com domínio satisfatório do conteúdo poderiam jogar de maneira ininterrupta, o que poderia gerar desmotivação por parte dos demais participantes. Aqui, visualizamos claramente características dos jogos de sorte (Carvalho, 2022).

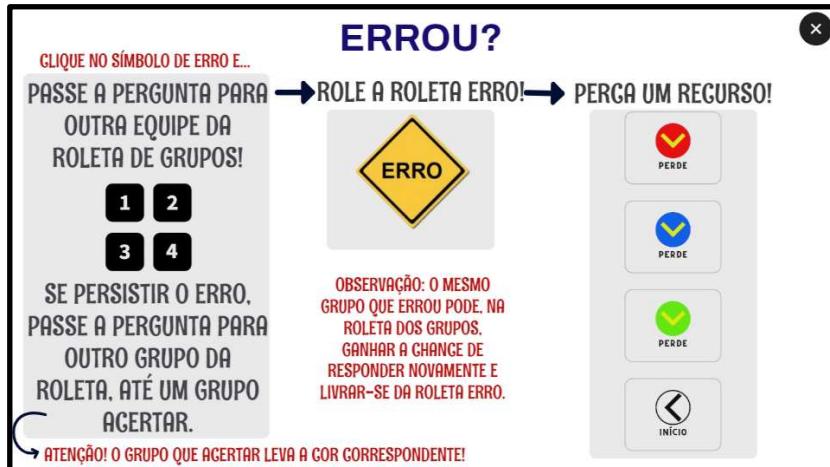
Figura 28 - *Link 4 - Acertou?*



Fonte: Elaborada pelo autor.

O *link 5* (Figura 29) apresenta mais uma característica do jogo de sorte: a penalidade ou punição, que visa desencorajar certas ações ou comportamentos durante a partida. Essas penalidades ajudam a manter o equilíbrio e a justiça no ambiente do jogo. Observa-se ainda que, caso o grupo de estudantes erre (elemento essencial no construtivismo de Piaget (1975)), deve-se passar a vez para outro grupo e acionar a “Roleta de grupos”, escolhendo uma nova equipe para responder à questão até que uma acerte. No entanto, dependendo do fator sorte, o que gera certa motivação, a equipe que errou pode ser selecionada novamente e ter uma nova chance de responder à mesma pergunta. Após esse momento, com a resposta correta, entra em cena a figura do professor-pesquisador, oferecendo um *feedback* complementar sobre o conteúdo abordado. Nas metodologias ativas, às quais este jogo busca se vincular, o professor assume o papel de mediador ou facilitador da aprendizagem (Bacich; Moran, 2018).

Figura 29 - Link 5 - Errou?



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para concluir essa etapa, o grupo que acerta posiciona um marcador “certo” na casa da cor correspondente à pergunta, enquanto a equipe que erra aciona a “Roleta erro”, podendo perder um marcador “certo” vermelho, azul ou verde, ou sofrer a punição de retornar ao início do tabuleiro. Essa penalidade foi planejada para aumentar a motivação dos estudantes que erram, pois, devido à natureza do tabuleiro, é possível, por meio de uma combinação específica dos dados, alcançar uma “casa dourada” em apenas uma jogada, promovendo o equilíbrio e o estímulo à participação contínua.

Na Figura 30, apresenta-se o sistema de pontuação — elemento fundamental nos jogos baseados em regras. As perguntas estão divididas em três níveis: vermelhas (difíceis), azuis (médias) e verdes (fáceis). Quando uma equipe responde corretamente a duas perguntas vermelhas, conquista uma “casa dourada”. Para as azuis, são necessários três acertos, e para as verdes, quatro.

Figura 30 - Link 6 - Pontuação



Fonte: Elaborada pelo autor.

A página do *link 7* (Figura 31) mostra que há duas formas de se obter uma “casa dourada”. A primeira ocorre quando a peça (avatar), devido à movimentação originada pelas combinações dos dados, alcança diretamente uma dessas casas. Destaca-se que existe uma peça específica, identificada com o número do grupo, que é posicionada sobre a casa dourada correspondente. Após essa ação, a peça do avatar retorna ao início. A segunda forma de obtenção acontece quando o grupo acumula a quantidade necessária de marcadores coloridos, conforme as regras indicadas na Figura 30. Neste caso, como ainda não está definido qual casa o grupo receberá, deve-se rolar os dados e escolher entre duas entradas centrais do tabuleiro (“Caminho preferido” ou “Caminho favorito”). O número de casas a ser percorrido é igual à soma dos valores obtidos nos dados. Esse momento evidencia os elementos de personalização e exploração no jogo.

Figura 31 - *Link 7* - Chegou no dourado?



Fonte: Elaborada pelo autor.

O *link 8* (Figura 32) revela que, quando uma peça chega a uma casa já ocupada por outra, esta última é retirada do tabuleiro e retorna ao ponto de partida. Essa característica do jogo Dimensões remete a jogos clássicos como Ludo, damas ou xadrez, promovendo um ambiente competitivo e incentivando o desenvolvimento de estratégias. Com isso, estimulam-se habilidades cognitivas como atenção, concentração, raciocínio lógico, pensamento crítico e análise de dados.

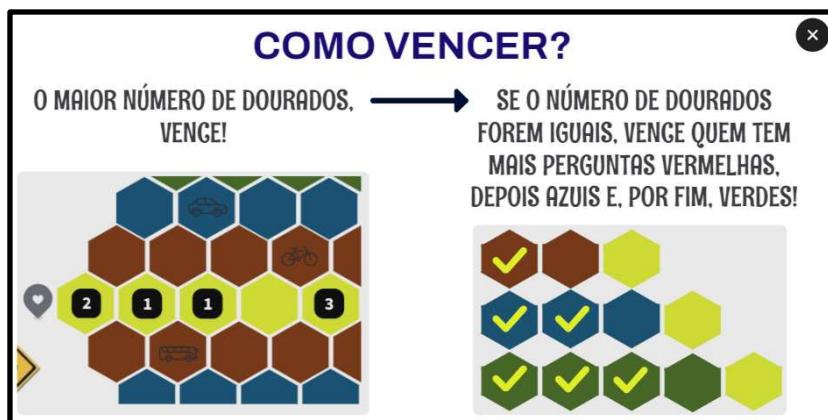
Figura 32 - *Link 8 - Tem vaga?*



Fonte: Elaborada pelo autor.

A última página das regras (Figura 33) apresenta as condições de vitória no jogo. Vence a equipe que acumular o maior número de “casas douradas”. Em caso de empate, o critério de desempate segue a seguinte ordem: quem possuir mais casas vermelhas, em seguida, mais casas azuis e, por fim, mais casas verdes. Essa flexibilidade nas regras demonstra novamente a capacidade de personalização do jogo, permitindo diferentes estratégias de vitória acordadas entre as equipes.

Figura 33 - *Link 9 - Como vencer?*



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, observa-se que, quando todos os elementos do jogo Dimensões estão em equilíbrio, ele pode induzir o estado de Flow, definido por Csikszentmihalyi (1999) como o momento em que a atenção é completamente direcionada a uma atividade, promovendo envolvimento total por parte dos estudantes. Ademais, com o objetivo de se alcançar a aprendizagem significativa proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1978), foi produzido um material de aprendizagem potencialmente significativo, que dialoga com os estudantes de forma contextualizada e interdisciplinar. A proposta visa articular os conhecimentos prévios dos

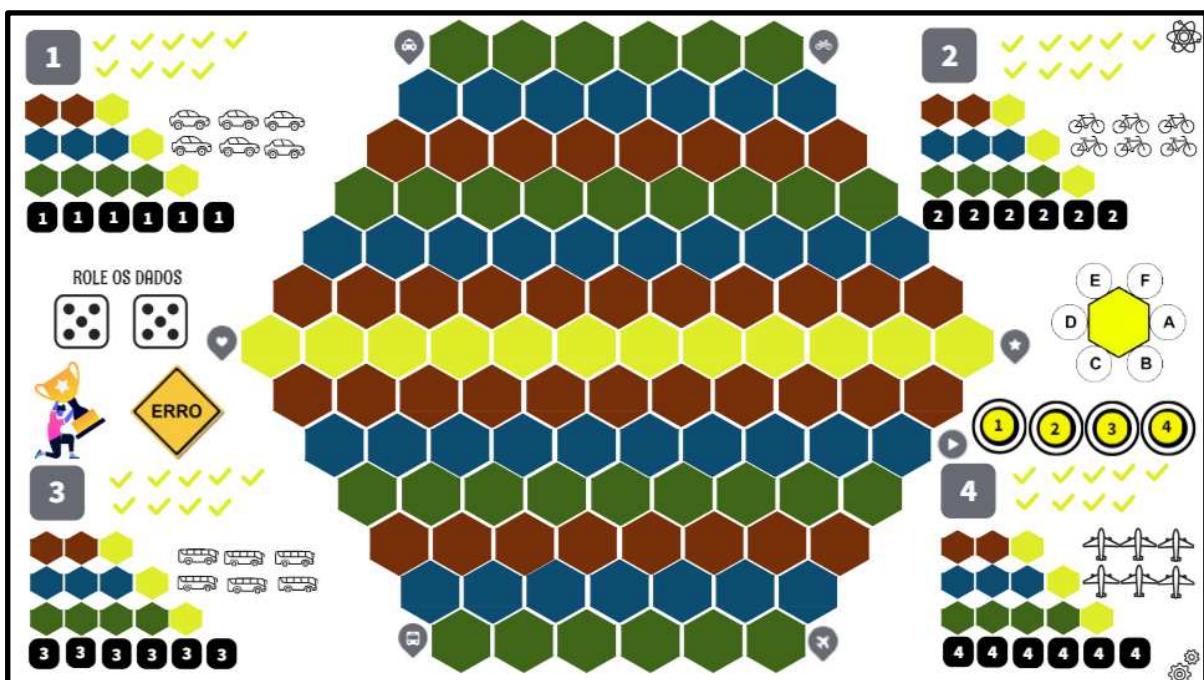
alunos com novos conteúdos, tornando-os relevantes para o desenvolvimento da atividade proposta. A motivação, estimulada pelo equilíbrio dos elementos lúdicos, favorece o engajamento dos estudantes e torna a aprendizagem mais prazerosa, efetiva e significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

3.3 A aplicação do jogo Dimensões

Como já mencionado, a aplicação do jogo ocorreu no dia 24 de abril de 2024, com duração aproximada de 1 hora e 10 minutos. A preparação da aula exigiu a utilização de um computador com acesso à plataforma Genially, um projetor multimídia e a verificação da conexão com a internet, por meio dos dados móveis do professor-pesquisador. Essa verificação foi realizada antes do início da aula, com o objetivo de evitar problemas técnicos durante sua execução. Na primeira aula do dia, foi aplicado o pré-teste, seguido da apresentação das regras do jogo, totalizando uma aula completa.

O jogo pode ser acessado, a partir da página das regras, por meio de um ícone em formato de casa, localizado no canto inferior direito da tela. Ao clicar nesse ícone, é exibida a página do tabuleiro do jogo, conforme ilustrado na Figura 34.

Figura 34 - Tabuleiro do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

No início da aula referente ao jogo, as turmas foram orientadas a se organizarem em grupos de até cinco integrantes. Durante o desenvolvimento da atividade, foram realizadas observações acerca do comportamento dos alunos, e os *feedbacks* complementares do professor foram fornecidos sempre que necessário.

Um problema observado foi o questionamento de alguns estudantes sobre a obrigatoriedade da atividade. No entanto, após alguns minutos de interação com o jogo Dimensões, verificou-se que os alunos se engajaram de forma significativa.

Na turma do 2º ano A, houve empate entre duas equipes no número de “casas douradas”, sendo aplicado o critério de desempate descrito na Figura 33. Já no 2º ano B, houve apenas uma equipe vencedora.

A euforia dos alunos foi evidente quando foi anunciado que não haveria mais tempo para continuar jogando, restando ainda 30 minutos para o término da aula. Alguns relataram que o tempo foi insuficiente e sugeriram que o jogo fosse retomado na aula da semana seguinte. Outros perguntaram qual seria o *link* do Dimensões, com a intenção de jogá-lo posteriormente com colegas. Contudo, deixaremos as análises e observações detalhadas para o capítulo seguinte. Antes disso, voltamos nosso olhar, a seguir, para a aplicação do pós-teste.

3.4 Aplicação do questionário pós-teste

Com os 30 minutos restantes da terceira aula, aplicou-se um questionário (pós-teste) dividido em duas partes: a primeira continha perguntas abertas e fechadas, abordando diferentes habilidades e impressões sobre o jogo; a segunda consistia em um teste de múltipla escolha, que revisitou as questões do pré-teste. O objetivo do instrumento era coletar dados quantitativos e qualitativos sobre a experiência com o jogo, com foco nas habilidades cognitivas e socioemocionais desenvolvidas, além de avaliar o nível de compreensão do conteúdo abordado, especificamente sobre quantidade de movimento e impulso de uma força. O questionário encontra-se apresentado nos anexos.

Após a aplicação, os questionários foram recolhidos, e deu-se início à análise e tabulação dos dados, conforme será descrito adiante. Finalizado esse processo, os instrumentos foram descartados, sendo assegurado o sigilo dos nomes dos alunos durante todo o procedimento.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar e analisar os resultados decorrentes da aplicação do jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões em aulas de Física na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Dona Maria Menezes de Serpa, especificamente em relação aos conceitos de impulso e quantidade de movimento, além de indícios de desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. A partir da observação das aulas, dos *feedbacks* dos alunos, da aplicação de questionários abertos e de múltipla escolha, bem como da comparação com métodos tradicionais de ensino, discutiremos como o jogo pode influenciar o aprendizado, o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento das referidas habilidades (os questionários encontram-se nos Apêndices A e B).

Para enriquecer essa análise, será realizada uma interlocução com as teorias de Piaget, Vygotsky, Wallon, Ausubel e Csikszentmihalyi, destacando como os princípios defendidos por esses teóricos se refletem nos resultados observados.

Como afirmado anteriormente, este trabalho configura-se como uma pesquisa de abordagem mista. A estratégia de coleta de dados adotada será a triangulação concomitante. Segundo Creswell (2007),

Ela é selecionada como modelo quando o pesquisador usa dois métodos diferentes em uma tentativa de confirmar, fazer validação cruzada ou corroborar resultados dentro de um único estudo. [...] Esse modelo geralmente usa métodos quantitativos e qualitativos separadamente como forma de compensar os pontos fracos inerentes a um método com os pontos fortes de outro método. Nesse caso, a coleta de dados quantitativos e qualitativos é simultânea, ocorrendo em uma fase do estudo de pesquisa. [...] Essa estratégia geralmente integra os resultados dos dois métodos durante a fase de interpretação. Essa interpretação pode ou assinalar a convergência dos resultados como uma forma de fortalecer as alegações de conhecimento do estudo ou explicar qualquer falta de convergência que possa ocorrer (Creswell, 2007, p. 219).

Dessa forma, para a coleta de dados quantitativos, serão realizados dois levantamentos por meio da aplicação de um questionário de múltipla escolha: o primeiro, antes da aplicação do jogo Dimensões, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes; e o segundo, após a aplicação do jogo, com vistas à obtenção de evidências de aprendizagem. De acordo com Creswell (2007), citando Babbie (1990), os levantamentos “[...] incluem estudos de seção cruzada e longitudinais usando questionários ou entrevistas estruturadas para coleta de dados, com o objetivo de efetuar generalizações a partir de uma amostra para uma população” (Creswell, 2007, p. 31).

Quanto aos dados qualitativos, serão utilizadas as observações das aulas, acompanhadas dos *feedbacks* dos alunos e de um questionário estruturado, composto por

questões abertas e fechadas, com o objetivo de coletar informações sobre o engajamento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

O método de análise escolhido será a análise de conteúdo, definida por Bardin (1977) como sendo

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações. [...] Em última análise, qualquer comunicação, isto é, qualquer transporte de significações de um emissor para um receptor controlado ou não por este, deveria poder ser escrito, decifrado pelas técnicas de análise de conteúdo [...] tudo que é dito ou escrito é suscetível de ser submetido a uma análise de conteúdo (Bardin, 1977, p. 31-32).

Segundo o autor, essa análise visa

[...] a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não). [...] o analista tira partido do tratamento das mensagens que manipula, para inferir (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio, por exemplo (Bardin, 1977, p. 38-39).

Bardin (1977) resume as etapas desse procedimento da seguinte forma:

Tal como um detetive, o analista trabalha com índices cuidadosamente postos em evidência por procedimentos mais ou menos complexos. Se a descrição (a enumeração das características do texto, resumida após tratamento) é a primeira etapa necessária e se a interpretação (a significação concedida a estas características) é a última fase, a inferência é o procedimento intermediário, que vem permitir a passagem, explícita ou controlada, de uma à outra (Bardin, 1977, p. 39).

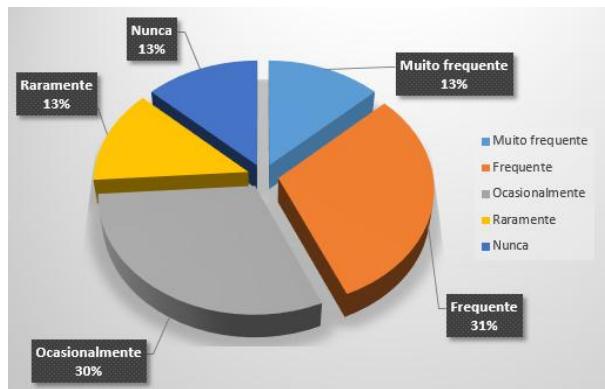
Diante disso, daremos início às descrições, inferências e interpretações das características da experiência com o jogo Dimensões. A análise será iniciada a partir do questionário composto por questões abertas e fechadas, referente à Parte I do questionário pós-teste, o qual aborda, de forma geral, os aspectos qualitativos da pesquisa. Além disso, serão incorporadas a esse processo as observações das ações dos estudantes durante a aplicação do jogo.

Posteriormente, será realizado o mesmo procedimento com os dados oriundos do questionário pré-teste e da Parte II do questionário pós-teste, os quais tratam do conteúdo específico de quantidade de movimento e impulso de uma força. Por fim, realizaremos, conforme propõe Creswell (2007), “uma tentativa de confirmar, fazer validação cruzada ou corroborar resultados dentro de um único estudo” (Creswell, 2007, p. 219), ou seja, procederemos à análise interpretativa com vistas à integração dos resultados obtidos por meio dos métodos qualitativo e quantitativo.

A Parte I do questionário pós-teste inicia-se com a seguinte pergunta: Você costuma jogar diariamente? As respostas a essa pergunta estão representadas no Gráfico 1 (2º A) e

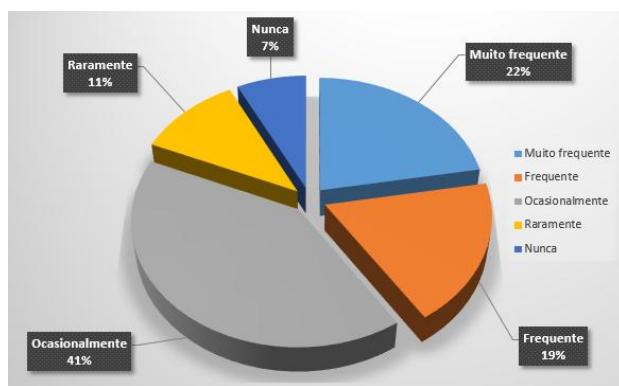
Gráfico 2 (2º B). As respostas indicam uma predominância no hábito de jogar. No 2º A, ao somarmos as respostas “ocasionalmente”, “frequentemente” e “muito frequentemente”, obtém-se 74% (17 de um total de 23) dos alunos. Já no 2º B, essas mesmas respostas totalizam 82% (22 de um total de 27) dos estudantes. Tal resultado evidencia um potencial significativo para que a ABJ contribua para o desenvolvimento das diversas habilidades a que se propõe.

Gráfico 1 - Respostas da pergunta 1 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você costuma jogar diariamente?

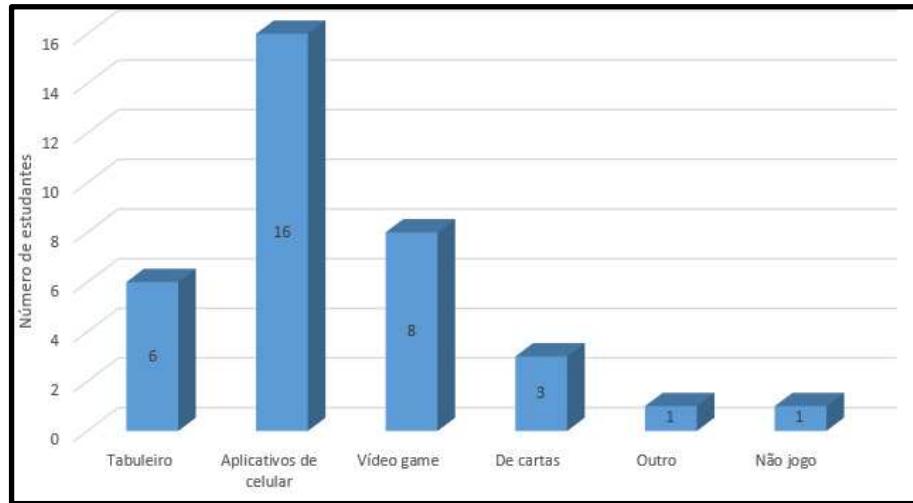
Gráfico 2 - Respostas da pergunta 1 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você costuma jogar diariamente?

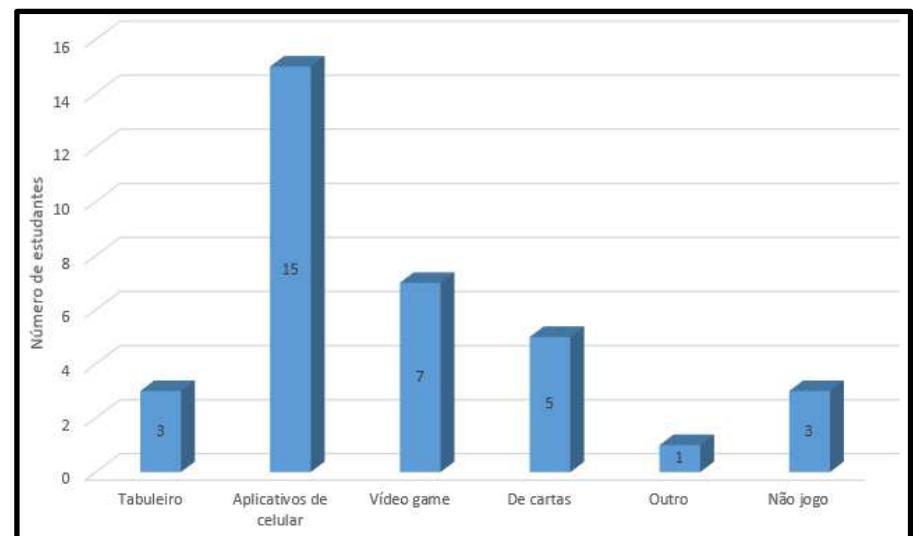
Ao passarmos para a Pergunta 2 (Qual jogo costuma jogar?), observamos que a grande maioria dos jogos indicados por ambas as turmas refere-se a jogos de celular ou aplicativos, com 70% (16 de 23) dos estudantes do 2º A e 56% (15 de 27) do 2º B. Verifica-se, nesse contexto, a facilidade de acesso ao celular e à internet, o que pode ser atribuído, em parte, ao fato de o Governo do Estado do Ceará estar investindo na disponibilização de um plano de dados móveis para os alunos.

Gráfico 3 - Respostas da pergunta 2 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Qual jogo costuma jogar?

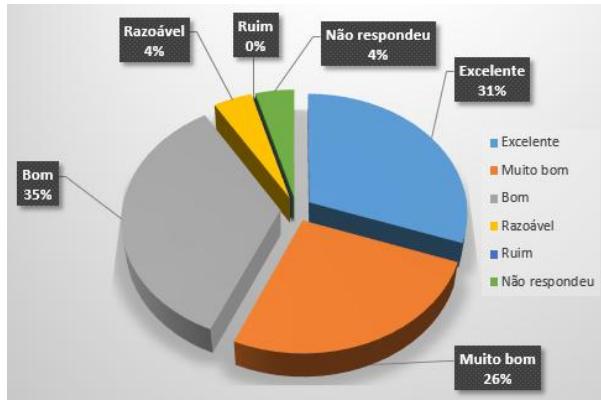
Gráfico 4 - Respostas da pergunta 2 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Qual jogo costuma jogar?

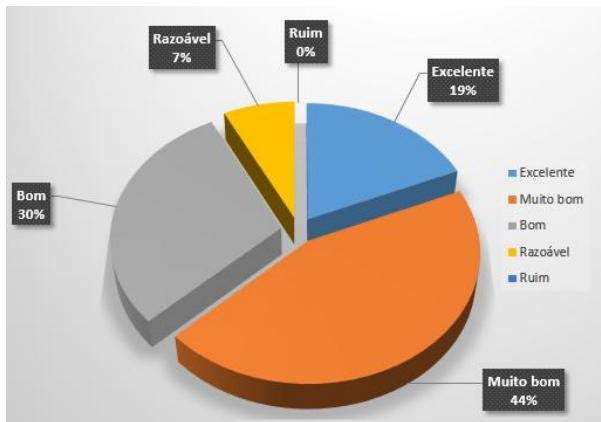
A Pergunta 3 (Como avalia, em geral, jogos de tabuleiro?), cujas respostas estão representadas nos Gráficos 5 e 6, demonstra uma ampla aceitação da modalidade de jogos de tabuleiro: 92% (21 de 23) no 2º A e 93% (25 de 27) no 2º B responderam “bom”, “muito bom” ou “excelente”. Isso indica uma predisposição positiva dos estudantes em relação aos jogos de tabuleiro. No entanto, considerando que essa modalidade não é a mais praticada, conforme os Gráficos 3 e 4, é possível que alguns alunos tenham interpretado a pergunta como uma referência específica ao jogo Dimensões.

Gráfico 5 - Respostas da pergunta 3 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Como avalia, em geral, jogos de tabuleiro?

Gráfico 6 - Respostas da pergunta 3 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Como avalia, em geral, jogos de tabuleiro?

Passamos, a seguir, ao Bloco 4 do questionário, composto por afirmativas nas quais os estudantes expressaram suas opiniões por meio de uma escala de opções: “discordo totalmente”, “discordo”, “nem discordo, nem concordo”, “concordo” e “concordo totalmente”. Apresentaremos, a seguir, para cada afirmativa, os respectivos gráficos ilustrativos, seguidos das análises e interpretações pertinentes.

Na Afirmativa 4.1, os estudantes deveriam indicar se se sentiram desafiados pelo jogo. Os Gráficos 7 e 8 mostram que, ao menos, 78% (18 de 23) dos alunos do 2º A — considerando as respostas “nem discordo, nem concordo”, “concordo” e “concordo totalmente” —, sendo 48% (11 de 23) destes com as opções “concordo” e “concordo totalmente”, e 85% (23 de 27) do 2º B — com 67% (18 de 27) entre “concordo” e “concordo totalmente” — sentiram-se, de alguma forma, desafiados pelo jogo Dimensões.

Verifica-se, assim, a possibilidade de o jogo proporcionar o chamado estado de fluxo, ou flow, conforme proposto por Csikszentmihalyi (1999). Segundo o autor, “quando as habilidades de uma pessoa estão totalmente envolvidas em superar um **desafio** que está no limiar de sua capacidade de controle” (Csikszentmihalyi, 1999, p. 37, grifo nosso).

Sentindo-se desafiados, os estudantes, ao atingirem esse estado, experimentam, segundo Santaella (2017), uma sensação de satisfação plena e motivação intrínseca “como se o jogador entrasse em um túnel composto por desafios possíveis de serem atingidos; um fluxo cuja progressão não é interrompida” (Santaella, 2017, p. 13).

Essas emoções, despertadas pelas interações sociais proporcionadas durante o jogo, atuam como componentes ativos que interagem com os processos cognitivos, influenciando diretamente o desenvolvimento dos estudantes, conforme defendido por Wallon (1968).

Para Piaget (1975), os jogos de regras, como é o caso desta pesquisa, promovem a competição entre os jogadores e estimulam o intelecto. Ademais, para o desenvolvimento das operações formais, é essencial um ambiente que favoreça a cooperação, com espaço para discussões, críticas e trocas de informações (Piaget, 1972). Os desafios e a estrutura do jogo Dimensões propiciam esse ambiente, contribuindo para a resolução de problemas, a discussão de ideias divergentes e a consequente construção do conhecimento necessária para a superação dos desafios propostos.

Corroborando essa perspectiva, conforme Piaget, citado por Moreira (1999), é por meio das acomodações — que conduzem à formulação de novos esquemas de assimilação — que ocorre o desenvolvimento cognitivo. Segundo o autor, se “o meio não apresenta problemas, dificuldades, a atividade da mente é, apenas, de assimilação, porém, diante deles, ela se reestrutura (acomodação) e se desenvolve” (Moreira, 1999, p. 100).

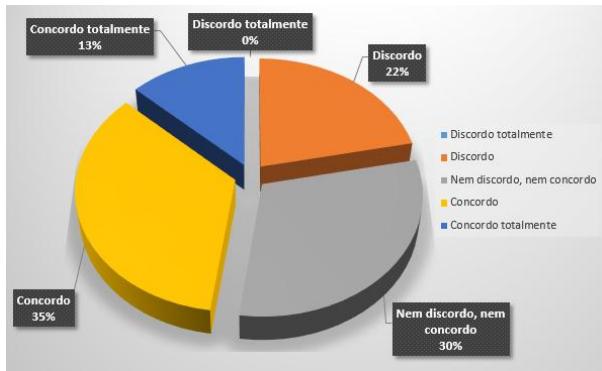
Para reforçar essa ideia, Silva (2005) afirma que

O uso de jogos e situação-problema contribui para um ensino que confere ao aluno um papel ativo na construção dos novos conhecimentos, pois permite a interação com o objeto a ser conhecido incentivando a troca e a coordenação de ideias e hipóteses diferentes, além de propiciar conflitos, desequilíbrios e a construção de novos conhecimentos fazendo com que o aluno aprenda o fazer, o relacionar, o constatar, o comparar, o construir e o questionar (Silva, 2005, p. 143, grifo nosso).

Quando desafiados de maneira adequada, os alunos despertam motivação e foco nas atividades de aprendizagem dos conceitos físicos - atitudes essenciais que se opõem ao ensino tradicional, o qual, segundo Esmeraldo, Lima e Cavalcante Neto (2021), provoca desmotivação e falta de interesse pela disciplina de Física, re-

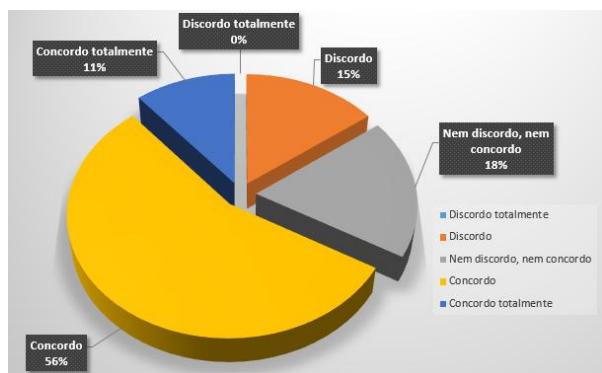
sultando, assim, na ausência de participação ativa na construção do conhecimento por grande parte dos estudantes.

Gráfico 7 - Respostas da afirmativa 4.1 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti desafiado pelo jogo de tabuleiro Dimensões.

Gráfico 8 - Respostas da afirmativa 4.1 - 2º B



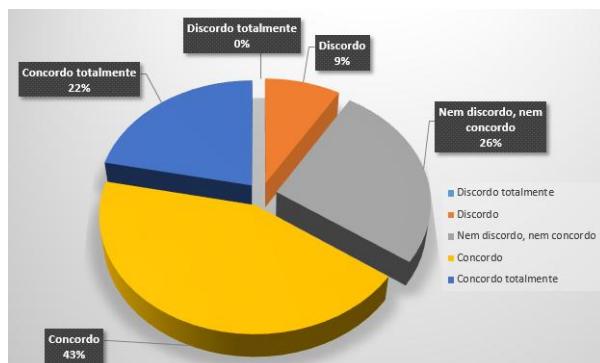
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti desafiado pelo jogo de tabuleiro Dimensões.

Contribuindo para os objetivos do jogo Dimensões, que visam promover o engajamento e a motivação dos estudantes, a afirmativa 4.2, relacionada ao incentivo à participação ativa, foi analisada com base nas respostas apresentadas nos Gráficos 9 e 10. Observa-se que 65% (15 de 23) dos alunos do 2º A e 70% (19 de 27) do 2º B — somando-se, para ambos, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — participaram ativamente do jogo. Se considerarmos também a participação parcial, incluindo a resposta “nem discordo, nem concordo”, os índices de participação sobem para 91% (21 de 23) no 2º A e 85% (23 de 27) no 2º B. Dessa forma, percebe-se que o jogo conseguiu promover a participação ativa da maioria dos estudantes.

Segundo Moreira (1999), ao interpretar Ausubel, uma das condições essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa é a disposição do aprendiz para relacionar o novo

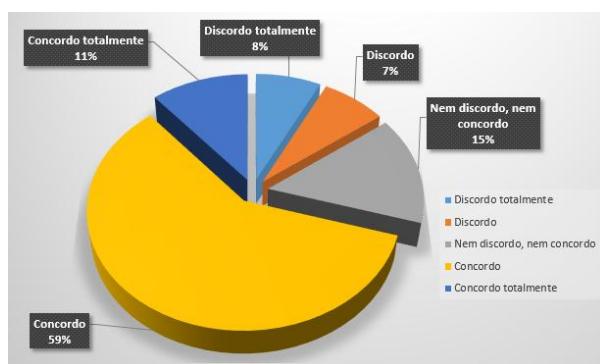
conteúdo, de maneira substancial e não arbitrária, à sua estrutura cognitiva. Com base nos resultados apresentados nos Gráficos 7, 8, 9 e 10, pode-se concluir que o jogo educativo contribuiu para a promoção da aprendizagem significativa, ao estimular a participação ativa e a motivação diante dos desafios propostos.

Gráfico 9 - Respostas da afirmativa 4.2 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O Dimensões me incentivou a participar ativamente da atividade.

Gráfico 10 - Respostas da afirmativa 4.2 - 2º B

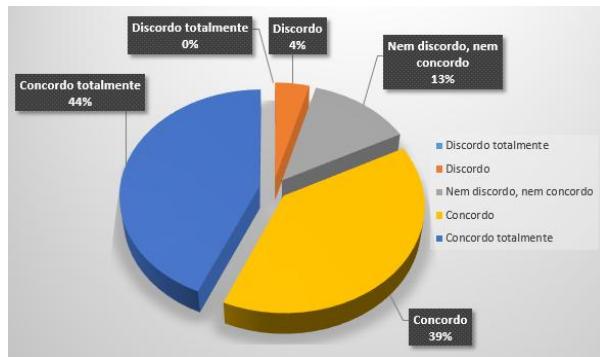


Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: o Dimensões me incentivou a participar ativamente da atividade.

As respostas à afirmativa 4.3, representadas nos Gráficos 11 e 12, revelam que, para 83% (19 de 23) dos estudantes do 2º A e 81% (22 de 27) do 2º B — somando-se, para ambos, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — o jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões não foi percebido como uma atividade chata ou repetitiva.

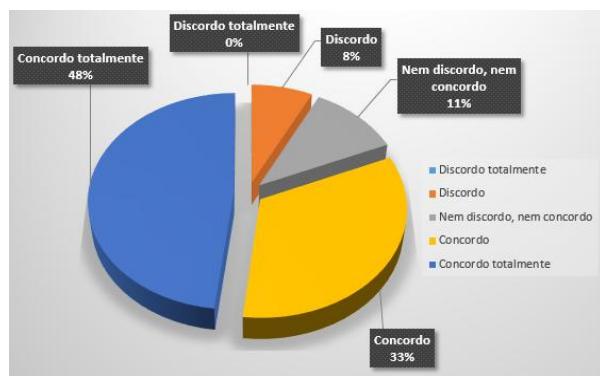
Desse modo, o referido jogo, com base nos Gráficos 9, 10, 11 e 12, proporcionou experiências que despertaram o interesse dos estudantes, atendendo a um dos objetivos centrais das metodologias ativas, as quais têm “a finalidade de transformar as aulas de maneira mais envolvente, relevante e adaptada às necessidades específicas dos educandos” (Olivier; Zampin, 2024, p. 1).

Gráfico 11 - Respostas da afirmativa 4.3 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O Dimensões foi o contrário de uma atividade repetitiva e chata.

Gráfico 12 - Respostas da afirmativa 4.3 - 2º B

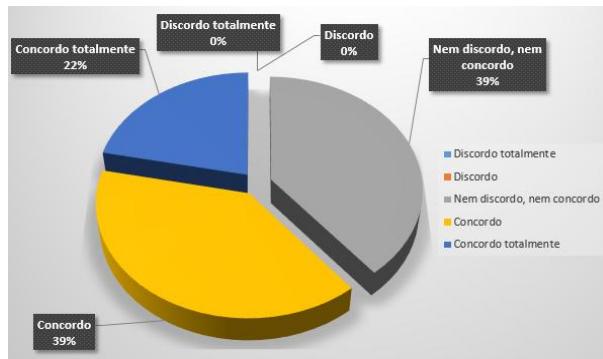


Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O Dimensões foi o contrário de uma atividade repetitiva e chata.

Quanto às respostas da afirmativa 4.4, apresentadas nos Gráficos 13 e 14, verificou-se que 61% (14 de 23) dos alunos do 2º A e 74% (20 de 27) do 2º B — considerando, para ambos, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — sentiram-se engajados com o jogo. Quando incluída a resposta “nem discordo, nem concordo”, que expressa um engajamento parcial, os índices atingem 100% (23 de 23) no 2º A e 93% (25 de 27) no 2º B.

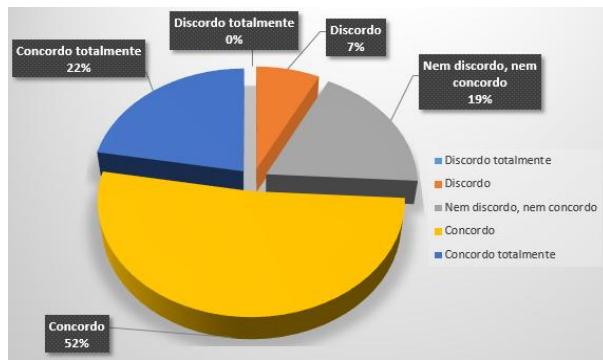
Sentir-se engajado em um jogo é um dos objetivos destacados por Kapp (2012), ao tecer sua teoria sobre gamificação. Para o autor, a gamificação é “é o uso de mecânicas baseadas em jogos, estética e pensamento de jogos **para engajar pessoas**, motivar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas” (Kapp, 2012, p. 10, tradução e **grifo nossos**). Nessa mesma direção, Eugênio (2024) afirma que a gamificação “é uma é uma ferramenta estratégica poderosa por motivar e **engajar os usuários a participarem das atividades [...]”** (Eugênio, 2024, p. 72, grifo nosso). Dessa forma, é possível afirmar que o Dimensões contribuiu significativamente para alcançar esse objetivo proposto pela gamificação.

Gráfico 13 - Respostas da afirmativa 4.4 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti engajado no jogo.

Gráfico 14 - Respostas da afirmativa 4.4 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti engajado no jogo.

Com base nas respostas à afirmativa 4.5, referente à interação com outras pessoas, apresentadas nos Gráficos 15 e 16, verificamos que 83% (19 de 23) dos alunos do 2º A e 74% (20 de 27) do 2º B — somando-se, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — afirmaram ter interagido com os colegas durante o jogo. Considerando também a interação parcial, ao incluir a resposta “nem discordo, nem concordo”, os índices de interação entre os estudantes sobem para 96% (22 de 23) no 2º A e 89% (24 de 27) no 2º B.

A interação social é amplamente incentivada e descrita como promotora do desenvolvimento da aprendizagem por diversos autores, entre os quais se destaca Vygotsky (2002). O autor ressalta a importância dessa interação para o desenvolvimento cognitivo, defendendo que a aprendizagem deve ocorrer em um contexto social e cultural, mediado por ferramentas culturais, como a linguagem e, por extensão, os jogos (Vygotsky, 2002).

Contribuindo com essa perspectiva, segundo Nunes e Silveira (2008), Piaget ofereceu uma contribuição significativa para a educação ao defender que “[...] o ser humano

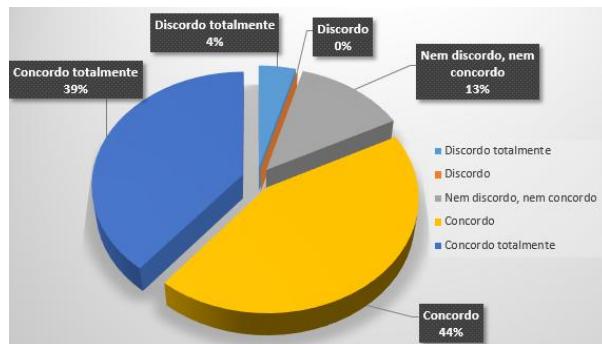
constrói ativamente seu conhecimento acerca da realidade externa e de que as interações entre os sujeitos são um fator primordial para o seu desenvolvimento intelectual e afetivo” (Nunes; Silveira, 2008, p. 89).

Reforçando esse ponto, Mahoney *et al.* (2010) destacam que Wallon enfatizou o papel das interações sociais no desenvolvimento cognitivo e emocional. O jogo Dimensões promoveu esse tipo de interação, contribuindo, conforme os autores citados, para o crescimento cognitivo e afetivo dos estudantes.

Além disso, a cooperação e a competição estimuladas pelo jogo também são apontadas por Brasil (2002) como elementos que desenvolvem competências essenciais, preparando os estudantes para os desafios de uma sociedade cada vez mais competitiva, ao afirmar que

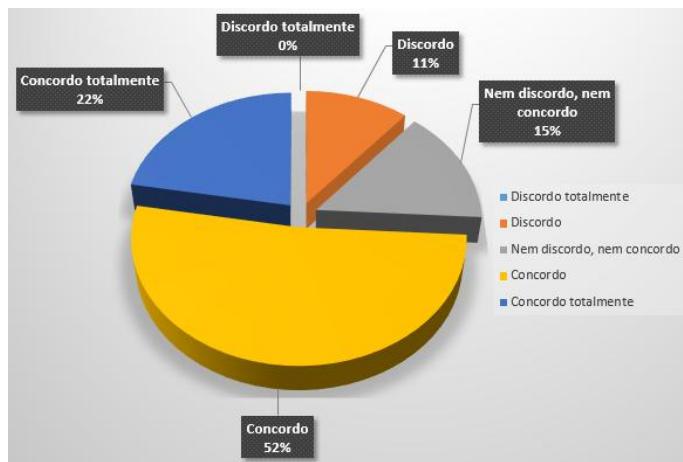
Os jogos [...] são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre **cooperação e competição em um contexto formativo** (Brasil, 2002, p. 56, grifo nosso).

Gráfico 15 - Respostas da afirmativa 4.5 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu interagi com outras pessoas durante o jogo.

Gráfico 16 - Respostas da afirmativa 4.5 - 2º B

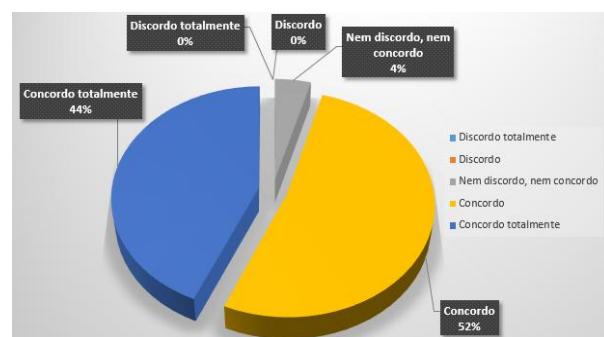


Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu interagi com outras pessoas durante o jogo.

Nos Gráficos 17 e 18 são apresentadas as respostas à afirmativa 4.6. Para 96% (22 de 23) dos estudantes do 2º A e 96% (26 de 27) do 2º B — considerando, em ambos os casos, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — o jogo Dimensões proporcionou momentos de cooperação e competição entre colegas.

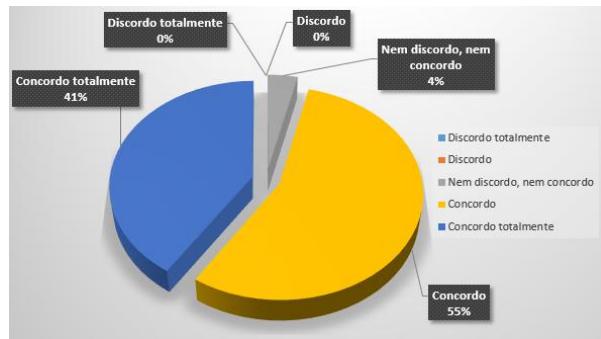
Para Wallon (1968), o desenvolvimento emocional é indissociável do desenvolvimento cognitivo. Assim, ao promover situações de cooperação e competição, o jogo Dimensões favorece o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como as descritas no Quadro 7 (habilidades sociais, como comunicação eficaz, trabalho em equipe, empatia e resolução de conflitos, entre outras) e no Quadro 8 (habilidades emocionais, como autoconhecimento, autocontrole, resiliência, motivação e tolerância à frustração), promovendo, simultaneamente, conforme Wallon (1968), o desenvolvimento cognitivo.

Gráfico 17 - Respostas da afirmativa 4.6 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O Dimensões promove momentos de cooperação e/ou competição entre os colegas.

Gráfico 18 - Respostas da afirmativa 4.6 - 2º B



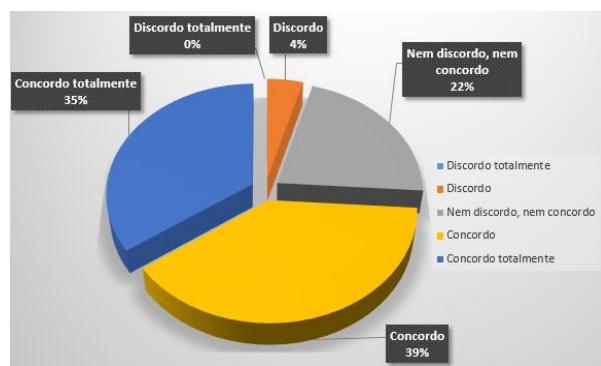
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O Dimensões promove momentos de cooperação e/ou competição entre os colegas.

Ao observarmos as respostas à afirmativa 4.7, mostradas nos Gráficos 19 e 20, verifica-se que 74% (17 de 23) dos alunos do 2º A e 63% (17 de 27) do 2º B — somando-se, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — afirmaram que o jogo os motivou a continuar jogando e a se esforçar para alcançar os objetivos propostos.

Verificamos que o jogo Dimensões contribuiu para que a maioria dos estudantes alcançasse o estado de fluxo (ou *flow*), conforme descrito por Csikszentmihalyi (1999). Isso porque, segundo o autor:

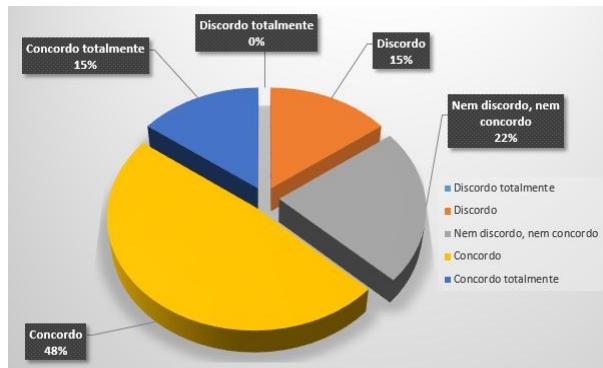
Quando as metas são claras, o feedback compatível e os desafios e habilidades estão equilibrados, a atenção se torna ordenada e recebe total investimento. Devido à exigência total de energia psíquica, uma pessoa no fluxo está completamente concentrada (Csikszentmihalyi, 1999, p. 38, grifo nosso).

Gráfico 19 - Respostas da afirmativa 4.7 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O jogo me motivou a continuar jogando e a me esforçar para atingir os objetivos.

Gráfico 20 - Respostas da afirmativa 4.7 - 2º B



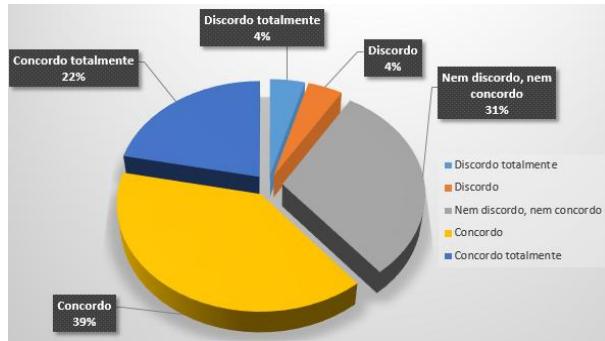
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O jogo me motivou a continuar jogando e a me esforçar para atingir os objetivos.

No que se refere às respostas à afirmativa 4.8, apresentadas nos Gráficos 21 e 22, 61% (14 de 23) dos estudantes do 2º A e 63% (17 de 27) do 2º B afirmaram ter se sentido bem ao interagir com outras pessoas — considerando, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente”. Ressalta-se, ainda, que uma parte significativa dos alunos — 31% (7 de 23) no 2º A e 33% (9 de 27) no 2º B — declarou “nem discordar, nem concordar” com a afirmativa de que se sentiram bem ao interagir com os colegas.

Os jogos educativos promovem a interação entre os alunos e destacam a importância da colaboração em equipe (GRANDO, 2000). Além disso, podem ser utilizados para desenvolver ou recuperar competências essenciais, sendo valiosos para estudantes de diferentes níveis de aprendizagem (GRANDO, 2000).

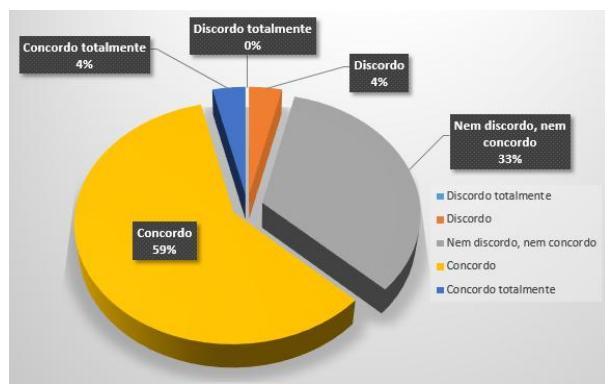
Observa-se que o jogo Dimensões contribuiu para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais fundamentais, descritas nos Quadros 7 e 8, tais como empatia, resolução de conflitos, negociação, cooperação, confiança interpessoal, autoconhecimento, autocontrole, consciência emocional, resiliência, colaboração e assertividade.

Gráfico 21 - Respostas da afirmativa 4.8 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.

Gráfico 22 - Respostas da afirmativa 4.8 - 2º B

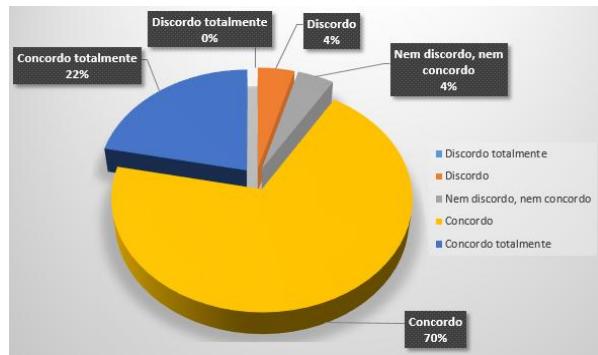


Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.

Os Gráficos 23 e 24 apresentam as respostas à afirmativa 4.9, que trata da promoção da diversão por meio do jogo Dimensões. Os dados mostram que 92% (21 de 23) dos estudantes do 2º A e 85% (23 de 27) do 2º B — somando-se, em ambos os casos, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — afirmaram ter se divertido com a atividade.

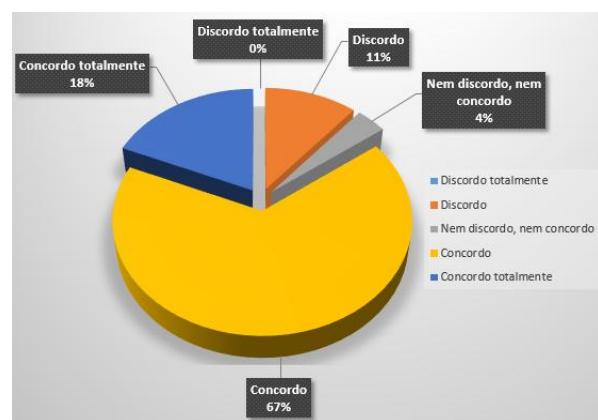
Nesse contexto, a diversão é compreendida como uma experiência de prazer ou entretenimento que desperta sensações de satisfação, alegria e descontração. Trata-se de um dos elementos essenciais dos jogos, responsável por manter a motivação e o interesse dos jogadores. Com um aspecto lúdico, a diversão estimula tanto o corpo quanto a mente de forma leve, funcionando também como válvula de escape para o tédio e como forma de aliviar tensões do cotidiano. As emoções despertadas pela diversão contribuem, conforme Wallon (1968), para o desenvolvimento cognitivo, que é inseparável do desenvolvimento emocional.

Gráfico 23 - Respostas da afirmativa 4.9 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me diverti com o jogo.

Gráfico 24 - Respostas da afirmativa 4.9 - 2º B



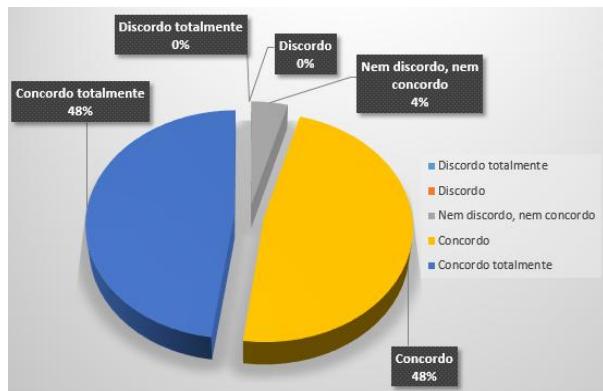
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Eu me diverti com o jogo.

Para a afirmativa 4.10, as respostas dos Gráficos 25 e 26, referentes ao incentivo ao sentimento de alegria durante o jogo, indicam que 96% (22 de 23) dos alunos do 2º A e 96% (26 de 27) do 2º B afirmaram ter experimentado esse sentimento, o que os levou a sorrir — considerando-se, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente”.

Com base no contexto dos jogos e nas observações deste professor-pesquisador durante a atividade, comprehende-se que a alegria é uma emoção que surge da experiência de vencer desafios, alcançar objetivos ou, simplesmente, se divertir durante a partida. Acredita-se que ela esteja associada ao sentimento de satisfação ao progredir no jogo, interagir com outros jogadores ou superar dificuldades de maneira criativa. A alegria nos jogos também pode ser gerada pela sensação de pertencimento em um ambiente colaborativo e competitivo, no qual o jogador se sente engajado e recompensado por suas ações, tornando a experiência mais envolvente e gratificante em diferentes contextos (Gee, 2013). Além disso, observou-se que,

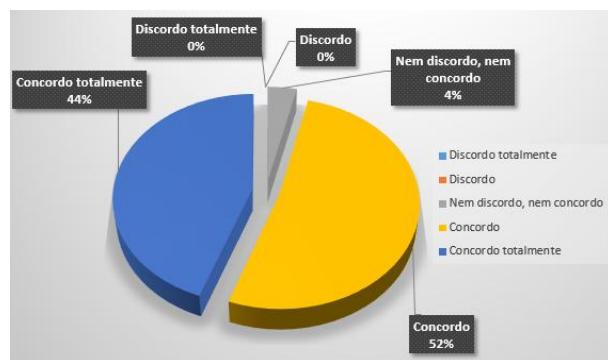
com a dinâmica lúdica do jogo Dimensões, criou-se um ambiente propício a risadas, descontração e vínculos sociais, potencializando esse sentimento positivo.

Gráfico 25 - Respostas da afirmativa 4.10 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir.

Gráfico 26 - Respostas da afirmativa 4.10 - 2º B



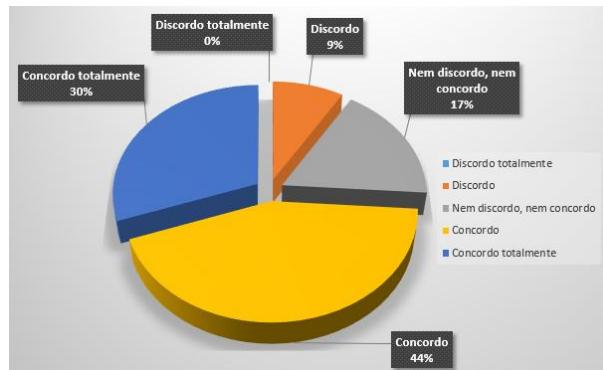
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir.

Os Gráficos 27 e 28 apresentam as respostas à afirmativa 4.11, que trata da percepção de algo interessante que capturou a atenção dos estudantes. Verifica-se que 74% (17 de 23) dos alunos do 2º A e 70% (19 de 27) do 2º B afirmaram que houve algo no jogo que capturou sua atenção — considerando, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente”.

Segundo Csikszentmihalyi (1999), se “[...] as metas são claras, o *feedback* compatível e os desafios e habilidades estão equilibrados, a **atenção** se torna ordenada e recebe total investimento” (Csikszentmihalyi, 1999, p. 38, grifo nosso).

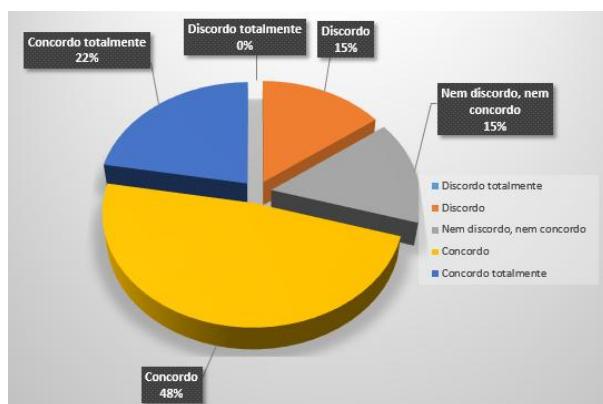
Nesse sentido, observa-se que o jogo Dimensões contribuiu para promover a atenção à experiência vivenciada, apresentando indícios, pelas respostas da maioria dos alunos, de que o estado de fluxo (ou *flow*) pode ter sido alcançado.

Gráfico 27 - Respostas da afirmativa 4.11 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Houve algo interessante durante o jogo que capturou minha atenção.

Gráfico 28 - Respostas da afirmativa 4.11 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Houve algo interessante durante o jogo que capturou minha atenção.

As respostas à afirmativa 4.12, apresentadas nos Gráficos 29 e 30, versam sobre a perda da noção do tempo devido ao envolvimento com o jogo. Os dados indicam que 61% (14 de 23) dos alunos do 2º A e 56% (15 de 27) do 2º B — somando-se, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente” — relataram ter perdido a noção do tempo.

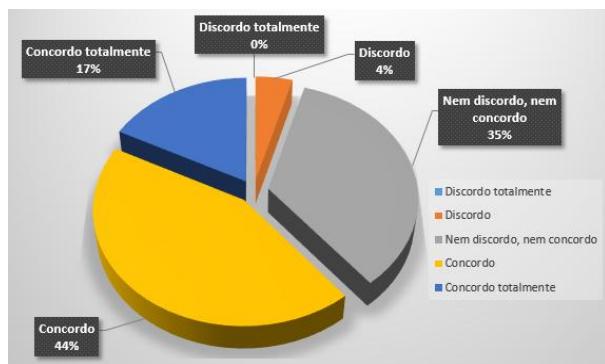
Csikszentmihalyi (1999) descreve essa experiência da seguinte forma:

Devido à exigência total de energia psíquica, uma pessoa no fluxo está completamente concentrada. Não há espaço na consciência para pensamentos que distraiam, para sentimentos incoerentes. A autoconsciência desaparece, no entanto a pessoa se sente mais forte do que de costume. O senso de tempo é distorcido: as horas parecem passar como minutos. Quando todo o ser de uma pessoa é levado ao funcionamento total do corpo e da mente, o que quer que se

faz a torna-se digno de ser feito por seu próprio valor; viver se torna sua própria justificativa. No foco harmonioso das energias físicas e psíquicas, a vida enfim se torna realmente significativa (Csikszentmihalyi, 1999, p. 38, grifo nosso).

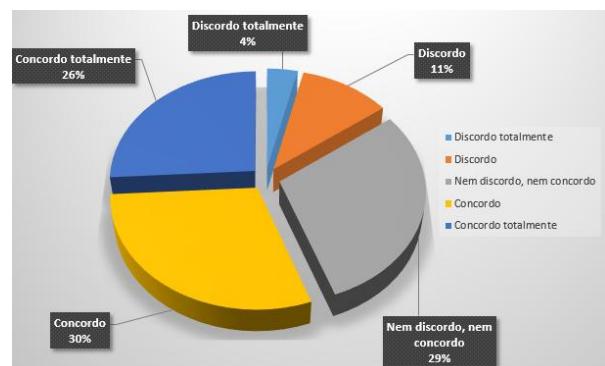
Logo, de acordo com o autor, o jogo educativo Dimensões, ao despertar na maioria dos alunos essa perda da noção de tempo, contribuiu para o atingimento do estado de fluxo, fazendo com que os estudantes investissem sua concentração nas interações proporcionadas pela atividade. Além disso, o jogo também favoreceu uma aprendizagem significativa, a qual, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1978), depende essencialmente da disposição em aprender.

Gráfico 29 - Respostas da afirmativa 4.12 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Estava tão envolvido com o jogo que perdi a noção do tempo.

Gráfico 30 - Respostas da afirmativa 4.12 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Estava tão envolvido com o jogo que perdi a noção do tempo.

A afirmativa 4.13, que trata da percepção dos estudantes sobre a aprendizagem de conteúdos da disciplina por meio do jogo Dimensões, tem suas respostas apresentadas nos Gráficos 31 e 32. Os dados mostram que 74% (17 de 23) dos alunos do 2º A e 67% (18 de 27)

do 2º B afirmaram ter aprendido mais sobre o conteúdo por meio do jogo — considerando-se, para ambas as turmas, as respostas “concordo” e “concordo totalmente”.

O relato da maioria dos estudantes, afirmando ter aprendido algo a mais sobre o assunto desenvolvido, permite inferir que pode ter ocorrido uma aprendizagem significativa. De acordo com Moreira e Masini (1982), essa modalidade de aprendizagem “ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (Moreira; Masini, 1982, p. 7).

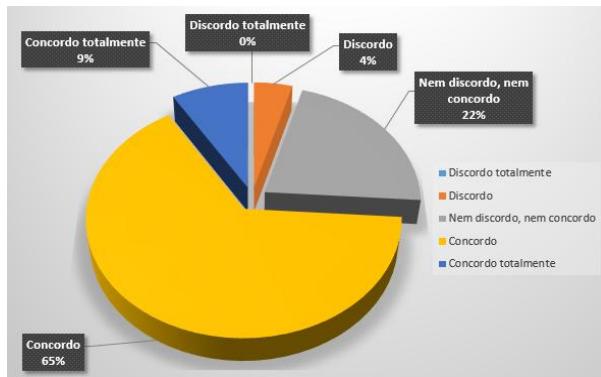
Além disso, conforme explica Moreira (2006), com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, para que tal aprendizagem ocorra, os estudantes precisam experientiar uma

[...] interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e **as novas informações, pelos quais estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal**, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunções preexistentes e, consequentemente, da própria estrutura cognitiva (Moreira, 2006, p. 16, grifo nosso).

Dessa forma, acredita-se que, ao relatarem que houve aprendizagem, os alunos passaram a interagir as informações do jogo com aspectos relevantes de sua estrutura de conhecimento (subsunções). Logo, o Dimensões pode ter contribuído para que essas informações adquirissem significado e fossem integradas à estrutura cognitiva dos estudantes — “de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunções preexistentes” (Moreira, 2006, p. 16).

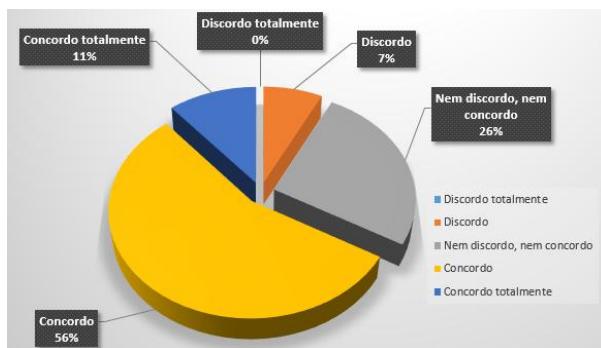
Posteriormente, para termos uma compreensão mais aprofundada acerca da aprendizagem dessas informações, será apresentada a análise da Parte II do pós-teste, por meio da qual será possível avaliar a retenção do conteúdo trabalhado e as implicações do contexto no qual o jogo foi desenvolvido.

Gráfico 31 - Respostas da afirmativa 4.13 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Aprendi mais sobre o conteúdo da disciplina pelo jogo.

Gráfico 32 - Respostas da afirmativa 4.13 - 2º B



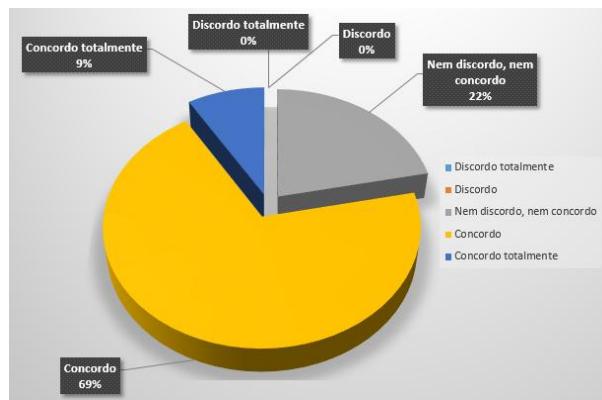
Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Aprendi mais sobre o conteúdo da disciplina pelo jogo.

Em contribuição à afirmativa 4.13, temos a 4.14, que trata da facilidade de retenção das informações por meio do jogo educativo em questão, cujas respostas encontram-se nos Gráficos 33 e 34. Neles, observamos que 78% (18 de 23) dos alunos do 2º A e 70% (19 de 27) do 2º B afirmaram que o Dimensões facilitou a fixação de informações ou conceitos, considerando-se as respostas “concordo” e “concordo totalmente”.

Esse resultado corrobora e se reflete na análise das respostas da maioria dos estudantes, conforme evidenciado nos seguintes gráficos: Gráficos 7 e 8 (os alunos se sentiram desafiados); Gráficos 9 e 10 (sentiram-se incentivados a participar ativamente); Gráficos 11 e 12 (o jogo foi percebido como diferente de uma atividade repetitiva e enfadonha); Gráficos 13 e 14 (sentiram-se engajados na experiência); Gráficos 15 e 16 (houve interação entre os participantes); Gráficos 17 e 18 (ocorreram cooperação e competição entre colegas); Gráficos 19 e 20 (o jogo motivou os estudantes a continuar jogando, incentivando-os a se esforçar para alcançar os objetivos); Gráficos 21 e 22 (houve sentimento de bem-estar nas interações); Gráficos 23 e 24 (os estudantes se divertiram com o jogo); Gráficos 25 e 26 (aconteceu algo

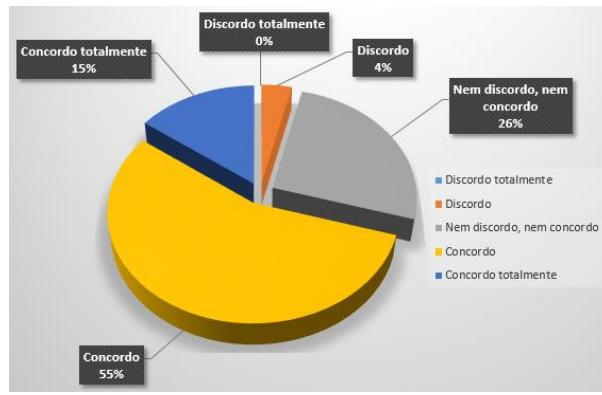
durante o jogo que os fez sorrir); Gráficos 27 e 28 (algum elemento do jogo capturou sua atenção); e Gráficos 29 e 30 (relataram perda da noção do tempo). Tais afirmações evidenciam uma interconexão entre os dados, formando um conjunto que reforça as contribuições do jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões não apenas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, mas também socioemocionais, as quais são interdependentes e fundamentais para o desenvolvimento integral dos estudantes (Wallon, 1968; Mahoney *et al.*, 2010; Brasil, 2018).

Gráfico 33 - Respostas da afirmativa 4.14 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O jogo facilitou a retenção de informações ou conceitos.

Gráfico 34 - Respostas da afirmativa 4.14 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: O jogo facilitou a retenção de informações ou conceitos.

Uma das pretensões do produto desta pesquisa é fornecer um recurso educativo que possa ser utilizado em diferentes momentos, conforme o planejamento do professor. O produto, disponibilizado na plataforma Genially, pode ser duplicado e editado. Logo, o jogo educativo Dimensões não tem a pretensão de ser algo definitivo e acabado — com mecânicas, dinâmicas, estética e conteúdo imutáveis —, mas sim de servir como base para a criação de novas

experiências bem-sucedidas, com aproveitamento crescente em diferentes contextos (Gee, 2013).

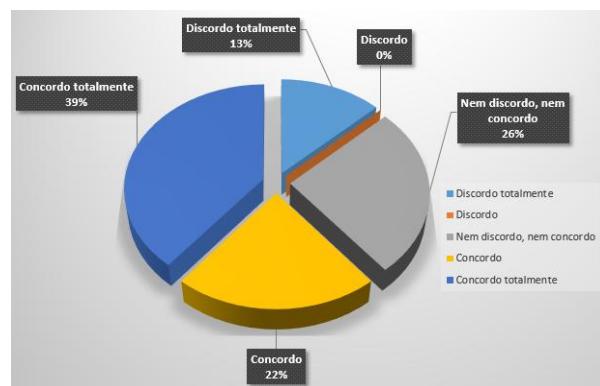
Dessa forma, ao apresentarmos a afirmativa 4.15, cujas respostas se encontram nos Gráficos 35 e 36, o objetivo é verificar, no contexto específico da revisão de conteúdo, se há preferência dos estudantes pelo Dimensões em comparação às práticas tradicionais de ensino. As respostas revelam que 61% (14 de 23) do 2º A e 71% (19 de 27) do 2º B — considerando-se as opções “concordo” e “concordo totalmente” — preferem revisar o conteúdo de impulso e quantidade de movimento por meio do jogo, em detrimento dos métodos tradicionais.

Essa preferência da maioria dos estudantes por metodologias ativas, em oposição às tradicionais, deve servir de alerta para que nós, professores, estejamos cada vez mais atentos aos seus anseios e necessidades, no que se refere a práticas mais engajadoras, motivadoras, inclusivas e promotoras de habilidades essenciais à formação integral dos discentes. De acordo com Olivier e Zampin (2024), essas metodologias

[...] têm como **objetivo central de incluir os alunos de forma ativa no processo de aprendizagem**. Elas buscam **fomentar a participação dos estudantes**, incentivando a **formação ativa de entendimento e crescimento de capacidades cognitivas e sociais**. Essas abordagens pedagógicas são amplamente empregadas em âmbitos educacionais com a **finalidade de transformar as aulas de maneira mais envolvente, relevante e adaptada às necessidades específicas dos educandos** (Olivier; Zampin, 2024, p. 1, grifo nosso).

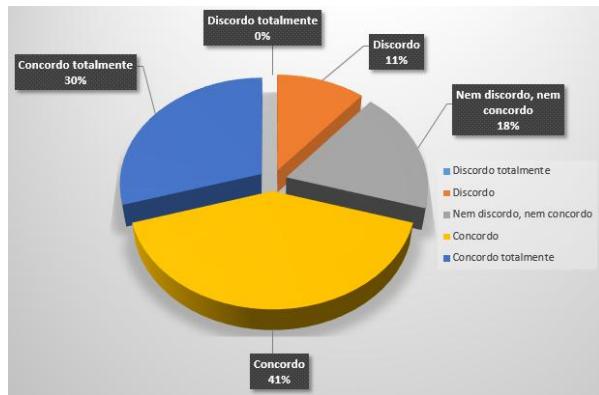
Observa-se que o jogo Dimensões, aplicação da ABJ, ao captar a preferência da maioria dos alunos pela referida metodologia ativa, contribuiu para a promoção de aulas mais envolventes, relevantes e alinhadas às necessidades de desenvolvimento integral dos estudantes (Wallon, 1968; Brasil, 2018).

Gráfico 35 - Respostas da afirmativa 4.15 - 2º A



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Prefiro fazer uma revisão do conteúdo utilizando o jogo Dimensões do que utilizando as aulas tradicionais de ensino.

Gráfico 36 - Respostas da afirmativa 4.15 - 2º B



Fonte: Elaborado pelo autor. Afirmativa: Prefiro fazer uma revisão do conteúdo utilizando o jogo Dimensões do que utilizando as aulas tradicionais de ensino.

Passamos, agora, às perguntas abertas 5, 6, 7, 8 e 9. Ressalta-se que as perguntas 5, 6 e 9 são de natureza mista, contendo uma parte de resposta fechada e outra aberta. A pergunta 5, cujas respostas estão nos Gráficos 37 e 38, buscou identificar a opinião dos estudantes sobre o jogo educativo Dimensões, compreendendo se gostaram da experiência e os motivos para isso. Constatou-se que 100% (23 de 23) do 2º A e 100% (27 de 27) do 2º B afirmaram ter gostado do jogo, conforme a parte fechada da pergunta.

Na parte aberta, as respostas dos estudantes foram transcritas nos Quadros 17 e 18. De modo geral, as justificativas para apreciação do Dimensões se organizaram nas seguintes categorias:

1. **Traz satisfação e interesse:** 2º A (alunos A, D, L, N, Q e W) e 2º B (alunos B, C, D, I, J, U, W, X, Y e @);
2. **Leva à diversão:** 2º A (B, G, H, J, M e Q) e 2º B (B, E, F, G, H, I, L, T, V, X e Y);
3. **Proporciona competição:** 2º A (B e U) e 2º B (A, I, K, S e @);
4. **Desenvolve a aprendizagem:** 2º A (C, D e H) e 2º B (F, K, Q, Z, β e Δ);
5. **É interativo e dinâmico:** 2º A (F e V) e 2º B (R, T, β e Δ);
6. **Promove o engajamento e o trabalho em grupo:** 2º A (I e M) e 2º B (N, β e Δ);
7. **Foge do tradicional:** 2º A (F, I e N) e 2º B (H, M e V);
8. **Está inacabado;** 2º A (E e Y);
9. **Proporciona emoções positivas, como a alegria:** 2º A (R, S e X);

10. Trabalha com o conhecimento prévio dos alunos: 2º A (C, D e H) e 2º B (F, K, Q, R, Z, β e Δ).

Quadro 17 - Respostas da pergunta 5 - 2º A

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	É muito legal.
B	É bem competitivo e divertido.
C	Porque eu aprendi mais.
D	Achei a ideia e mecânica interessantes e me ajudou um pouco a melhorar meus conhecimentos.
E	Mas tem algumas coisas a melhora.
F	Muito dinâmico e foge do tradicional.
G	Porque traz de maneira divertida o assunto da matéria.
H	Ele deixou a aula mais divertida e que me fez estudar melhor o conteúdo.
I	Por conta de ser um jogo de estrutura diferente do comum e por envolver constantemente o trabalho em grupo.
J	É muito divertido.
L	Achei interessante.
M	Porque é muito divertido e engaja com os outros alunos.
N	É legal e diferente de todas as aulas.
Q	Porque foi muito legal a brincadeira, gostei muito.
R	Porque eu ganhei!!!
S	Por conta da emoção.
U	Porque é algo competitivo.
V	Porque é um jogo bem interativo.
W	É legal.
X	Porque acertei.
Y	Bom porém causa intriga.
Observação: Os alunos K e T não responderam.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você gostou do jogo tabuleiro Dimensões? Por quê?

Quadro 18 - Respostas da pergunta 5 - 2º B

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Pois aumentou a competitividade.
B	Porque é interessante e divertido.
C	Bem interessante.
D	Interessante.
E	Porque é divertido.
F	Porque me ajudou a aprender o conteúdo e foi muito divertido.
G	Porque é bem divertido.
H	Porque ele foi bem divertido e bem diferente dos outros que já joguei.
I	É bom ver os meninos brigando.
J	Achei legal.
K	Porque fez desafiar várias pessoas e aprender mais.
L	Porque a sala toda se divertiu.
M	Porque é algo diferente que não temos todo dia.
N	Porque interagi com os colegas.
Q	No jogo, dá para aprender bastante.
R	Porque é um jogo interativo, e que trabalha com o conhecimento dos alunos.
S	Porque meu lado competitivo pedia por isso.
T	Um jogo bem interativo e divertido.
U	É legal.
V	É muito divertido e diferente das aulas convencionais.
W	Muito legal, amei.
X	Foi legal e divertido.
Y	Muito legal e divertido.
Z	Porque nos ensinou bastante coisa sobre Física.
@	Gosto de jogos competitivo.

β	Porque a gente interage e aprende mais sobre a matéria.
Δ	Bem interativo e nos ajuda a entender melhor o conteúdo.

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você gostou do jogo tabuleiro Dimensões? Por quê?

Esses relatos refletem as contribuições que a ABJ visa proporcionar, além de ressaltar que seu objetivo não é produzir algo definitivo e acabado, mas sim favorecer a constante melhoria das experiências e o desenvolvimento de estratégias mais significativas, prazerosas e condizentes com as necessidades reais de desenvolvimento dos estudantes (Wallon, 1968; Mahoney *et al.*, 2010; Grando, 2000; Brasil, 2018).

Essas respostas também corroboram a definição de ABJ dada por Olivier e Zampin (2024):

[...] é uma metodologia educacional que emprega componentes e princípios de jogos para estimular a aprendizagem e a participação dos alunos. Essa abordagem mescla elementos de *design* de jogos com metas educacionais, resultando em experiências interativas e atrativas de aprendizado (Olivier; Zampin, 2024, p. 10, grifo nosso).

Ressalte-se que a aprendizagem buscada com a metodologia ativa da ABJ, por meio do Dimensões, visa ao equilíbrio entre dois elementos essenciais dos jogos: diversão e aprendizagem (Kishimoto, 1998, 2002). De acordo com os relatos dos alunos, verifica-se que o jogo buscou alcançar esse equilíbrio.

Na parte fechada da pergunta 6, observou-se que 91% (21 de 23) do 2º A e 89% (23 de 27) do 2º B afirmaram que o jogo contribuiu para a aprendizagem do conteúdo abordado. Esses dados nos permitem inferir, conforme Wallon (1968), que houve desenvolvimento conceitual, promovendo também habilidades socioemocionais descritas nos Quadros 5 e 6. Tais habilidades são essenciais ao desenvolvimento integral, pois, segundo o autor, o desenvolvimento cognitivo, social e emocional são interdependentes (Wallon, 1968; Mahoney *et al.*, 2010).

As respostas abertas da pergunta 6 (transcritas nos Quadros 19 e 20) foram categorizadas conforme a contribuição do jogo para a aprendizagem, as quais apresentam-se da seguinte forma:

1. **Houve aprendizado e diversão:** 2º A (alunos B, H e Y);
2. **Houve aprendizado por conta das interações sociais:** 2º A (A e I) e 2º B (C e R);
3. **Houve aprendizado pelas perguntas desafiadoras:** 2º A (I) e 2º B (A, F, Q, R, U, X e Δ);

4. Houve aprendizado pela atenção total: 2º B (C, R e V);
5. Houve aprendizado pela aplicação prática: 2º A (D);
6. Houve aprendizado pelo jogo: 2º A (C, D, E, F, G, M, N, Q, R, U, V e X) e 2º B (G, H, K, M, R, S, T, W, Y, Z e @).

Relacionamos essas categorias aos seguintes referenciais teóricos:

- Aprendizado e diversão: Kishimoto (1998, 2002) e Wallon (1968) - O jogo educativo teve duas funções equilibradas: a função lúdica, relacionada à diversão e prazer, e a função educativa;
- Interações sociais: Vygotsky (2002) - O jogo operou dentro da ZDP dos alunos, oferecendo desafios que foram atingíveis com interação ou suporte;
- Perguntas desafiadoras: Piaget (1975b) - Ao enfrentarem desafios dentro do jogo, os alunos são incentivados a tomar decisões, resolver problemas e explorar diferentes estratégias, promovendo assim a autonomia intelectual indicada por Piaget;
- Atenção total (estado de flow): Csikszentmihalyi (1999) - Os estudantes que experimentam o *Flow* (estado de atenção total) podem mostrar maior persistência nas tarefas de aprendizagem, pois eles estarão intrinsecamente motivados a continuar;
- Aplicação prática: Ausubel, Novak e Hanesian (1978) - para haver aprendizagem significativa, o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve poder se conectar de maneira lógica e substancial à estrutura cognitiva do aluno. Aplicações práticas e contextualizadas ao conhecimento que os alunos já sabem têm essa qualidade.
- Aprendizado pelo jogo: Silva (2005) - O autor assegura que:

O uso de jogos e situação-problema contribui para um ensino que confere ao aluno um papel ativo na construção dos novos conhecimentos, pois permite a interação com o objeto a ser conhecido **incentivando a troca e a coordenação de ideias e hipóteses diferentes**, além de propiciar conflitos, desequilíbrios e a **construção de novos conhecimentos** fazendo com que **o aluno aprenda o fazer, o relacionar, o constatar, o comparar, o construir e o questionar** (Silva, 2005, p. 143, grifo nosso).

Quadro 19 - Respostas da pergunta 6 - 2º A

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Facilitou as relações.
B	Porque fala sobre isso e é mais fácil de um jeito divertido de aprender sobre o assunto.
C	Porque ganhei mais conteúdo.
D	Porque com isso nós podemos estar em prática o que estudamos além de nos ajudar a entender melhor o conteúdo.
E	Ajuda os alunos para aprender melhor a matéria.
F	Muito fácil de entender.
G	Porque fala sobre Física.
H	Me divertindo eu acabei aprendendo mais.
I	Por conta das perguntas e interações com o time.
M	Porque é uma forma de melhor aprendizagem com o jogo.
N	Porque falei mais do assunto de uma forma diferente.
Q	Legal demais, só isso mesmo.
R	Porque eu aprendi muito.
U	Porque fala diversas vezes sobre esse assunto.
V	Porque deixou bem claro algumas informações.
X	Porque sim.
Y	Divertindo se aprende.
Observação: Os alunos J, K, L, S, T e W não responderam.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: O Dimensões contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?

Quadro 20 - Respostas da pergunta 6 - 2º B

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Pois as perguntas são sobre o assunto.
C	Bem interessante me deixou mais engajado.
F	Pois foram perguntas bem elaboradas.

G	Porque aprendi muito.
H	Aprendi bastante.
K	Porque ensina mais através de um jogo.
M	É mais legal estudar assim.
Q	Porque ele ensina como funciona através de perguntas para vencer o jogo.
R	Porque é interativo e também competitivo, despertando o conhecimento e a curiosidade de cada um.
S	Pois eu achei que o conteúdo se fixou bem.
T	Porque ficou mais fácil aprender o conteúdo.
U	Porque teve perguntas desafiadoras.
V	Porque nós ficamos com foco no jogo e acabamos aprendendo o conteúdo.
W	Aprendi muita coisa.
X	Teve perguntas desafiadoras.
Y	Muito bom, mais fácil para aprender.
Z	Tirou várias dúvidas que eu tinha.
@	Acredito que por ser uma atividade diferente me ajudou a aprender mais.
Δ	Porque ele ensina através de perguntas para vencer o jogo.
Observação: Os alunos B, D, E, I, J, L, N e β não responderam.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: O Dimensões contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?

As respostas à pergunta 7, que trata da opinião dos alunos sobre os pontos positivos do jogo Dimensões, são apresentadas nos Quadros 21 e 22. Esses pontos foram categorizados da seguinte forma:

1. **Revisa o conteúdo:** 2º A (alunos A, D e E) e 2º B (aluno V);
2. **Promove a aprendizagem:** 2º A (B, H, I, Q, S, U, V e X) e 2º B (A, G, H, K, M, Q, R, S, T, W, X, Y, @, β e Δ);
3. **Desenvolve a prática dos conhecimentos:** 2º A (D) e 2º B (V);
4. **Incentiva o trabalho em equipe e cooperativo:** 2º A (E, F, G, H, N, R, S e V) e 2º B (B, C, I, Q, U, Z e β);
5. **É divertido:** 2º A (G, H, U, W e Y) e 2º B (F, G e K);

6. **Foge do tradicional:** 2º A (I e M);
7. **Incentiva a competição saudável:** 2º A (L) e 2º B (D, M, Q, Z e Δ);
8. **É interativo e dinâmico:** 2º A (N) e 2º B (Q e Δ);
9. **É envolvente:** 2º A (Y);
10. **É motivante:** 2º A (S);
11. **Tem perguntas desafiadoras:** 2º A (J e K).

Quadro 21 - Respostas da pergunta 7 - 2º A

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Revisão do conteúdo utilizando o jogo.
B	Aprender mais, nossas informações da cabeça melhora.
D	Ele ajuda as pessoas a praticar e estudar os conteúdos, melhorando.
E	Ensina o aluno, ajuda ele socializar com os colegas e serve de revisão.
F	Trabalho em equipe.
G	É divertido e ótimo para interação.
H	Ele além de divertir, nós jogou, interagiu mais com os outros e aprendeu mais o conteúdo.
I	A estrutura bem diferente e o fato de se aprender jogando.
J	Nas perguntas.
K	Perguntas elaboradas.
L	Ele é competitivo.
M	Diferenciado e inovador.
N	É dinâmico e faz interagir bastante.
Q	Ensina os alunos.
R	União.
S	Interação com as pessoas, aprendizagem e motivação.
U	O aprender de forma divertida e mesmo assim está aprendendo.
V	Que ajuda na interação dos alunos e deixa bem claro algumas informações.
W	Todo mundo se diverte.

X	Aprender.
Y	Envolvente, divertido.
Observação: Os alunos C e T não responderam.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?

Quadro 22 - Respostas da pergunta 7 - 2º B

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Aprendizagem.
B	Trabalho em equipe e cooperativo.
C	Trabalho em equipe.
D	Competitividade.
F	É divertido, boas perguntas, não é difícil de entender as regras.
G	Aprender e se divertir ao mesmo tempo.
H	Ele ensina de uma forma divertida.
I	Interagir com os colegas, ver bagunça e gritos.
K	Aprender mais e se divertir um pouco.
M	1 - Facilidade de aprendizado; 2 - Competição saudável.
Q	Competição com os colegas, interagir, aprender mais conteúdo.
R	A aprendizagem e o conhecimento adquirido.
S	A aprendizagem é melhor.
T	A aprendizagem.
U	Trabalho em equipe.
V	Incentiva o aluno a estudar o conteúdo.
W	Aprender mais coisas.
X	Aprender sobre o conteúdo.
Y	Aprende as coisas com mais facilidade.
Z	Interação e competitividade com os colegas.
@	Ajuda na aprendizagem.

β	Aprender mais sobre o conteúdo, interagir com os colegas.
Δ	Interagir com o conteúdo, aprender o assunto, competição com os colegas.
Observação 1: Os alunos E e J responderam “Não sei”. Observação 2: Os alunos L e N responderam “Nenhum” - porém, respondendo o mesmo, posteriormente, para os pontos negativos.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?

Os resultados obtidos revelam diversos aspectos positivos identificados pelos alunos após a aplicação do jogo Dimensões, reforçando os principais objetivos da pesquisa: proporcionar uma aprendizagem mais significativa, colaborativa e motivadora no ensino de Física. Ao analisarmos essas percepções à luz dos autores mencionados ao longo da dissertação, é possível observar como o jogo atendeu às expectativas teóricas e pedagógicas estabelecidas.

Entre os aspectos mais destacados pelos estudantes está a capacidade do jogo de revisar conteúdos de Física e facilitar a aprendizagem de maneira eficaz. Tal constatação dialoga diretamente com a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget (1975), que sustenta que o aprendizado ocorre por meio da construção ativa de conhecimentos. O jogo permitiu a revisão de conceitos centrais como impulso e quantidade de movimento, solidificando a compreensão desses temas por meio de atividades práticas. Essa abordagem está igualmente alinhada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1978), segundo a qual o novo conhecimento precisa ser substancialmente relacionado ao que o aluno já sabe, favorecendo a retenção e a aplicação efetiva do conteúdo. O Dimensões oferece, portanto, uma plataforma dinâmica que potencializa essa integração.

A aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, assim como o incentivo ao trabalho em equipe, constitui um dos pilares das metodologias ativas, conforme defendem Vygotsky (2002) e Wallon (1968). Para Vygotsky (2002), a interação social exerce um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo, sendo elemento essencial no processo de aprendizagem. No jogo Dimensões, tal interação ocorre por meio de dinâmicas colaborativas, permitindo que os estudantes aprendam entre si e desenvolvam-se dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Wallon (1968), por sua vez, enfatiza a importância das emoções e das interações sociais no desenvolvimento integral do indivíduo. Assim, as atividades cooperativas presentes no jogo não apenas reforçam o conhecimento, mas também promovem vínculos sociais e emocionais, elementos essenciais para um aprendizado mais profundo e significativo (Wallon, 1968).

Os estudantes também descreveram o jogo como divertido, interativo e dinâmico — características que se alinham com a teoria do fluxo de Csikszentmihalyi (1999, 2020). De acordo com o autor, atividades desafiadoras que envolvem intensamente os participantes promovem um estado de fluxo, no qual há alto engajamento e motivação para prosseguir. O fato de o Dimensões ter sido classificado como "divertido" e "envolvente" sugere que os alunos estavam predispostos a entrar nesse estado, tornando o processo de aprendizagem mais eficaz e prazeroso.

Outro ponto relevante é a tentativa de romper com o modelo tradicional de ensino, como propõem os referenciais teóricos utilizados nesta pesquisa. Bacich e Moran (2018) argumentam que as metodologias ativas, como a ABJ, visam transformar o aluno em protagonista do processo de aprendizagem, em contraste com o modelo tradicional centrado no professor. O retorno dos alunos evidencia que o Dimensões alcançou esse objetivo, ao oferecer uma alternativa ao método tradicional e fomentar uma competição saudável — elemento essencial para a motivação intrínseca, conforme Csikszentmihalyi (2020).

A presença de perguntas desafiadoras e a motivação gerada pelo uso do jogo refletem, ainda, os princípios de Vygotsky (2002) sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal. Ao serem confrontados com questões que demandam maior nível de reflexão, os alunos são incentivados a sair de sua zona de conforto e buscar apoio de colegas, elevando, assim, seus patamares de conhecimento. Esse tipo de desafio orientado estimula o aprendizado significativo e reafirma o valor do jogo como ferramenta pedagógica.

Em síntese, os pontos positivos elencados pelos alunos confirmam o potencial do jogo Dimensões no processo de ensino-aprendizagem de Física. A metodologia ativa empregada não apenas favorece a revisão de conteúdos e promove a aprendizagem, mas também constrói um ambiente colaborativo, dinâmico e motivador — exatamente conforme os princípios teóricos que embasam esta pesquisa. Tais resultados indicam que o jogo atingiu os objetivos propostos, apresentando-se como alternativa eficiente e atrativa ao ensino tradicional.

Os Quadros 23 e 24 apresentam a opinião dos estudantes quanto aos pontos negativos do jogo. A análise desses quadros permitiu a identificação das seguintes categorias:

1 - Problemas de *design*: Aspectos como o tamanho do tabuleiro e a visualização dos gráficos foram citados como elementos que dificultaram a experiência de jogo. Tais questões afetam diretamente a usabilidade e podem ser solucionadas por meio de ajustes no layout do tabuleiro e maior clareza visual.

2 - Tempo de jogo: A inadequação do tempo destinado à atividade foi uma reclamação recorrente, sugerindo a necessidade de readequação do cronograma.

3 - Relações sociais: A rivalidade e os conflitos gerados durante a atividade apontam para a necessidade de reforço das regras de conduta e de uma supervisão mais ativa por parte dos professores.

Com base nessas categorias, propõem-se as seguintes adequações:

1 - Clareza nas regras e monitoramento: A implementação de regras mais claras e rigorosas, acompanhada de uma monitoria ativa dos docentes, pode reduzir a percepção de "injustiça" e moderar os conflitos decorrentes da competitividade.

2 - Melhoria no design do tabuleiro: O aumento do tamanho do tabuleiro e a melhoria na visualização dos gráficos são ajustes técnicos que favorecem a jogabilidade e reduzem as dificuldades de interação.

3 - Ajuste do tempo de jogo: Para adequar o jogo à realidade escolar, sugere-se a reformulação das fases do jogo ou a definição de um tempo máximo, mesmo que não implique a conclusão total da partida, garantindo o aproveitamento da aula.

Tais adequações visam melhorar a experiência dos alunos com o jogo educativo, assegurando que o Dimensões cumpra sua finalidade pedagógica sem gerar frustrações desnecessárias.

Quadro 23 - Respostas da pergunta 8 - 2º A

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
B	Ponto negativo é por que eu perdi.
E	Tem equipes que joga mais de uma vez.
G	É fácil para as pessoas roubarem.
I	O tabuleiro poderia ser um pouco maior.
K	Pessoas.
N	É mais demorado para o tempo de aula.
R	De ter acabado.
V	O tempo é muito pouco.
X	Roubo
Y	Injusto e aberto a fraudes
Observação 1: Os alunos C, T e W não responderam. Observação 2: Os alunos A, D, F, H, J, L, M, Q, S e U não encontraram pontos	

negativos.

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?

Quadro 24 - Respostas da pergunta 8 - 2º B

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
A	Otimização.
D	Rivalidade
E	Não ter ganhado.
F	Pode levar bastante tempo para terminar o jogo.
G	Que os alunos se embate e isso pode até ocorrer brigas.
I	O gráfico, pois não consegui encher aonde o adversário estava.
J	Não ter ganhado.
M	Tempo, tivemos pouco tempo para tanta diversão.
R	Acho que o jogo de sorte.
S	Pessoas que não sabem perder.
T	Muitos alunos não aceitam perder.
W	Que alguém fica contra o outro.
X	Um fica contra o outro.
Y	Demora muito.
@	Pouco tempo de jogo.
Observação 1: Os alunos B e C não responderam.	
Observação 2: Os alunos H, K, L, N, Q, U, V, Z, β e Δ não encontraram pontos negativos.	

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?

Por fim, os Quadros 25 e 26 apresentam as sugestões dos alunos para o aprimoramento do jogo Dimensões. Verifica-se que as mesmas categorias formuladas na análise dos Quadros 18 e 19 são pertinentes também para classificar as respostas à pergunta 9, que trata diretamente das propostas de melhoria apontadas pelos estudantes.

Quadro 25 - Respostas da pergunta 9 - 2º A

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
H	Colocar mais tempo para responder as perguntas.
I	Aumentar um pouco o tabuleiro, para ele durar mais.
M	Mudar as cores dos grupos para branco, para uma melhor experiência.
V	Aumentar mais o tempo do jogo.
Y	Maior tempo.

Observação: Os alunos A, B, C, D, E, F, G, J, K, L, N, Q, R, S, U e X não responderam à pergunta aberta, mas marcaram a opção “Não”.

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?

Quadro 26 - Respostas da pergunta 9 - 2º B

ALUNO	TRANSCRIÇÃO
I	O gráfico.
X	Gasta mais tempo.
Y	Tem que valer ponto pra quem ganha.
@	Melhorar a logística do jogo.

Observação: Os alunos A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, N, M, Q, R, S, T, U, V, W, Z, β e Δ não responderam à pergunta aberta, mas marcaram a opção “Não”.

Fonte: Elaborado pelo autor. Pergunta: Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?

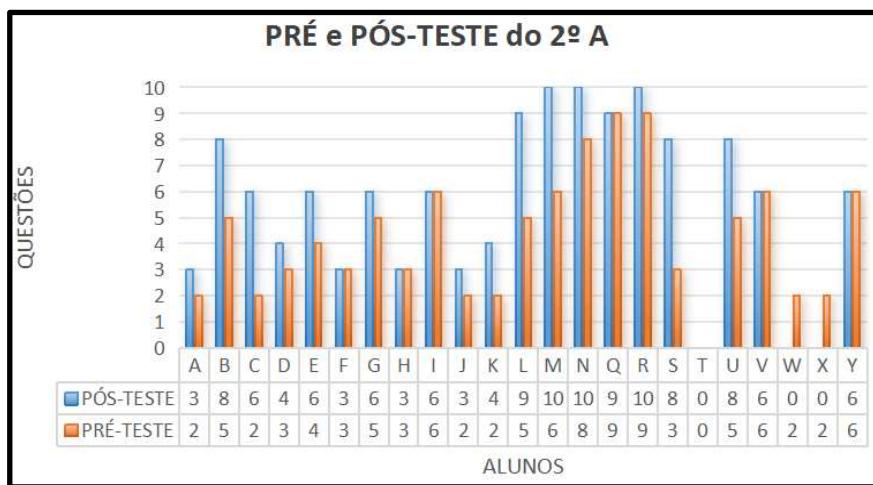
Concluímos, assim, a análise qualitativa da pesquisa e passamos à análise quantitativa das respostas dos estudantes aos questionários pré e pós-testes sobre os conceitos de impulso e quantidade de movimento.

A análise dos Gráficos 27 e 28 indica, de maneira geral, uma melhora na aprendizagem dos conceitos físicos propostos. Considerando a média geral, observa-se que a turma do 2º A apresentou um aumento de 13% no rendimento do pré para o pós-teste — de 98 acertos no pré-teste (42,6% do total de 230 respostas possíveis) para 128 acertos no pós-teste (55,7%). Já o 2º B teve uma melhora de 11,5% — de 85 acertos (31,5% de 270 respostas possíveis) para 116 acertos (43%).

Com base nos rendimentos apresentados e nas experiências relatadas pelos alunos, observa-se que, embora o jogo não tenha sido explorado em sua totalidade devido à limitação

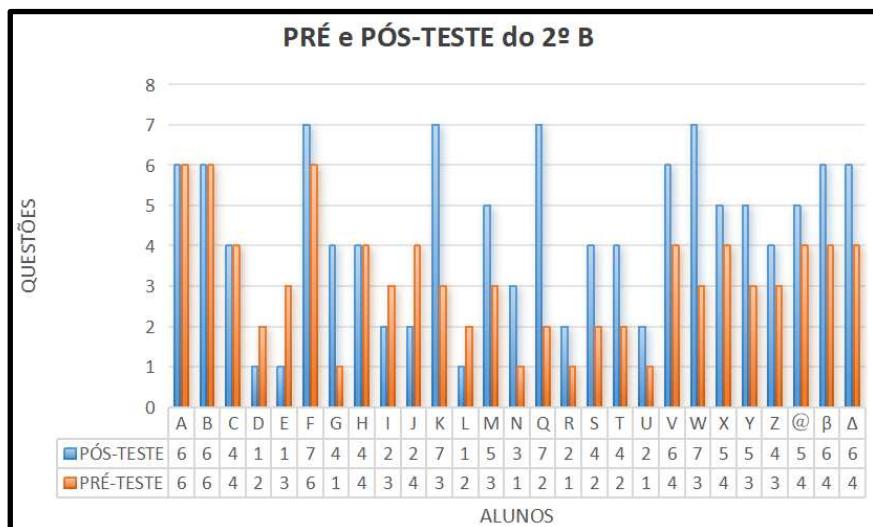
de tempo, os resultados do pós-teste foram positivos. Esses dados reforçam a conclusão de que o Dimensões cumpriu seu propósito de contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física, desenvolvendo tanto habilidades cognitivas quanto socioemocionais e colaborando para a formação integral dos estudantes.

Gráfico 27 - Pré e pós-teste do 2º A - Questões de Física



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 28 - Pré e pós teste - 2º B - Questões de Física



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, buscou-se investigar e avaliar a aplicação do jogo educativo Dimensões como uma estratégia pedagógica para o ensino de Física, especificamente dos conceitos de impulso e quantidade de movimento. Os resultados obtidos evidenciam a relevância e a eficácia dessa metodologia, confirmando a hipótese de que a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) constitui uma ferramenta poderosa para superar as limitações do ensino tradicional de Física, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, inclusivo e significativo para os estudantes.

Os dados coletados durante a aplicação do jogo indicaram uma evolução significativa na compreensão dos alunos acerca dos conceitos de impulso e quantidade de movimento. Por meio das atividades e avaliações realizadas ao longo do processo, verificou-se que os estudantes conseguiram não apenas reter consideravelmente as informações apresentadas, mas também utilizá-las de maneira mais aprofundada e reflexiva. O jogo Dimensões oportunizou uma aprendizagem que vai além da simples memorização de fórmulas, permitindo que os alunos compreendessem, de forma clara e prática, os fundamentos do conteúdo abordado. Além disso, o jogo contribuiu para o desenvolvimento da habilidade dos estudantes em conectar esses conceitos a contextos do cotidiano, como a dinâmica de colisões e o princípio da conservação da quantidade de movimento, tornando o aprendizado mais relevante e aplicável às suas realidades.

O impacto pedagógico do jogo ultrapassou o domínio conceitual. O ambiente colaborativo proporcionado pela dinâmica do jogo estimulou o desenvolvimento de habilidades socioemocionais essenciais, como o trabalho em equipe, a comunicação eficaz e a resolução de conflitos. Tais competências são cada vez mais reconhecidas como fundamentais no processo educacional contemporâneo, conforme aponta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A teoria de Henri Wallon mostrou-se relevante nesse contexto, uma vez que valoriza a interação entre fatores emocionais e cognitivos no desenvolvimento de crianças e adolescentes. Para Wallon, as emoções desempenham um papel central no aprendizado, influenciando a forma como os indivíduos interagem entre si e com o conhecimento. O jogo Dimensões favoreceu o desenvolvimento de competências emocionais por meio das interações em grupo e da vivência de desafios, frustrações e conquistas, aspectos que integram o desenvolvimento afetivo e cognitivo conforme proposto pelo autor. A experiência colaborativa e a superação de obstáculos dentro do jogo alinharam-se à concepção walloniana de que o desenvolvimento emocional e o cognitivo são interdependentes no processo de aprendizagem.

O engajamento dos estudantes foi outro aspecto relevante observado. O caráter lúdico do jogo, aliado aos desafios propostos pela resolução de problemas, captou a atenção e o interesse dos participantes, os quais relataram uma experiência de aprendizagem mais motivadora e prazerosa. A introdução de elementos de competição saudável, bem como a possibilidade de progressão dentro do jogo, reforçou a motivação intrínseca, mantendo os alunos concentrados e envolvidos durante toda a atividade. Tal resultado evidencia a eficácia da ABJ em promover um ambiente de aprendizagem imersivo, conforme descrito na Teoria do Flow de Csikszentmihalyi, na qual o estudante atinge um estado de concentração e envolvimento máximos.

A pesquisa realizada oferece contribuições significativas tanto no campo teórico quanto no prático. Do ponto de vista teórico, o estudo corrobora e amplia a aplicabilidade das teorias de Piaget, Vygotsky, Wallon, Ausubel e Csikszentmihalyi no contexto da ABJ. A aplicação do jogo Dimensões demonstrou que os alunos passaram por processos de construção ativa do conhecimento, conforme proposto pelo construtivismo piagetiano, utilizando o jogo como meio para organizar e internalizar novos conceitos. A teoria sociointeracionista de Vygotsky também se revelou pertinente, ao evidenciar-se que a interação entre os alunos durante as atividades foi determinante para o avanço na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), promovendo o aprendizado colaborativo e a troca significativa de ideias.

Por sua vez, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel foi confirmada, uma vez que o jogo possibilitou a associação de novos conhecimentos aos saberes prévios dos estudantes, promovendo uma aprendizagem contextualizada e relevante. A imersão proporcionada pela dinâmica do jogo também se alinhou à Teoria do *Flow*, indicando que os estudantes, ao entrarem em um estado de concentração profunda, experienciaram o aprendizado de maneira fluida e envolvente, superando a dificuldade de conteúdos tradicionalmente considerados abstratos. Ademais, essa imersão contribuiu para a ocorrência da aprendizagem significativa, a qual pressupõe a disposição do aluno para aprender.

Na prática, o jogo Dimensões demonstrou ser uma ferramenta pedagógica inovadora e eficaz para o ensino de Física. Ele não apenas facilitou o ensino dos conceitos de impulso e quantidade de movimento, mas também mostrou potencial para ser aplicado a outros conteúdos da disciplina, abrindo caminho para a exploração de novos tópicos por meio de jogos educativos. Além disso, representou uma alternativa para tornar as aulas mais inclusivas, permitindo que estudantes com diferentes estilos de aprendizagem se beneficiassem igualmente do processo. Aqueles com maior facilidade para aprender visualmente ou por meio da prática

puderam explorar e internalizar os conceitos de maneira mais eficaz do que em aulas expositivas tradicionais.

Entretanto, como toda proposta metodológica, o uso do jogo Dimensões apresentou algumas limitações. Em primeiro lugar, a questão do tempo de aplicação constituiu um desafio. Embora o jogo tenha se mostrado eficaz do ponto de vista pedagógico, sua implementação demandou um período mais extenso que o das aulas tradicionais, o que pode representar um entrave em currículos escolares mais rígidos ou com carga horária reduzida para a disciplina de Física. Assim, ajustes no design e na dinâmica do jogo podem ser necessários para otimizar o tempo de aplicação sem comprometer a eficácia pedagógica.

Outro aspecto limitador refere-se aos recursos tecnológicos necessários ao desenvolvimento e à aplicação da versão digital do jogo. Em algumas escolas, esses recursos podem não estar disponíveis. Ainda que o tabuleiro físico possa ser utilizado sem a necessidade de dispositivos eletrônicos, a versão digital apresenta maior potencial de engajamento, exigindo, no entanto, acesso a computadores ou tablets — o que pode ser um obstáculo em contextos escolares menos equipados. Além disso, a familiaridade dos docentes com metodologias ativas e com o uso de jogos educativos é uma variável importante. A aplicação eficaz do jogo Dimensões requer formação prévia, de modo que os professores se sintam aptos a mediar a atividade e a utilizar o jogo como ferramenta pedagógica.

Diante dessas limitações, sugere-se que pesquisas futuras explorem formas de otimizar o design do jogo para reduzir o tempo necessário para sua implementação, bem como investiguem a viabilidade de adaptá-lo a plataformas mais acessíveis, como celulares, ou em versões simplificadas que possam ser jogadas com menos recursos. A capacitação de professores para o uso da ABJ também configura uma área de interesse relevante, uma vez que a familiaridade com essa abordagem pode potencializar seus resultados pedagógicos.

Adicionalmente, novos estudos poderiam investigar a aplicação de jogos educativos em outras áreas da Física ou mesmo em disciplinas distintas, com o objetivo de avaliar a abrangência e a aplicabilidade da ABJ em diferentes contextos e faixas etárias. O uso de jogos em disciplinas que enfrentam desafios semelhantes aos da Física, como Química e Matemática, pode oferecer novos *insights* acerca da eficácia dessa metodologia.

Em síntese, a pesquisa desenvolvida com o jogo Dimensões aponta para a eficácia da ABJ no contexto do ensino de Física. A metodologia proposta superou os desafios do ensino tradicional, proporcionando um ambiente mais interativo, colaborativo e eficaz. Os estudantes não apenas melhoraram seu desempenho escolar, como também desenvolveram habilidades socioemocionais essenciais para seu crescimento integral. Diante desses resultados, conclui-se

que a ABJ, ao transformar o aluno em protagonista de seu aprendizado, representa um caminho promissor para a modernização do ensino, preparando os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo. A expectativa é de que o uso de jogos educativos continue a se expandir, criando novas oportunidades de ensino e aprendizagem mais significativas e inclusivas para todos os estudantes.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, C. **Learning by doing**: a comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2005.
- ALVES, Flora. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática. São Paulo: DVS Editora, 2014. E-book.
- AMARAL, Ricardo Ribeiro do. **Preserve**: um estudo sobre jogos digitais na educação básica no contexto do ensino de física. 2019. 308f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica) - Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34280>. Acesso em: 03 jul. 2024.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda, 1978.
- BABBIE, E. **Survey Research Methods**. 2. ed. Belmont, CA: Wadsworth, 1990.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. (orgs.) **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na Educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1977.
- BARROS, L. T. **Uma proposta diferenciada para a aprendizagem de Energia com ênfase em jogos**. 2019. 192 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/VPEdD>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 de mar. de 2024.
- BRASIL. **PCN + Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <https://abrir.site/reWjc>. Acesso em: 03 jul. 2024.

BUSARELLO, Raul Inácio. **Gamification: princípios e estratégias.** Raul Inácio Busarello. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016. 126p. Disponível em: <https://www.pimentacultural.com/livro/gamification/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

CALIARI, M. L. **Física de partículas:** uma abordagem lúdica com uso de jogo de tabuleiro. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, 2018. Disponível em: <https://abrir.site/CDYrN>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CÂMARA, Bárbara Bezerra Arruda. **Motivação e games** o uso do jogo *Angry Birds* com estudantes para o ensino de física. 96 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13971>. Acesso em: 08 jul. 2024.

CARVALHO, Arnaldo V. Jogos de tabuleiro e seu universo, 2022. In: LIMA, L. et al. **Jogos de tabuleiro na educação.** São Paulo, SP: Devir, 2022.

CASASSANTA, P. C. **TracIm, concepção de um jogo digital educativo para o estudo de formação de imagem real em lente convergente.** 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://abrir.site/IxEmn>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CASTRO, Bruna Jamila de; COSTA, Priscila Caroza Frasson. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273322687002.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2024.

CELESTINO, L. C. de F. **O jogo de tabuleiro como recurso didático no ensino da teoria da relatividade no ensino médio.** 2020. 98 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/moSaw>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CHOU, Y. **Actionable Gamification: beyond points, badges, and leaderboards.** [S. l.]: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.

CORREIA, Ana Castro et al. **Jogos Digitais:** possibilidades e limitações – o caso do jogo Spore. In: VI Conferência Internacional de TIC na Educação. 2009. p. 727-740. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/55610844.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

COSTA, E. M. da. **Jogo de astronomia utilizando a realidade aumentada.** 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2017. Disponível em: <https://abrir.site/yqIAV>. Acesso em: 10 jul. 2024.

COSTA, M. R. **Avaliação e Ensino de Ondulatória, Acústica e Movimento Harmônico Simples usando contexto musical e jogo de tabuleiro.** 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Disponível em: <https://abrir.site/CtttR>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradutor: Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. **Plano. Pesquisa de métodos mistos.** 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

CSIKSZENTMIHALYI, M. . **A descoberta do fluxo:** a psicologia do envolvimento com a vida cotidiana. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow:** a psicologia do alto desempenho e da felicidade. [S. l.]: Objetiva, 2020.

CURVO, Evaleis Fátima; MELLO, Geison Jader; LEÃO, Marcelo Franco. A gamificação como prática de ensino inovadora: um olhar para as teorias epistemológicas. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 6, p. 4972-4994, 2023. Disponível em: <https://abrir.site/xTNas>. Acesso em: 08 jul. 2024.

DEL MEDICO, Bruno. **Emaranhamento quântico explicado a todos:** o gato de Schrödinger, colapsos, superposições, não-localidade e todas as outras atrações do grande circo da física moderna. Bruno Del Medico Editore, 2024.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From Game Design Elements to Gamefulness: defining "Gamification". In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 2011, (pp. 9-15). Disponível em: <https://abrir.site/VFIem>. Acesso em: 10 jul. 2024.

DIAS, C. M.; FARBIARZ, J. L. Jogos como gêneros multimodais: análise e elaboração crítica para multiletramentos. **Educação**, [S. l.], v. 44, p. e14/ 1-28, 2019. DOI: 10.5902/1984644430055. Disponível em: <https://abrir.site/uCYtN>. Acesso em: 8 jul. 2024.

ESMERALDO, Nadia Ferreira de Andrade; LIMA, Francisca Mara Jane Silva; CAVALCANTE NETO, Pedro Eduardo Cavalcante. Jogos para o ensino de Física, **Ensino em Perspectivas**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1–18, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/CNRCY>. Acesso em: 02 jul. 2024.

EUGENIO, Tiago. **Aula em jogo: descomplicando a gamificação para educadores**. São Paulo: Évora, 2024.

FAVARETTO, D. V. **Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro para o ensino de Física**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8844>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FERNANDES JUNIOR, N. da S. F. **Uso do jogo de tabuleiro Fisgran para complementação do estudo das grandezas físicas**. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/WsxQF>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FRANCO, D. dos S. **A influência da linguagem na aprendizagem de conceitos físicos: a contribuição do jogo de tabuleiro “PHYSICOOL”**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2018. Disponível em: <https://abrir.site/ybsXz>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FULLERTON, T. **Game Design Workshop: a playcentric approach to creating innovative games**. 5th ed. [S. l.]: Morgan Kaufmann, 2024.

GEE, James Paul. **Good video games and good learning: collected essays on video games, learning and literacy**. 2nd ed. [S. l.]: Peter Lang Publishing, 2013.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

GENIALLY: a ferramenta para criar conteúdo interativo, 2024. Disponível em: <https://www.genial.ly/pt-br/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

GRANDO, Regina Célia. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 239 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2000. Disponível em: <https://abrir.site/cmGMb>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GUIZZO, M. A. **Star's Rescuers: um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da evolução estelar**. 2021. 135 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28526>. Acesso em: 10 jul. 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. 8. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Editora Perspectiva, 2014.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction**: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KAPP. K. M., Blair, L. and Mesch, R. **The Gamification of learning and instruction Fieldbook**: ideas into practice. San Francisco: Pfeiffer, 2014.

KISHIMOTO, T.M. **O Brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

KISHIMOTO, T.M. **O Jogo e a Educação Infantil**. São Paulo: Pioneira, 1998.

KOSTER, R. **A theory of fun for game design**. Scottsdale, AZ: Paraglyph Press, 2014.

LIMA, C. G. M. de. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2015. Disponível em: <https://abrir.site/wgbja>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LIMA, E. da C.. “**Na trilha da Física**”: construção e aplicação de um jogo de tabuleiro para o estudo das colisões. 2021. 151 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/SmXYa>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LIMA, E. K. C. de. **Jogo de tabuleiro no estudo de exoplanetas**. 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, PA, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/NIKfd>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LOPES, O. R. **Jogo “ciclo das rochas”**: um recurso lúdico para o ensino de geociências. 2007. Mestrado (Ensino e História em Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2007.412754>. Acesso em: 03 jul. 2024.

MACHADO, Natália Alves. **Do concreto ao abstrato: construindo conceitos basilares em Física.** 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017. Disponível em: <https://abrir.site/DJgOv>. Acesso em: 02 jul. 2024.

MAFRA, D. T. P. **Jogo de tabuleiro viabilizando a alfabetização científica e tecnológica em aulas de Física.** 2018. 259 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, 2018. Disponível em: <https://abrir.site/OhGzO>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MAGALHAES, J. da S. **Jogo de tabuleiro eletrônico: uma metodologia ativa aplicada no ensino de eletrostática.** 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2018. Disponível em: <https://abrir.site/dFryf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MAHONEY, A. A. *et al.* **Henry Wallon:** psicologia e educação. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

MARINOS, N. A. **A teoria da relatividade restrita de Einstein no primeiro ano do ensino médio: utilizando o lúdico no processo de ensino aprendizagem.** 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade do Oeste do Pará, Santarém, PA, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/iOGSC>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MARQUES, F. A. A. **Uma sequência didática com um jogo digital para o apoio ao ensino de Astronomia no Ensino Médio.** 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, CE, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/OtMtf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MARTINS, Ernane; GOUVEIA, Luís. **Uso da ferramenta Kahoot: transformando a aula do Ensino Médio em um game de conhecimento.** In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 25. , 2019, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 207-216. DOI: 10.5753/cbie.wie.2019.207. Disponível em: <https://abrir.site/dWXJs>. Acesso em: 17 jul. 2024.

MATOS, D. H. L. **A terra não é plana.** 2021. 128 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/WcdxL>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MATOS, M. M. **Ensino de astronomia com aprendizagem baseada em game: o caso Bendegó.** 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Tocantins, Araguaína, TO, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/cTJVp>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MCGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo.** [S. l.]: Editora Best Seller, 2017. E-book. ISBN: 978-85-465-0038-3. Disponível em: <https://abrir.site/MttQD>. Acesso em: 02 jul. 2014.

MIRANDA, F. G. **Abordagem histórico-conceitual de energia a partir dos três momentos pedagógicos e um jogo de tabuleiro.** 2023. 108 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, SC, 2023. Disponível em: <https://abrir.site/oyNmB>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** Campinas: Papirus, 2000.

MORAN, José Manuel. **Educação Híbrida:** um conceito-chave para a educação, hoje. São Paulo: Loyola, 2015.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa:** a Teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOURA, F. E. **Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro sobre a temática do consumo de energia elétrica residencial no contexto da sala de aula de Física.** 2020. 92 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/fbEKI>. Acesso em: 10 jul. 2024.

NASCIMENTO, Bruno Santos; STIER, Paulo Henrique; BATISTA, Hugo Henrique Amorim. Uso de jogos no ensino de física como facilitador da aprendizagem. **Caderno Intersaberes**, v. 11, n. 36, p. 201-214, 2022. Disponível em: <https://abrir.site/sAunp>. Acesso em: 03 jul. 2024.

NEVES, F. G. M. das. **Na trilha das partículas:** o ensino de Física de partículas a partir de um jogo de tabuleiro. 2021. 132 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Regional Cariri, Juazeiro do Norte, CE, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/PlZBZ>. Acesso em: 10 jul. 2024.

NEVES, Jordânia Chirly Alves. **O uso de jogos no Ensino de Física: uma metodologia para o ensino de gravitação.** 2021. 154 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física - PPGPEF) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/bzMCR>. Acesso em: 02 jul. 2024.

NUNES, A.I.B.L.; SILVEIRA, R.N. **Psicologia da aprendizagem:** processos, teorias e contextos. Brasília: Líber Livros, 2008. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/431616>. Acesso em: 02 jul. 2024.

NUNES, N. da S. **Um jogo de tabuleiro:** uma proposta de uma aula diversificada para o ensino de Física. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/VIyng>. Acesso em: 01 jul. 2024.

OLIVEIRA, F. das C. **Uma proposta de jogo digital para ensinar queda livre.** 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/ZAJUZ>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVEIRA, J. R. S. **Ensino de magnetismo através da aprendizagem baseada em equipes utilizando abordagens experimentais e lúdicas.** 2020. 107 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, 2020. Disponível em: <https://argo.furg.br/?BDTD12765>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVIER, Carlos Eduardo; ZAMPIN, Ivan Carlos. Importância das aplicações das metodologias ativas em sala de aula. **Revista Educação em Foco**, v. 16, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://abrir.site/rFZPv>. Acesso em: 02 jul. 2024.

PACHECO JUNIOR, S. de A. P. Física facílima total: uma proposta de jogo digital para ensinar lançamentos horizontal e oblíquo. 2021b. 84 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2021b. Disponível em: <https://abrir.site/BYuvq>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PAIXÃO, J. D. **Onda de mistério:** um jogo de tabuleiro como recurso educacional para o ensino de Física. 2021. 95 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, CE, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/MInuu>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais** [...]. Disponível em: <https://abrir.site/oUGGv>. Acesso em: 04 jul. 2024. p. 12-23.

PIAGET, J. **A evolução intelectual da adolescência à vida adulta.** Trad. Fernando Becker e Tania B.I. Marques. Porto Alegre: Faculdade de Educação, 1993. Traduzido de: Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood. Human Development, v. 15, p. 1-12, 1972.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança:** imagens, jogo e sonho, imagem e representação. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar. 1975.

PIAGET, J. **Para onde vai a Educação?** 3. ed. Tradução: Ivette Braga. Rio de Janeiro: José Olympio. 1975b. 80p

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia.** 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

PIMENTA, E. M. D. **Um jogo de tabuleiro para ensinar e aprender Física “Na trilha do V ou F”.** 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudoeste do Pará, Marabá, PA, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/EKKNX>. Acesso em: 10 jul. 2024.

QUARESMA, B. M. **DYNAMIS:** jogo de tabuleiro para introdução de termodinâmica no Ensino Médio. 2020. 130 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudoeste do Pará, Marabá, PA, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/NYBKK>. Acesso em: 10 jul. 2024.

QUARTO, R. C. de C. **Universo da física - eletromagnetismo:** uma proposta lúdica para um aprendizado significativo em Física no Ensino Médio. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2016. Disponível em: <https://abrir.site/QjtCJ>. Acesso em: 10 jul. 2024.

QUEIROZ, Clésia Carneiro da Silva Freire. **Gamificação no ensino de Física e Química:** estratégias eficazes para o aprimoramento do aprendizado em ambientes carcerários. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. I.], v. 9, n. 10, p. 546–559, 2023. DOI: [10.51891/rease.v9i10.11643](https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.11643). Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11643>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ROCHA, F. K. C. **Jogos digitais no ensino de Língua Inglesa:** uma análise do jogo Backpacker. *Revista Tecnologias na Educação*, ano 9, n./v. 23 - Dezembro, 2017. Disponível em: <https://abrir.site/WlfEN>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ROSENAU, L. dos S.; STRAPASSON, L. de F. F.; CANZIANI, T. de M.. **Metodologias ativas:** ensino crítico inovador ou mais do mesmo com palavras novas? In: DA SILVA, Diego; BARNI, Edi Marise; DE CAMARGO, Rosi Munaretti. *Práticas educativas no cenário da Educação, Psicologia e Saúde* [livro eletrônico]. Ponta Grossa: ZH4, 2023. pg. 10-34. Disponível em: <https://abrir.site/IBEcT>. Acesso em: 02 jul. 2024.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo:** fundamentos do *design* de jogos, vol. 1. São Paulo: Editora Blucher, 2012. *E-book*. ISBN 9788521206538. Disponível em: <https://app.minhabioteca.com.br/#/books/9788521206538/>. Acesso em: 08 jul. 2024.

SANTAELLA, Lúcia. **Gamificação em debate**. São Paulo: Editora Blucher, 2017. E-book. ISBN 9788521213161. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213161/>. Acesso em: 04 jul. 2024.

SANTANA, T. M. de A. **Do big bang aos dias de hoje**: inserção do ensino de Astronomia por meio de um jogo de tabuleiro. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/IZFih>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SANTOS, D. R. dos. **Planos além do espaço-tempo**: uma proposta de jogo digital para o ensino de evolução estelar e buracos negros. 2023. 122 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Cariacica, ES, 2023. Disponível em: <https://abrir.site/lsvLH>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SANTOS, P. da S. **Proposta de organização do ensino de energia mecânica mediada por um jogo de tabuleiro orientado**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/HyKaF>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J.W. **Física Para Cientistas e Engenheiros**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda, 2012. v. 1.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design**: a book of lenses. 3rd ed. CRC Press, 2020.

SHAFFER, David Williamson; GEE, James Paul. **How computer games help children learn**. New York: Palgrave Macmillan, 2006.

SILVA, A. E. S. da. **Guia didático e o jogo do universo**: o ensino de Astronomia em ciências no 9º ano. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, PA, 2021. Disponível em: <https://abrir.site/Gfquq>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, E. D. da. **Física nuclear, uma abordagem introdutória para o 9º ano do Ensino Fundamental**. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/49a1pfK>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, Fábio de M.; COSTA, Fábio Paraguaçu Duarte; SANTOS, Christiano Lima. **Concepção e realização de um jogo educativo no contexto da aprendizagem colaborativa**. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT, 7., Belo Horizonte, MG, Nov., 2008, Belo Horizonte, MG. Disponível em: <https://abrir.site/pZyby>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SILVA, J. P. M. E. **Trabalho de projetos com o jogo digital no ensino de ondulatória: uma perspectiva dos estudantes como coautores.** 2018. 202 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2018b. Disponível em: <https://bit.ly/3V3n57t>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, p. e20180309, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 jul. 2024.

SILVA, L. G. Jogos e situações-problema na construção das noções de lateralidade, referências e localização espacial. 2005. In: CASTELLAR, S. **Educação geográfica: teorias e práticas docentes**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 137-156.

SILVA, P. R. de S. **Jogo digital de plataforma 2D como organizador prévio no ensino de física**. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/exGuO>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, V. C. da. **Conhecendo as partículas subatômicas através de um jogo educacional: viajando ao invisível**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019. Disponível em: <https://abrir.site/PKmGm>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SOUSA, H. S. de. **O jogo mestre da matéria e energia como instrumento de ensino e aprendizagem em Física**. 2022. 182 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2022. Disponível em: <https://abrir.site/BRLcM>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SOUZA, M. V. de. **Correndo a Física: utilizando jogos de tabuleiro para trabalhar os conceitos de Dinâmica e Cinemática**. 2022. 101 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, PE, 2022. Disponível em: <https://abrir.site/QtKci>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SOUZA, P. J. M. de. **Jogo de tabuleiro para o ensino de circuitos elétricos**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2020. Disponível em: <https://abrir.site/CsPbI>. Acesso em: 10 jul. 2024.

TAILLE, Y. J. J. M. R. de la. O erro na perspectiva piagetiana, 1997. In: AQUINO, J. G. Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997.

UYEDA, Fabiana Aparecida Santos. **Construção e aplicação de uma coleção de jogos didáticos para ensino de física no ensino médio.** 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2018. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/1233>. Acesso em: 04 jul. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 7. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007. 182 p.

VYGOTSKY, Lev. **Pensamento e Linguagem.** [S. l.]: Editora Ridendo Castigat Mores, 2002. Disponível em: <https://abrir.site/SiLRJ>. Acesso em: 17 jul. 2024.

WALLON, Henri. **A Evolução Psicológica da Criança.** São Paulo: Martins Fontes, 1968.

WERBACH, K., & HUNTER, D. **For the Win:** how game thinking can revolutionize your business. [S. l.]: Wharton Digital Press, 2012.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I, Sears e Zemansky:** mecânica. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

ZANON, D. ; GUERREIRO, M.; OLIVEIRA, R. **Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos:** projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição.** v. 13, n. 1, 2008, p. 72-81. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v13n1/v13n1a08.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2024.

APÊNDICE A - PRÉ-TESTE



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRANDO REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

PRÉ-TESTE – Conhecimento sobre os conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força.

1. Em uma colisão, por que a quantidade de movimento total antes da colisão é igual à quantidade de movimento total depois?
 - A) Porque a massa total não muda
 - B) Porque a velocidade total não muda
 - C) Porque a força resultante externa é nula
 - D) Porque a energia cinética total é constante
 - E) Porque a quantidade de movimento não é conservada em colisões

2. Em uma colisão perfeitamente inelástica, o que acontece com a quantidade de movimento total do sistema?
 - A) A quantidade de movimento total aumenta
 - B) A quantidade de movimento total diminui
 - C) A quantidade de movimento total permanece constante
 - D) A quantidade de movimento total é sempre zero
 - E) A quantidade de movimento total depende da massa dos objetos envolvidos

3. Qual é a diferença entre uma colisão perfeitamente elástica e uma colisão inelástica em termos de quantidade de movimento?
 - A) Colisão perfeitamente elástica conserva mais quantidade de movimento
 - B) Colisão inelástica conserva mais quantidade de movimento
 - C) Ambas conservam a mesma quantidade de movimento
 - D) Colisão perfeitamente elástica não conserva quantidade de movimento
 - E) Não há diferença na conservação da quantidade de movimento entre elas

4. O que é o impulso de uma força?
 - A) A força aplicada por unidade de tempo
 - B) A variação da quantidade de movimento de um objeto
 - C) A energia cinética de um objeto em movimento
 - D) A resistência de um objeto ao movimento
 - E) A aceleração de um objeto em movimento

5. Qual é o papel do tempo de contato na determinação do impulso aplicado a um objeto?
 - A) Impulso é independente do tempo de contato
 - B) Quanto maior o tempo de contato, maior o impulso
 - C) Quanto menor o tempo de contato, maior o impulso
 - D) Impulso é igual ao tempo de contato
 - E) Não há relação entre impulso e tempo de contato

6. Em uma colisão inelástica, o que ocorre com os objetos envolvidos após a colisão?
 - A) Eles se separam
 - B) Eles permanecem unidos
 - C) Eles aumentam sua velocidade

- D) Eles diminuem sua velocidade
- E) Eles sofrem rotação

7. Ao analisar a impulsão de um foguete durante o lançamento, por que é crucial considerar a variação da massa do combustível ao longo do tempo?

- A) A variação da massa do combustível não influencia a impulsão do foguete
- B) Quanto maior a variação da massa do combustível, menor a impulsão
- C) Quanto menor a variação da massa do combustível, maior a impulsão
- D) A variação da massa do combustível é proporcional à aceleração do foguete
- E) Não há relação entre a variação da massa do combustível e a impulsão

8. Como o princípio da conservação da quantidade de movimento se aplica a um sistema isolado de partículas?

- A) A quantidade de movimento total do sistema permanece constante
- B) A quantidade de movimento total do sistema aumenta com o tempo
- C) A quantidade de movimento total do sistema diminui com o tempo
- D) A quantidade de movimento total do sistema é sempre zero
- E) A quantidade de movimento total não é relevante para sistemas isolados

9. Durante uma competição de lançamento de dardo, um atleta aplica uma força para lançar o dardo o mais longe possível. Como essa ação afeta a mudança na quantidade de movimento do dardo?

- A) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à massa do dardo.
- B) A mudança na quantidade de movimento é diretamente proporcional à resistência do ar.
- C) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à distância percorrida pelo dardo.
- D) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à força aplicada pelo atleta.
- E) A mudança na quantidade de movimento é diretamente proporcional ao tempo de lançamento do dardo.

10. Como a quantidade de movimento é aplicada na análise de acidentes de trânsito em que veículos colidem frontalmente?

- A) A quantidade de movimento não é relevante em colisões frontais
- B) A quantidade de movimento é conservada apenas se os veículos têm a mesma velocidade
- C) A quantidade de movimento é conservada independentemente do tipo de colisão
- D) A quantidade de movimento é nula após uma colisão frontal
- E) A quantidade de movimento é conservada apenas se as massas dos veículos são iguais

APÊNDICE B - PÓS-TESTE



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRANDO REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

Prezado estudante:

Desde já, grato por sua colaboração com este estudo, cujo objetivo principal é compreender a contribuição da gamificação, principalmente no uso do jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões, para a aprendizagem dos conteúdos abordados em quantidade de movimento e impulso de uma força. Estes são dois dos temas abordados na Física do Ensino Médio. Suas informações são muito importantes para a realização deste trabalho.

PARTE I – Avaliação do jogo Dimensões e sua contribuição para a aprendizagem dos conteúdos abordados em quantidade de movimento e impulso de uma força.

01 - Você costuma jogar diariamente?

Muito frequente () Frequentemente () Ocasionalmente () Raramente () Nunca ()

02 - Qual jogo costuma jogar?

Tabuleiro () Aplicativos de celular () Vídeo Game () De cartas () Outro () Não jogo ()

03 - Como você avalia, em geral, jogos de tabuleiro?

Excelente () Muito bom () Bom () Razoável () Ruim ()

04 - Por favor, marque com um “X” sua opinião para cada afirmação abaixo.

Afirmation	Opinion				
	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
1. Eu me senti desafiado pelo jogo de tabuleiro Dimensões.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
2. O Dimensões me incentivou a participar ativamente da atividade.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
3. O Dimensões foi o contrário de uma atividade repetitiva e chata.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
4. Eu me senti engajado no jogo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
5. Eu interagi com outras pessoas durante o jogo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente

6. O Dimensões promove momentos de cooperação e/ou competição entre os colegas.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
7. O jogo me motivou a continuar jogando e a me esforçar para atingir os objetivos.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
8. Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
9. Eu me diverti com o jogo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
10. Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
11. Houve algo interessante durante o jogo que capturou minha atenção.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
12. Estava tão envolvido com o jogo que perdi a noção do tempo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
13. Aprendi mais sobre o conteúdo da disciplina pelo jogo.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
14. O jogo facilitou a retenção de informações ou conceitos.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
15. Prefiro fazer uma revisão do conteúdo utilizando o jogo Dimensões do que utilizando as aulas tradicionais de ensino.	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente

05 – Você gostou do jogo de tabuleiro Dimensões? Por quê?

- () Não.
() Sim.
-
-
-

06 – O Dimensões contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?

- () Não.
() Sim.
-

07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?

08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?

09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?

- () Não.
() Sim.

PARTE II – Conhecimento sobre os conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força.

1. Em uma colisão, por que a quantidade de movimento total antes da colisão é igual à quantidade de movimento total depois?

- A) Porque a massa total não muda
- B) Porque a velocidade total não muda
- C) Porque a força resultante externa é nula
- D) Porque a energia cinética total é constante
- E) Porque a quantidade de movimento não é conservada em colisões

2. Em uma colisão perfeitamente inelástica, o que acontece com a quantidade de movimento total do sistema?

- A) A quantidade de movimento total aumenta
- B) A quantidade de movimento total diminui
- C) A quantidade de movimento total permanece constante
- D) A quantidade de movimento total é sempre zero
- E) A quantidade de movimento total depende da massa dos objetos envolvidos

3. Qual é a diferença entre uma colisão perfeitamente elástica e uma colisão inelástica em termos de quantidade de movimento?

- A) Colisão perfeitamente elástica conserva mais quantidade de movimento
- B) Colisão inelástica conserva mais quantidade de movimento
- C) Ambas conservam a mesma quantidade de movimento
- D) Colisão perfeitamente elástica não conserva quantidade de movimento
- E) Não há diferença na conservação da quantidade de movimento entre elas

4. O que é o impulso de uma força?

- A) A força aplicada por unidade de tempo
- B) A variação da quantidade de movimento de um objeto
- C) A energia cinética de um objeto em movimento
- D) A resistência de um objeto ao movimento
- E) A aceleração de um objeto em movimento

5. Qual é o papel do tempo de contato na determinação do impulso aplicado a um objeto?

- A) Impulso é independente do tempo de contato
- B) Quanto maior o tempo de contato, maior o impulso
- C) Quanto menor o tempo de contato, maior o impulso
- D) Impulso é igual ao tempo de contato

E) Não há relação entre impulso e tempo de contato

6. Em uma colisão inelástica, o que ocorre com os objetos envolvidos após a colisão?

- A) Eles se separam
- B) Eles permanecem unidos
- C) Eles aumentam sua velocidade
- D) Eles diminuem sua velocidade
- E) Eles sofrem rotação

7. Ao analisar a impulsão de um foguete durante o lançamento, por que é crucial considerar a variação da massa do combustível ao longo do tempo?

- A) A variação da massa do combustível não influencia a impulsão do foguete
- B) Quanto maior a variação da massa do combustível, menor a impulsão
- C) Quanto menor a variação da massa do combustível, maior a impulsão
- D) A variação da massa do combustível é proporcional à aceleração do foguete
- E) Não há relação entre a variação da massa do combustível e a impulsão

8. Como o princípio da conservação da quantidade de movimento se aplica a um sistema isolado de partículas?

- A) A quantidade de movimento total do sistema permanece constante
- B) A quantidade de movimento total do sistema aumenta com o tempo
- C) A quantidade de movimento total do sistema diminui com o tempo
- D) A quantidade de movimento total do sistema é sempre zero
- E) A quantidade de movimento total não é relevante para sistemas isolados

9. Durante uma competição de lançamento de dardo, um atleta aplica uma força para lançar o dardo o mais longe possível. Como essa ação afeta a mudança na quantidade de movimento do dardo?

- A) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à massa do dardo.
- B) A mudança na quantidade de movimento é diretamente proporcional à resistência do ar.
- C) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à distância percorrida pelo dardo.
- D) A mudança na quantidade de movimento é inversamente proporcional à força aplicada pelo atleta.
- E) A mudança na quantidade de movimento é diretamente proporcional ao tempo de lançamento do dardo.

10. Como a quantidade de movimento é aplicada na análise de acidentes de trânsito em que veículos colidem frontalmente?

- A) A quantidade de movimento não é relevante em colisões frontais
- B) A quantidade de movimento é conservada apenas se os veículos têm a mesma velocidade
- C) A quantidade de movimento é conservada independentemente do tipo de colisão
- D) A quantidade de movimento é nula após uma colisão frontal
- E) A quantidade de movimento é conservada apenas se as massas dos veículos são iguais

APÊNDICE C - RESPOSTAS SELECIONADAS DO PÓS-TESTE

5. Você gostou do jogo de tabuleiro Dimensões? Por quê?	
2º A	2º B
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>E BEM COMPETITIVO E DIVERTIDO.</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Sim, por que é interessante e divertido.</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>achou a ideia muito interessante e me ajudou a melhorar meus conhecimentos.</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque me ajudou a aprender o conteúdo e foi muito divertido.</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>MUITO DINAMICO E FORA DO TRADICIONAL</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>porque ele foi bem divertido, e bem diferente das outras que já joguei</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>porque trouxe momentos divertidos e a aula da matéria</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>é bom ver os meninos brigando</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Ele diverso, é muito mais divertido e que me ajudou muito a entender.</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Por que faz desafiar várias pessoas e aprender mais.</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>POR conta de ser um jogo de estrutura diferente e ter muitas constantemente a trabalhar em grupo.</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque a sala foda se divertiu</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque é muito divertido e engaja com os outros alunos</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Sim porque é diferente que não temos todo dia</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>É legal, e diferente de todos os outros.</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque entrei com os colegas</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input checked="" type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque eu ganhei!!!</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>No jogo daí para aprender bastante.</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Por conta da emoção</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>porque é um jogo interativo, e que trabalha com o conhecimento dos alunos.</u></p>
<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Sim, porque é um jogo bem interativo</u></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê? <input type="checkbox"/> Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Porque esse meu lado competitivo podia por isso</u></p>

<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Bem parecia com uma intriga</i></p>	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>é muito divertido e diferentes das outras Convenções</i></p>
	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>foi que nos ensinou bastante coisa sobre física</i></p>
	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>gosta de jogos competitivos</i></p>
	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>porque a gente interage e aprende mais sobre a matéria</i></p>
	<p>05 – Você gostou do jogo de tabuleiro “Dimensões”? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Bom interativo e nós ajuda a entender melhor o conteúdo.</i></p>

<h2>6. O Dimensões contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</h2>	
2º A	2º B
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>PROBLEMA FAZ SOBRE ISSO E É MAIS FÁCIL DE UM JOGO DIVERTIDO DE APRENDEZER SOBRE O ASSUNTO</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>BEM ENTRETECIDA NA MÍDIA DA JOGADA</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>aprendeu com isso horrores de ler em prática o que fizemos além de nos ajudar a entender melhor o conteúdo</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Por que foram perguntas bem elaboradas.</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>MUITO FÁCIL DE ENTENDER</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Por que ensina mais ótimas de um jeito</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>me ajudou a entender melhor</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>porque é interativo e também competitivo, despejando o conhecimento e a diversidade de cada um.</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Amonto de perguntas e interações com o time</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. ☒ Sim.</p> <p><i>Sim para, eu acho que o conteúdo me ficou bem.</i></p>

<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Porque é uma forma de melhor aprender com o jogo</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Trepar, Tira, parapente, São desportos</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Ron que faleceu, mostrou os conceitos de uma forma diferente.</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Por que nos levaram com isso no jogo e ajudaram a aprender o conteúdo</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>porque durou bem elas algumas informações</i></p>	<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Traiu várias discussões que eu tinha</i></p>
<p>06 – O “Dimensões” contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de quantidade de movimento e impulso de uma força abordados no jogo? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim.</p> <p><i>Diversificando nos aprende</i></p>	

2º A	2º B
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>revisão da conteúdos utilizando o jogo</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>trabalho em equipe</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>aprender mais, nossas informações da cabeça melhorava</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>Competitividade</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>ele ajuda as pessoas a praticar e estudar os conteúdos, melhorando</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>é divertido, boas perguntas, não é difícil de entender os regras</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>Ensina o aluno, ajuda ele socializar com os colegas e verem de revisar</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>Aprendem e se divertem ao mesmo tempo</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>TRABALHO EM EQUIPE</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>ele ensina de uma forma divertida</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>Ela ajuda de memorizar no jogo utilizando suas cores e outras, semelhante muito ao conteúdo</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>Aprender mais e se divertir um pouco</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>A estrutura é bem diferente e a forma de se aprender jogando.</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>1- facilidade de aprendizado 2- Competição, socialização</i></p>
<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>divertido e incrível</i></p>	<p>07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo?</p> <p><i>A aprendizagem e o conhecimento adquirido.</i></p>

07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>E dinâmico e jogar interagir bastante</i>	07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>Iniciativa e alunos a estudar o conteúdo</i>
07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>Interativo</i>	07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>Aprende as coisas com mais facilidade</i>
07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>Interação com os passos, aprendizagem e matérias</i>	07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>Interagir com o conteúdo, aprender e assumir competências com os colegas.</i>
07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>O aprendizado de forma divertida e mesmo assim está aprendendo</i>	
07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>que ajuda na interação dos alunos e dura bem mais algumas interações.</i>	
07 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos positivos do jogo? <i>envolvente, Divertido</i>	

8. Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?

2º A	2º B
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>este ponto negativo é por que eu vendi</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>estimulador</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>tem equipes que joga mais de uma vez.</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>Rivalidade</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>é fácil para as pessoas roubarem</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>se não tiver ganhador</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>o tabuleiro faltaria ser um pouco maior.</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>Pode levar bastante tempo para terminar o jogo.</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>Opções</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>Vive os alunos se embate e isso pode até acionar brigas</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>E mude demais de vez em vez de regras</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>O gráfico não consegue chegar onde o observatório está</i>
08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>de tirar acabando</i>	08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo? <i>tempo, fomos praí tempo pra tanto dinheiro</i>

<p>08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?</p> <p><u>O tempo é muito pauso.</u></p>	<p>08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?</p> <p><u>acho que o jogo de sorte</u></p>
<p>08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?</p> <p><u>infuso e aberto a grandes</u></p>	<p>08 – Em sua opinião, qual ou quais os pontos negativos do jogo?</p> <p><u>Muitos alunos não podem perder.</u></p>

9. Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?	
2º A	2º B
<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>colocar mais tempo para jogar em parceria.</u></p>	<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>O gráfico</u></p>
<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>Anotar um nome e deixar, para de dizer mais.</u></p>	<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>mais tempo</u></p>
<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>mudar os corredores grupo para brincar, para uma melhor experiência.</u></p>	<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>tem que valer ponto pra quem ganha</u></p>
<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>eternizar mais o tempo do jogo</u></p>	<p>09 – Você tem alguma sugestão para a melhoria do jogo? Qual? Por quê?</p> <p>() Não. <input checked="" type="checkbox"/> Sim. <u>melhorar a logística do jogo</u></p>

APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

POLO 43

REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

PRODUTO EDUCACIONAL

DIMENSÕES: JOGO EDUCATIVO DIGITAL DE TABULEIRO

**FORTALEZA
2025**

REGINALDO LOURENÇO HERCULANO

DIMENSÕES: JOGO EDUCATIVO DIGITAL DE TABULEIRO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Contribuições do jogo Dimensões: Aprendizagem Baseada em Jogos no ensino de Física, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 43 – Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Métodos pedagógicos no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire

FORTALEZA
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu força e sabedoria para concluir esta jornada. À minha esposa, pelo apoio incondicional e por acreditar no meu potencial durante todo o percurso acadêmico. Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire, pela orientação cuidadosa e pelo incentivo constante, que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Aos professores e colegas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 43, pela troca de experiências e pelo aprendizado coletivo.

Também gostaria de expressar minha gratidão à Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Física por todo o suporte técnico e científico. Agradeço a todos os integrantes da Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Dona Maria Menezes de Serpa, em especial, aos estudantes e professores que participaram das aplicações práticas deste produto educacional, contribuindo significativamente para sua melhoria.

Por fim, registro que o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	200
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	201
2.1 Construtivismo e o Dimensões.....	201
2.2 Sociointeracionismo e o Dimensões.....	201
2.3 A teoria de Wallon e o Dimensões.....	202
2.4 A teoria do Flow e o Dimensões.....	202
2.5 A teoria da Aprendizagem Significativa e o Dimensões.....	203
2.6 A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ)	204
3 ROTEIRO DE ELABORAÇÃO DA EXPERIÊNCIA	204
3.1 Apresentação da plataforma Genially	204
3.2 Elementos da plataforma Genially.....	209
3.3 Construção do jogo Dimensões.....	263
4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	270
5 ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA.....	278
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	280
REFERÊNCIAS	282

1 APRESENTAÇÃO

O Dimensões é um jogo educativo digital de tabuleiro, desenvolvido como uma ferramenta educacional para o ensino de Física, com foco nos conceitos de impulso e quantidade de movimento. Este produto foi criado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Ceará (UFCE), Polo 43, por Reginaldo Lourenço Herculano, com o intuito de promover uma aprendizagem mais interativa e contextualizada para alunos do Ensino Médio.

Destinado principalmente a professores de Física e estudantes do Ensino Médio, o jogo tem como objetivo estimular o engajamento e o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem. Ao utilizar a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), o Dimensões proporciona uma experiência de aprendizado lúdica, desafiadora e cooperativa, incentivando os alunos a aplicar os conceitos físicos em situações práticas e do cotidiano.

O propósito central deste jogo é facilitar a compreensão de tópicos frequentemente considerados complexos pelos estudantes. Por meio de perguntas estruturadas em forma de desafios contextualizados, os alunos têm a oportunidade de explorar, de forma prática e colaborativa, os conceitos de impulso e quantidade de movimento, promovendo, assim, uma aprendizagem significativa.

As motivações para a criação do Dimensões decorreram da necessidade de tornar o ensino de Física mais atrativo e acessível, superando as limitações da abordagem tradicional. Espera-se que, com o uso deste recurso, os alunos desenvolvam não apenas uma melhor compreensão dos conteúdos, mas também habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico.

O Dimensões pode ser utilizado em diferentes contextos educativos, seja em sala de aula, como parte de uma estratégia didática, ou em atividades extracurriculares, podendo ser aplicado de forma individual ou em grupos. Ademais, o jogo apresenta potencial de adaptação para o ensino de outros conteúdos da Física, bem como para outras disciplinas, ampliando, dessa forma, sua abrangência e impacto educacional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Construtivismo e o Dimensões

A teoria construtivista de Jean Piaget destaca que o desenvolvimento cognitivo ocorre em estágios. Durante o estágio operatório formal - geralmente entre os 12 e 16 anos - os adolescentes começam a desenvolver a capacidade de raciocínio abstrato e hipotético-dedutivo (Piaget, 1975). Esse estágio é particularmente relevante para o ensino de Física, pois os alunos passam a ser capazes de formular hipóteses, testar ideias e resolver problemas complexos de maneira mais eficaz.

No jogo Dimensões, os estudantes são incentivados a aplicar tais capacidades por meio de desafios e problemas que exigem a formulação de hipóteses e a resolução prática de situações. O processo de assimilação e acomodação, descrito por Piaget, ocorre de maneira natural no decorrer do jogo, à medida que os alunos integram novos conhecimentos e ajustam suas estratégias ao longo das atividades. Essa abordagem está em consonância com o conceito piagetiano de que o conhecimento é construído ativamente, por meio da interação com o ambiente e da superação de desafios (Moreira, 1999).

2.2 Sociointeracionismo e o Dimensões

A teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky enfatiza a importância das interações sociais no processo de aprendizagem. Segundo Vygotsky (2002), o conhecimento é construído pela colaboração entre indivíduos, sendo mediado pela linguagem e pela cultura. A aprendizagem ocorre de forma mais eficaz dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), espaço entre aquilo que o aluno consegue realizar de maneira independente e aquilo que ele pode alcançar com o auxílio de um professor ou de colegas mais experientes (Vygotsky, 2002).

No jogo Dimensões, os alunos interagem constantemente com seus pares, discutindo estratégias e colaborando na resolução de problemas relacionados aos conceitos de impulso e quantidade de movimento. Essas interações favorecem o desenvolvimento cognitivo dentro da ZDP, pois os estudantes se apoiam mutuamente

para superar os desafios e progredir no jogo. Além disso, o professor atua como mediador, auxiliando os alunos na exploração de novas soluções e na construção do conhecimento.

2.3 A teoria de Wallon e o Dimensões

A teoria de Henri Wallon propõe uma visão integrada do desenvolvimento humano, considerando a interdependência entre os aspectos emocionais, cognitivos e sociais (Wallon, 1968). Para o autor, as emoções desempenham papel central no aprendizado, influenciando a maneira como os indivíduos se relacionam com o ambiente e com os outros. A educação, nesse contexto, deve promover a integração dessas dimensões, possibilitando o desenvolvimento das capacidades intelectuais e socioemocionais, entendidas por Wallon como partes indissociáveis de um mesmo processo (Wallon, 1968).

No jogo Dimensões, essa integração ocorre por meio de uma dinâmica lúdica e colaborativa, que envolve os alunos em desafios que exigem tanto raciocínio lógico quanto cooperação e comunicação eficaz. O ambiente do jogo mobiliza emoções por meio da competição saudável e da colaboração entre colegas, o que favorece um aprendizado mais envolvente e significativo. Além disso, o jogo contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como resiliência, paciência e capacidade de lidar com frustrações, elementos centrais na teoria de Wallon e fundamentais para o progresso cognitivo dos estudantes.

2.4 A teoria do *Flow* e o Dimensões

A Teoria do *Flow*, desenvolvida por Mihaly Csikszentmihalyi, descreve o estado mental em que o indivíduo se encontra completamente imerso em uma atividade desafiadora, mas realizável (Csikszentmihalyi, 1999). Esse estado de concentração profunda, denominado fluxo (ou *flow*), é caracterizado pelo equilíbrio entre as habilidades do sujeito e o grau de dificuldade da tarefa, o que gera uma sensação de prazer e motivação intrínseca (Csikszentmihalyi, 1999).

No jogo Dimensões, o conceito de *flow* é aplicado por meio da oferta de desafios progressivos e compatíveis com o nível de conhecimento dos alunos, mantendo-

os continuamente engajados na resolução de problemas. À medida que os jogadores avançam e enfrentam novos obstáculos, o *feedback* constante e a sensação de progresso proporcionam o equilíbrio necessário para que o estado de *flow* seja atingido, favorecendo um ambiente de aprendizagem altamente produtivo.

2.5 A teoria da Aprendizagem Significativa e o Dimensões

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, sustenta que a aprendizagem é mais eficaz quando novos conhecimentos são integrados às estruturas cognitivas já existentes do aluno (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978), a aprendizagem torna-se significativa quando o conteúdo apresentado faz sentido e pode ser relacionado ao conhecimento prévio do estudante, facilitando a retenção e a compreensão duradoura. (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

No jogo Dimensões, os conceitos de impulso e quantidade de movimento são abordados de forma contextualizada, conectando-se diretamente a situações do cotidiano dos alunos, como colisões e acidentes de trânsito. Dessa forma, o jogo facilita a compreensão dos conteúdos ao promover a assimilação de novos conhecimentos com base em experiências familiares, tornando o aprendizado mais relevante e aplicável à realidade prática.

Além da necessidade de que o novo conhecimento esteja relacionado ao saber prévio do aluno, Ausubel também destaca que a disposição para aprender é uma condição essencial para que a aprendizagem significativa ocorra (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978). Isso implica que, para além da contextualização do conteúdo, é fundamental que o aluno esteja motivado e receptivo à assimilação de novas informações. Ausubel afirma que, sem essa predisposição, mesmo os métodos de ensino mais eficazes podem falhar, pois a aprendizagem depende do engajamento ativo do estudante (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

No Dimensões, a dinâmica lúdica e interativa atua diretamente sobre a motivação dos alunos, criando um ambiente estimulante que favorece essa disposição para aprender. Ao apresentar desafios conectados à realidade dos discentes, o jogo promove uma postura ativa e investigativa, condição ideal para que a aprendizagem

significativa ocorra. O formato do jogo estimula os alunos a explorarem e compreenderem os conceitos físicos de forma integrada ao seu repertório cognitivo.

2.6 A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ)

A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), segundo autores como Gee (2007, 2013) e Kapp (2012), constitui uma metodologia que utiliza os jogos como ferramentas centrais no processo de ensino, de maneira lúdica, interativa e desafiadora. Essa abordagem coloca os alunos em posição ativa, incentivando-os a resolver problemas, tomar decisões e aplicar conceitos teóricos em contextos práticos e dinâmicos (Silva, 2005). A ABJ favorece o engajamento dos estudantes, uma vez que os desafios apresentados em um jogo despertam a curiosidade e promovem motivação intrínseca, tornando o aprendizado mais significativo (Olivier; Zampin, 2024).

No contexto do Dimensões, a ABJ é empregada como estratégia para facilitar a compreensão dos conceitos de impulso e quantidade de movimento. Ao transformar esses conteúdos em desafios que devem ser resolvidos dentro do ambiente do jogo, os alunos são estimulados a pensar criticamente, colaborar com os colegas e aplicar os conhecimentos em situações práticas (Bacich; Moran, 2018). Essa metodologia também contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe e comunicação, aspectos essenciais para a formação integral dos estudantes (Lopes, 2007; Uyeda, 2018).

3 ROTEIRO DE ELABORAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

3.1 Apresentação da plataforma Genially

Para a criação do jogo desenvolvido nesta pesquisa, utilizou-se a plataforma Genially (Figura 1). Criada na Espanha em 2015, a ferramenta conta com mais de 30 milhões de usuários, estando presente em mais de 190 países e ultrapassando 4 bilhões de visualizações (Genially, 2024).

Figura 1 - Página inicial do Genially



Fonte: Elaborada pelo autor.

Trata-se de uma ferramenta que permite a criação de diversos tipos de conteúdos interativos e dinâmicos, favorecendo a criatividade e possibilitando o desenvolvimento de materiais de forma simples, sem exigir conhecimentos avançados em *design* ou programação (ver Figura 2).

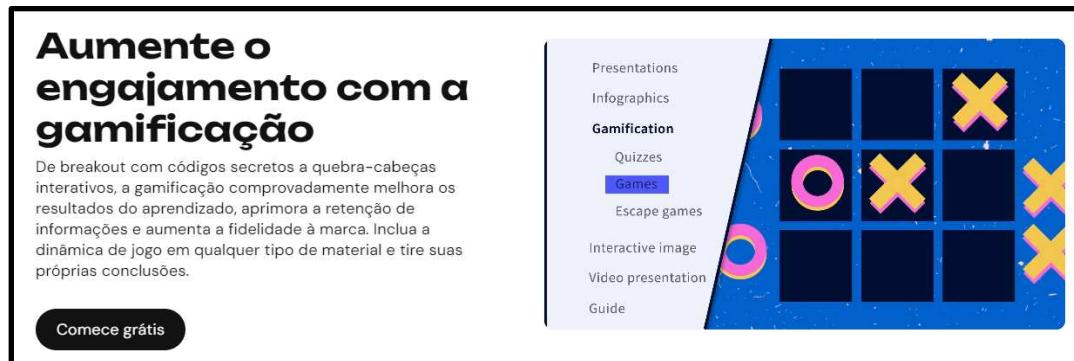
Figura 2 - Adicione interatividade!



Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo Genially (2024), a plataforma tem como proposta promover maior engajamento e criar experiências lúdicas que estimulem o interesse dos usuários (ver as Figuras 1 e 3).

Figura 3 - Aumente o engajamento!



Fonte: Elaborada pelo autor.

Aliando simplicidade de uso a uma ampla gama de funcionalidades, o Genially permite aos educadores criar apresentações, infográficos, jogos educacionais e outros recursos multimídia, com acesso a mais de 1.400 modelos prontos (ver Figura 4).

Figura 4 - Inove com uma ampla gama de possibilidades!

Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa versatilidade fez com que a plataforma fosse escolhida por este professor-pesquisador para o desenvolvimento do jogo educativo (ver Figura 5). O processo de criação mostrou-se envolvente e bastante acessível, oferecendo todos os recursos necessários para a elaboração do produto educacional.

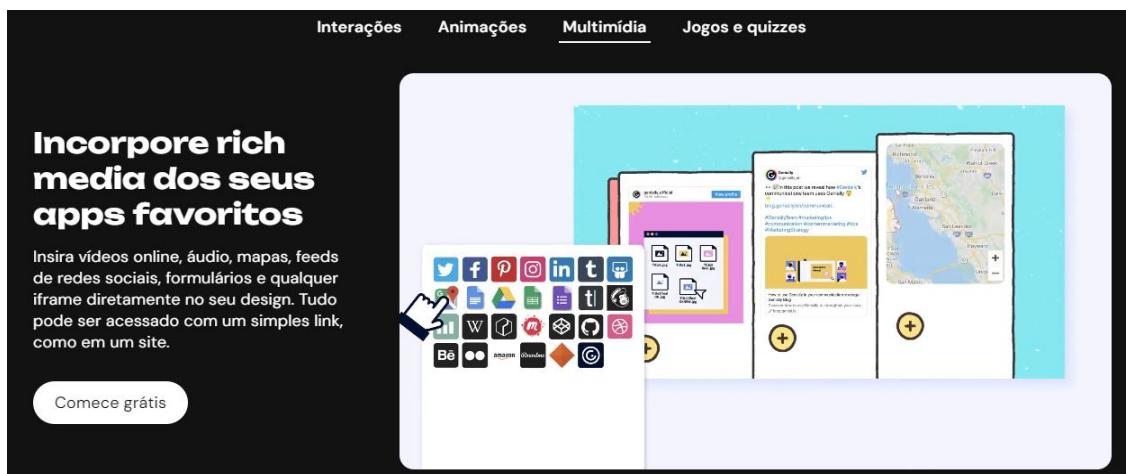
Figura 5 - Crie seus jogos!



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, o Genially destaca-se por sua capacidade de integração com outras ferramentas e plataformas, como Google Classroom, Microsoft Teams e redes sociais, o que facilita o compartilhamento e a colaboração. Essa flexibilidade torna-o ideal para ambientes de aprendizagem híbridos ou a distância, nos quais o acesso fácil ao conteúdo e a colaboração são essenciais (ver Figura 6).

Figura 6 - Adicione integração com outras plataformas!



Fonte: Elaborada pelo autor.

Entretanto, como toda ferramenta digital, o Genially também apresenta limitações. A principal delas refere-se ao desempenho da plataforma em ambientes com baixa velocidade de internet. Devido à elevada carga multimédia que pode ser inserida

nas apresentações, usuários com conexões lentas podem enfrentar lentidão no carregamento ou falhas na execução de elementos interativos. Ademais, embora a versão gratuita disponibilize uma gama considerável de recursos, funcionalidades mais avançadas — como a remoção de logotipos ou a análise detalhada do engajamento — estão disponíveis apenas na versão paga, o que pode limitar o uso completo da ferramenta por parte de alguns usuários. Neste trabalho, foi utilizada a versão gratuita, com uma conta específica para professores (Genially Education), utilizando-se a conexão móvel do pesquisador.

Outro aspecto a ser considerado é a curva de aprendizagem envolvida na criação de conteúdos mais complexos. Embora o Genially seja bastante intuitivo para projetos simples, a elaboração de jogos ou apresentações altamente interativos pode demandar tempo de exploração e familiarização com a plataforma, o que representa um desafio para usuários com agenda limitada. Este fator contribuiu para a escolha, por parte deste pesquisador, de jogos abstratos, que são consideravelmente mais fáceis de desenvolver, em vez de jogos do tipo RPG, os quais exigem um tempo de criação e um nível de dedicação significativamente maior. Tal decisão também se justifica pelo objetivo de possibilitar que os docentes possam adaptar o Dimensões com facilidade aos seus contextos, familiarizando-se com as ferramentas e mecânicas básicas para, posteriormente, aventurarem-se na criação de jogos mais elaborados, como os RPGs.

Julga-se, no entanto, que o Genially constitui uma ferramenta poderosa e versátil, mesmo em sua versão gratuita, oferecendo inúmeras possibilidades para a criação de conteúdos interativos e dinâmicos. Ao agregar acessibilidade e capacidade de integração com outras plataformas, apresenta-se como um excelente recurso para educadores interessados em utilizar a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ).

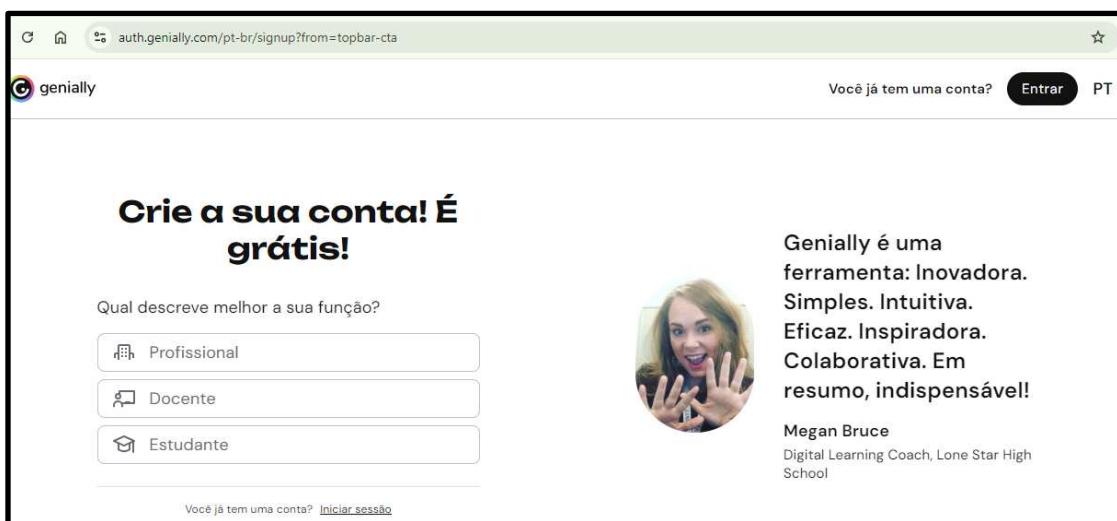
Por fim, vale ressaltar que o jogo Dimensões, bem como qualquer outro recurso interativo disponível na plataforma, pode ser facilmente acessado e duplicado, permitindo que os professores realizem as adaptações necessárias para diferentes contextos educacionais. É possível, por exemplo, duplicar o jogo; ajustar o número de grupos participantes; selecionar outras formas de recompensas e penalizações; modificar as perguntas (incluindo, além das de múltipla escolha, questões de associação de imagens, verdadeiro ou falso, ordenação de palavras e/ou frases), entre outras configurações, que dependem da criatividade do docente. Ademais, o professor pode transformar o jogo em

um RPG, criando uma narrativa própria para a atividade. Embora essa última sugestão exija um maior investimento de tempo e trabalho, ela tem o potencial de ampliar significativamente o engajamento e a motivação intrínseca dos estudantes (Carvalho, 2022).

3.2 Elementos da plataforma Genially

Para especificarmos o passo a passo da construção do jogo, acessamos primeiramente o site da plataforma Genially (<https://genially.com/pt-br>), como mostra a Figura 1. Ao clicar em “Cadastre-se”, no canto superior direito, é exibida a página representada na Figura 7, na qual escolhemos entre três perfis: profissional, docente ou estudante.

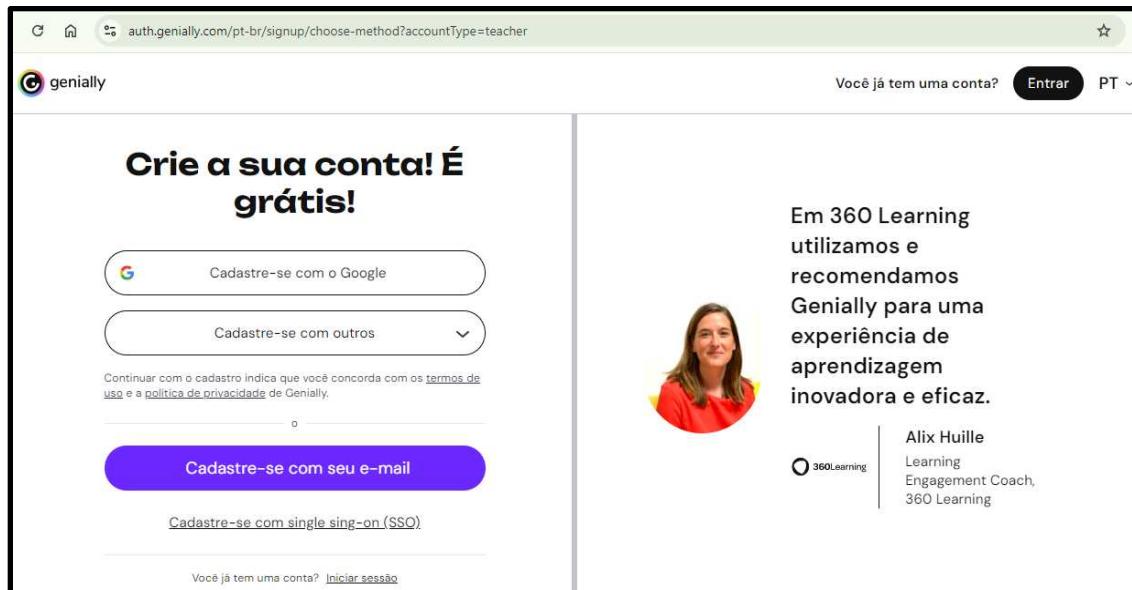
Figura 7 - Página inicial de cadastro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Optamos pelo perfil “docente”. Ao clicar nessa opção, somos direcionados para a página da Figura 8. Nela, visualizamos, do lado esquerdo, as opções de cadastro e, do lado direito, alguns relatos de experiências com a plataforma.

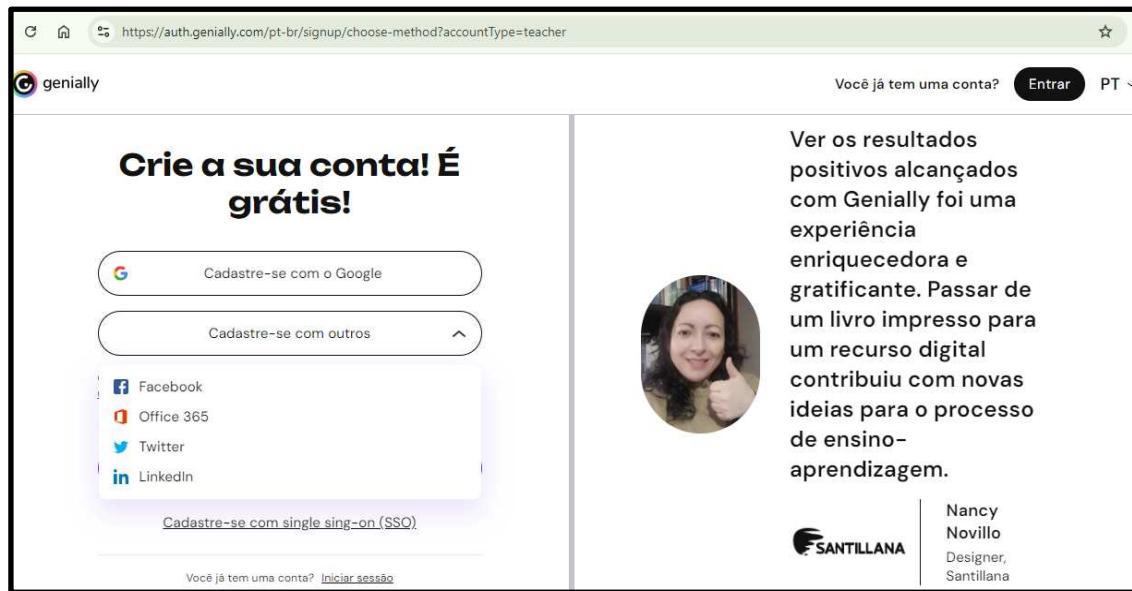
Figura 8 - Página de cadastro



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o cadastro, é possível utilizar uma conta do Google, Facebook, Office 365, Twitter, LinkedIn ou um e-mail de preferência, conforme apresentado na Figura 9. No nosso caso, optamos por utilizar uma conta do Google.

Figura 9 - Opções de entrada



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao conectarmo-nos com a conta escolhida, é exibida a página da Figura 10, na qual há três etapas a serem seguidas. No primeiro passo, encontramos quatro opções:

“Professor/a”, “Coordenador/Diretor”, “Instructional Designer” e “Outro”. Selecionamos o perfil “Professor/a”.

Figura 10 - Opções de cargo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após essa seleção, são apresentadas seis opções referentes ao segmento educacional em que atuamos: “Ensino fundamental / infantil”, “Ensino fundamental anos finais”, “Ensino médio”, “Formação técnico-profissional”, “Universidade / Pós-graduação” e “Outro”, como mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Opções de segmento da educação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, ao selecionarmos uma das opções da página da Figura 11, é exibida a página da Figura 12 e, ao clicarmos em “Continuar”, somos redirecionados para a página apresentada na Figura 13.

Figura 12 - Última tela de identificação

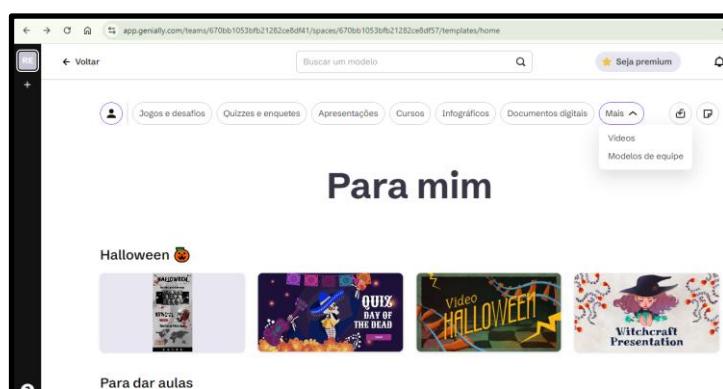


Fonte: Elaborada pelo autor.

Nessa página (Figura 13), é possível selecionar diferentes modelos pré-configurados, os quais podem ser utilizados como base para alterações de *layout (design)*, de acordo com as nossas necessidades. Esses modelos estão organizados nas seguintes categorias: jogos e desafios; *quizzes* e enquetes; apresentações; cursos; infográficos; documentos digitais; vídeos; e modelos de equipe.

Além dessas opções, ao clicarmos no ícone “Importar”, localizado ao lado do link “Mais”, no canto superior direito, podemos importar arquivos em formato PowerPoint (PPTX), PDF, Google Slides ou imagens do computador. Também é possível iniciar a criação por meio do botão “Criação em branco”, localizado ao lado do ícone “Importar”, o qual permite a elaboração de um modelo sem nenhuma configuração prévia.

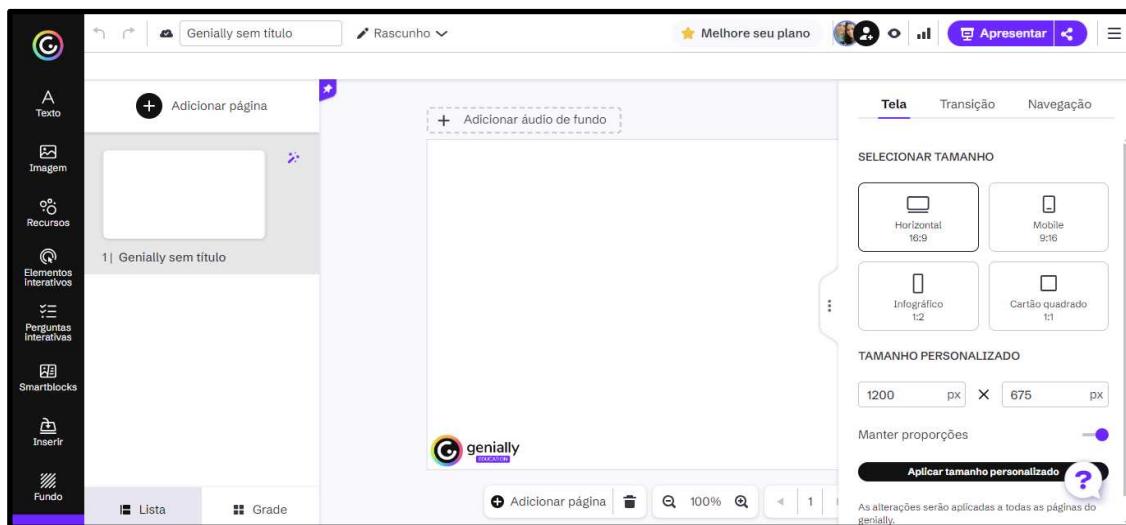
Figura 13 - Escolha de modelos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Optamos por iniciar a criação em uma página em branco, a fim de demonstrarmos a construção dos principais elementos do jogo Dimensões, que podem servir como base inicial e inspiração para que outros professores desenvolvam suas próprias propostas. Ao pressionarmos o botão “Criação em branco”, somos direcionados para a página ilustrada na Figura 14.

Figura 14 - Configuração do modelo em branco.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nessa página, encontramos, à direita, na aba “Tela”, as opções de tamanho para a criação. Em “Selecionar tamanho”, estão disponíveis os seguintes formatos: Horizontal (16:9), Mobile (9:16), Infográfico (1:2), Cartão quadrado (1:1) e, na seção “Tamanho personalizado”, é possível definir manualmente as dimensões. Optamos pelo formato Horizontal (16:9).

Na aba “Transição”, habilitada apenas quando há, no mínimo, duas páginas, é possível aplicar animações entre as páginas. Para adicionar uma nova página e ativar os efeitos, basta clicar no canto superior esquerdo no link “Adicionar página”. Como ilustrado na Figura 15, é possível escolher entre: “Modelo em branco”, para uma nova página sem conteúdo; “Modelos Genially”, que oferece modelos pré-configurados da plataforma; e “Minhas criações”, que permite reutilizar modelos previamente criados.

Figura 15 - Adicionar página



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao posicionar o cursor sobre a miniatura da página (localizada no canto superior esquerdo, na seção “Páginas”, logo abaixo do link “Adicionar página”), aparecem dois ícones: “Duplicar” e “Excluir”, conforme mostrado na Figura 16. O primeiro serve para clonar a página selecionada, enquanto o segundo a remove.

Figura 16 - Ícones que aparecem ao passar do mouse na miniatura de página.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após adicionarmos uma nova página, podemos clicar no ícone “Transição de página” (em formato de varinha mágica), localizado ao lado do ícone “Excluir”, na miniatura da página. Esse comando abre a aba “Transição”, situada à direita da tela.

Como mostrado na Figura 17, essa aba oferece as seguintes categorias de efeitos de transição: “Horizontal”, “Vertical” e “Centrar”, cada uma com estilos distintos. É possível visualizar uma simulação do efeito logo abaixo da indicação “Estilo de

transição”. No caso do jogo Dimensões, não utilizamos nenhum tipo de transição entre as páginas.

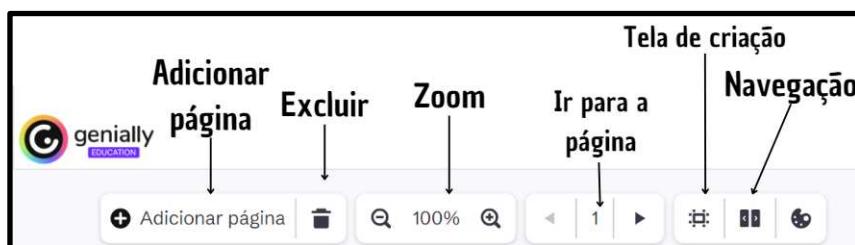
Figura 17 - Tipos de animações entre páginas



Fonte: Elaborada pelo autor.

A aba “Navegação” pode ser acessada de quatro maneiras: (1) clicando nos três pontos no canto superior direito da área de trabalho e selecionando a opção “Navegação”; (2) clicando no ícone de varinha mágica (“Transição de página”) e selecionando a aba “Navegação”; (3) clicando no ícone “Tela de criação”, localizado no centro inferior da página, e selecionando a aba “Navegação”; ou (4) clicando diretamente no ícone “Navegação”, ao lado do ícone “Tela de criação”. Essa região está ilustrada na Figura 18, onde também observamos recursos adicionais, como adicionar ou excluir páginas, aplicar zoom ou navegar entre elas. Vale ressaltar que o último ícone do canto direito da Figura 18, denominado “Cores do documento”, está disponível apenas para contas pagas.

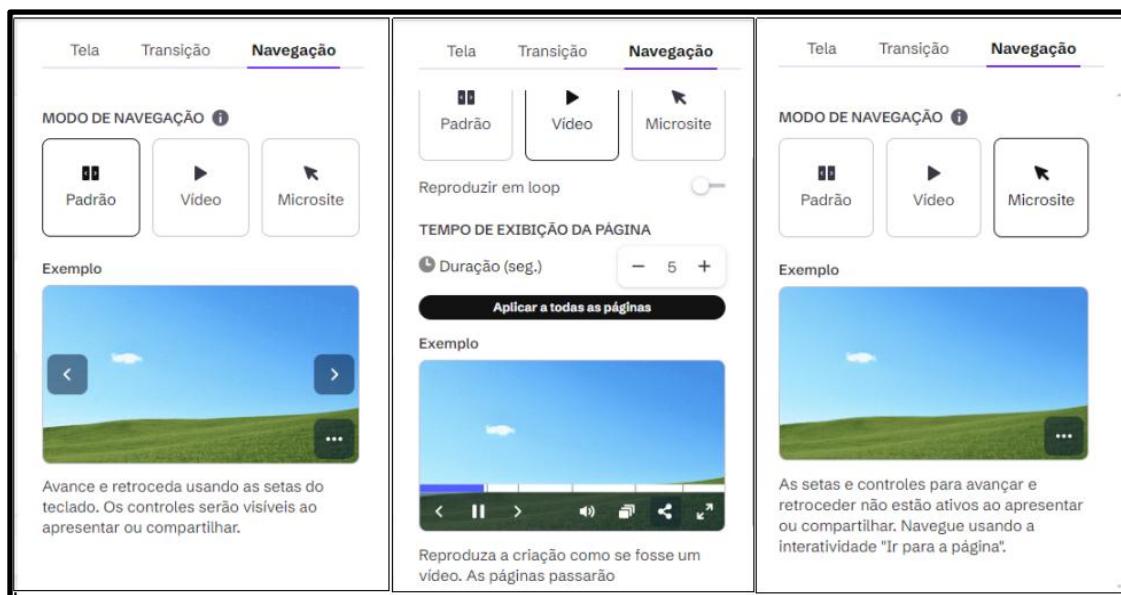
Figura 18 - Ícones do centro inferior da página.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 19, visualizamos as três opções disponíveis na aba “Navegação”. A primeira é o modo “Padrão”, no qual avançamos ou retrocedemos as páginas utilizando as setas do teclado ou os controles visuais, que ficam ativos durante a apresentação ou compartilhamento. A segunda opção, denominada “Vídeo”, permite exibir a criação em formato de vídeo, com possibilidade de reprodução em loop e ajuste do tempo de exibição de cada página, em segundos. Por fim, há o modo de navegação “Microsite”, no qual as setas de navegação não ficam ativas durante a apresentação, exigindo, nesse caso, o uso da interatividade “Ir para a página”, que será abordada posteriormente.

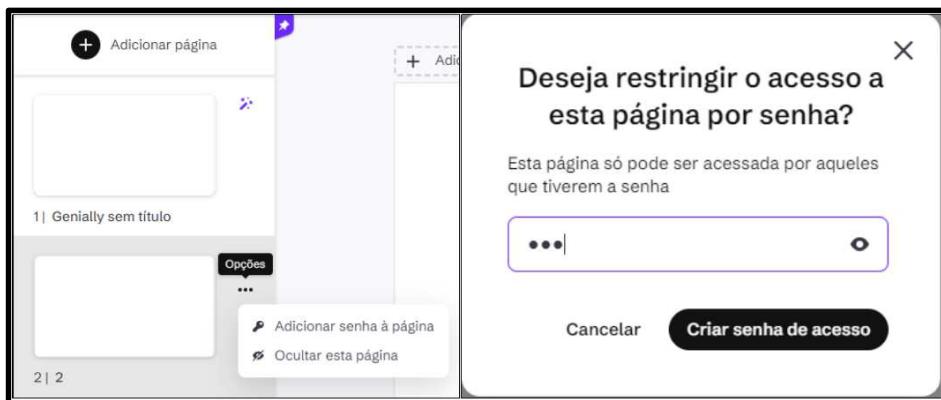
Figura 19 - Aba Navegação.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na parte esquerda da Figura 20, localizada na função “Páginas”, observamos um recurso interessante para a produção de jogos em fases ou escape rooms - atividades em que os participantes são colocados em um cenário temático e precisam resolver uma série de enigmas e desafios para conseguir sair do ambiente dentro de um tempo determinado. Logo abaixo do ícone da varinha mágica, a partir da segunda página, visualizam-se três pontinhos que, ao serem clicados, apresentam as opções “Adicionar senha à página” e “Ocultar esta página”. Destaca-se, entre essas funcionalidades, a possibilidade de utilizar a opção “Adicionar senha à página” em jogos com múltiplas fases, criando uma condição para prosseguir no jogo, mediante a resolução de um desafio específico, como ilustrado na parte direita da Figura 20.

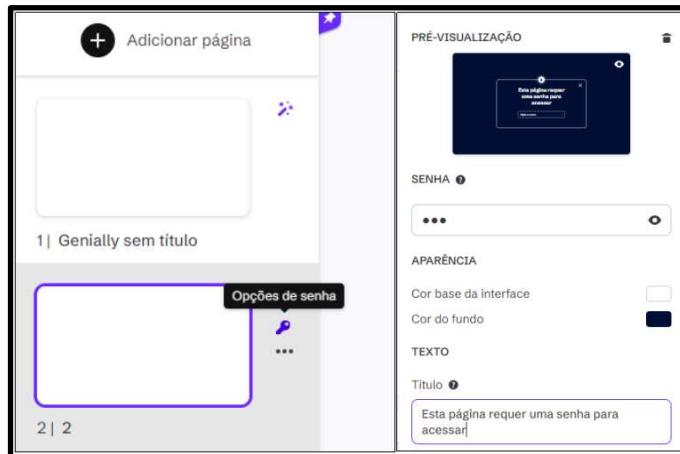
Figura 20 - Funções “Adicionar senha à página” e “Ocultar esta página”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao criar uma senha, surge na miniatura da página um ícone de chave (denominado “Opções de senha”) e, no lado direito da área de trabalho, é exibida uma aba para configurar a página de restrição, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 - Configuração da página de restrição.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A aba de configuração da página de restrição pode ser acessada a qualquer momento ao se clicar no ícone “Opções de senha”. Nela, é possível alterar a senha de acesso; modificar a aparência da página, ajustando a cor base da interface e o fundo da tela — clicando-se nos retângulos correspondentes —, além de editar o texto que será visualizado pelo estudante.

Caso se deseje deixar a área de trabalho mais limpa, é possível clicar no *link* “Desbloquear painel”, localizado no canto superior direito do painel de páginas (sendo

necessário, após isso, clicar em qualquer área fora do painel para que ele desapareça), ou no link “Ocultar”, localizado no centro esquerdo das abas “Tela”, “Transição” e “Navegação”, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Como deixar a área de trabalho mais enxuta.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na sequência, apresentam-se os elementos do lado superior da tela, conforme ilustrado na Figura 23. Nessa região, encontram-se, à esquerda, duas setas: ao clicar na seta voltada para a esquerda, a ação mais recente pode ser desfeita (também pelo atalho Ctrl + Z); já a seta voltada para a direita permite refazer a ação anterior (atalho Ctrl + Shift + Z).

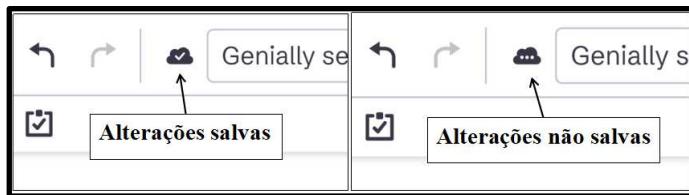
Figura 23 - Elementos do lado superior.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O ícone seguinte é uma pequena nuvem, intitulada “Alterações salvas”, que indica quando o trabalho foi salvo. Caso apareça um símbolo de verificação dentro da nuvem, significa que o conteúdo foi salvo com sucesso, como ilustrado na parte esquerda da Figura 24. Quando o trabalho não está salvo, ao passar o cursor sobre o ícone, seu nome é alterado para “Alterações não salvas”, e um símbolo de reticências surge dentro da nuvem (conforme a parte direita da Figura 24).

Figura 24 - Alterações salvas e alterações não salvas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao lado desse ícone, encontra-se uma caixa de texto com o nome provisório “Genially sem título”, destinada à inserção do título da criação (ver Figura 23). Após o campo do título, localiza-se o recurso denominado “Modo de compartilhamento”, que apresenta as seguintes opções: “Público” (disponível para qualquer usuário), “Privado” (acesso restrito mediante *link* privado — recurso exclusivo para contas pagas) e “Rascunho” (visível apenas ao criador da produção interativa), conforme apresentado na Figura 25.

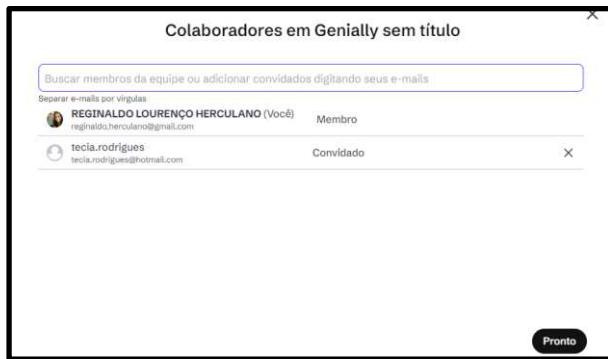
Figura 25 - Modos de compartilhamento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A plataforma também possibilita a criação colaborativa de conteúdos. Para isso, basta adicionar os participantes por meio do ícone “Colaboradores”, localizado ao lado do botão “Melhore seu plano” (ver Figura 23). Ao clicar nesse ícone, abre-se a janela representada na Figura 26, onde é possível inserir os e-mails dos colaboradores, separados por vírgula.

Figura 26 - Janela adicionar colaboradores.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, aparece o ícone “Pré-visualizar”, representado por um olho (Figura 23). Ao clicarmos nele, é exibida uma prévia de como o conteúdo será visualizado (ver Figura 27). Essa janela apresenta dois modos de exibição: “Desktop” (para visualização em computadores) e “Mobile” (para dispositivos móveis). Ao clicar em “Editar”, o usuário retorna à área de trabalho. A janela também contém ícones para acessar as “Preferências”, “Apresentar” e “Compartilhar”, que serão abordados a seguir.

Figura 27 - Pré-visualização.

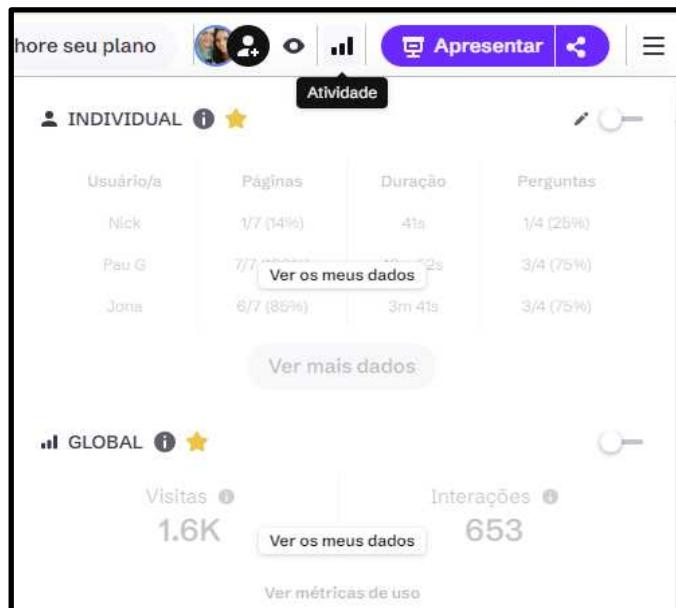


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao lado do ícone anterior, encontra-se o ícone “Atividade”, recurso disponível apenas para contas pagas, que permite monitorar o uso e a interação dos usuários com a produção criada (Figura 28). O acesso a dados como frequência de visualização, tempo de interação e número de acessos torna essa funcionalidade extremamente útil para quem pretende utilizar o recurso em intervenções pedagógicas. No entanto, como a função não está disponível na versão gratuita, o professor pode empregar estratégias alternativas para coletar dados. Por exemplo, é possível disponibilizar um *QR Code* ou um *link* para um formulário do Google, por meio do qual

o aluno pode responder ao desafio proposto. Com isso, torna-se viável reunir informações como número de acessos, respostas e tempo médio de resolução.

Figura 28 - Recurso “Atividade”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo após o ícone “Atividade”, localiza-se o botão “Apresentar” (ver Figura 23). Ao clicar nesse botão, uma janela é aberta, como ilustrado na Figura 29. Essa janela contém as abas “Publicar” — que prepara o conteúdo para ser acessado por outros dispositivos com conexão à internet — e “Atividade” (já descrita anteriormente). É importante destacar que, na aba “Publicar”, além de tornar o trabalho público, há a opção “Reutilizável”, a qual permite que o conteúdo seja utilizado como modelo por outros usuários, que poderão duplicá-lo e editá-lo. Contudo, as opções de tornar o conteúdo privado ou protegê-lo com senha estão disponíveis apenas para usuários com conta paga.

Ressalta-se que, ao clicar pela primeira vez no ícone “Apresentar” estando o projeto ainda no modo “Rascunho”, é obrigatório convertê-lo para os modos “Público” ou “Privado”. Caso o projeto já esteja em um desses modos, ao clicar no botão “Apresentar”, uma nova aba é aberta no navegador, exibindo a apresentação do conteúdo.

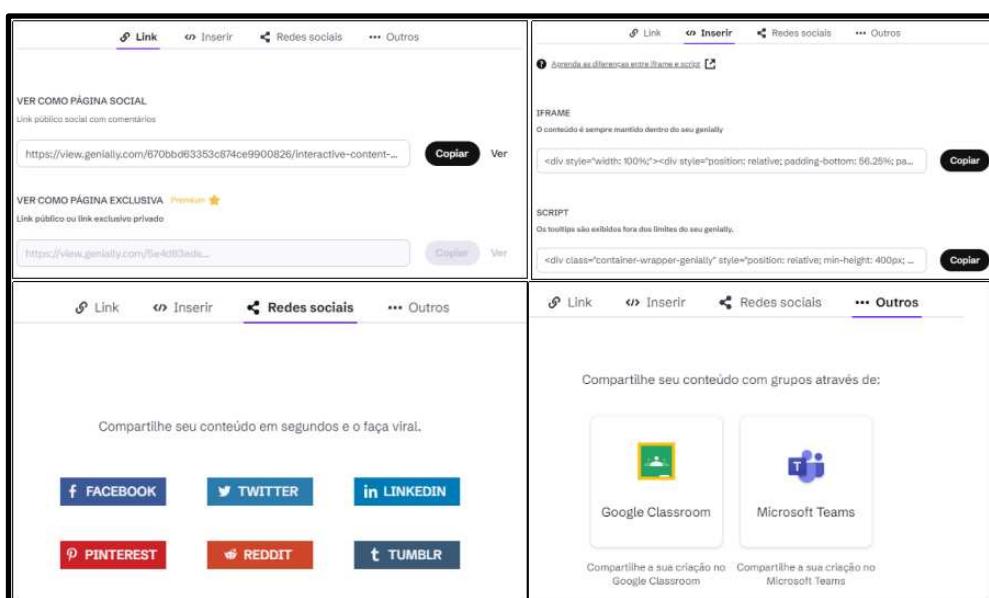
Figura 29 - Janela “Apresentar”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao lado do botão “Apresentar”, encontra-se o ícone “Compartilhar” (ver Figura 23). Ao clicarmos neste botão, se o projeto ainda estiver no modo “Rascunho”, será exibida, inicialmente, a mesma janela da Figura 29. Caso o projeto já tenha sido alterado para os modos “Público” ou “Privado”, é aberta diretamente a janela “Compartilhar”, que disponibiliza as opções “Link”, “Inserir”, “Redes sociais” e “Outros”, conforme representado na Figura 30.

Figura 30 - Janela “Compartilhar”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ressalta-se que um dos aspectos interessantes do compartilhamento na plataforma Genially é a possibilidade de gerar um *link* da criação, disponível na aba “*Link*”, situada no canto superior esquerdo da Figura 30. Esse *link* pode ser transformado em um código QR por meio de sites como o *QR Code Generator*, disponível em: <https://www.qr-code-generator.com/>. Dessa forma, o acesso pelos estudantes torna-se mais facilitado.

Outro recurso disponível é a possibilidade de inserir a produção em uma página da web ou blog, utilizando a aba “Inserir”, localizada na parte superior direita da Figura 40. Nessa aba, há as opções de incorporar o conteúdo por meio de código iframe ou script. A principal diferença entre eles é que o código iframe exibe as etiquetas e janelas interativas dentro dos limites do Genially, enquanto o código script permite a exibição fora desses limites. A própria plataforma recomenda o uso do iframe, por ser compatível com todos os navegadores.

Caso se deseje compartilhar o trabalho diretamente nas redes sociais, isso pode ser feito por meio da aba “Redes sociais”, situada na parte inferior esquerda da Figura 30. Entre as opções disponíveis estão Facebook, Twitter, LinkedIn, Pinterest, Reddit e Tumblr.

Ademais, se a instituição de ensino estiver utilizando o Google Classroom ou o Microsoft Teams, é possível realizar a postagem diretamente nessas plataformas por meio da aba “Outros”, localizada no canto inferior direito da Figura 30, partindo-se do pressuposto de que todos os estudantes já estejam devidamente cadastrados.

Avançando na análise da interface, destaca-se o último ícone dessa região, denominado “Opções do Genially”, visível na Figura 31. É importante salientar que as funções que possuem um ícone em formato de estrela ao lado são funções pagas. Dentre as opções disponíveis, encontra-se a função “Atividade”, já descrita anteriormente, e a função “Download”, que permite baixar a criação para um computador, por exemplo.

Figura 31 - Opções do Genially.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 31 fornece, inicialmente, o *link* de acesso às preferências da produção, ilustradas na Figura 32.

Figura 32 - Janela “Preferências”.

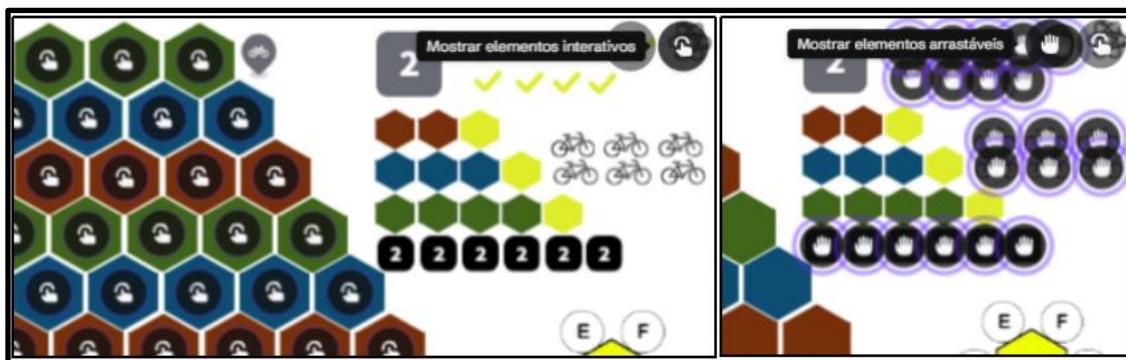


Fonte: Elaborada pelo autor.

Nessa janela, é exibida a aba “Visualização”, que disponibiliza ferramentas como: habilitação do compartilhamento da criação (“Compartilhar genially”) por qualquer pessoa; exibição em tela cheia (“Tela cheia”); visualização de elementos interativos (“Indicador de interatividade”), ativada ao clicar no ícone “Mostrar elementos interativos”, localizado no canto superior direito da criação; ajuste de zoom (“Ampliar”); apresentação de elementos arrastáveis (“Indicador de elementos arrastáveis”), ativada por meio do ícone “Mostrar elementos arrastáveis”, posicionado ao lado do ícone “Mostrar

elementos interativos” (ver Figura 33); e, por fim, a função “Pintar sobre o Genially”, que permite desenhar sobre a criação, com a escolha da espessura e da cor do traço. Observa-se ainda que a função “Mostrar logotipo”, que permite a exibição da marca de uma instituição em substituição ao logotipo Genially, é uma funcionalidade paga, indicada pela presença da estrela ao lado.

Figura 33 - “Mostrar elementos interativos” e “Mostrar elementos arrastáveis”.

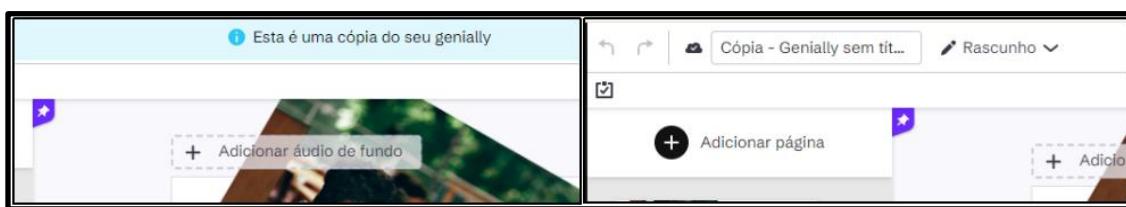


Fonte: Elaborada pelo autor.

Na mesma janela de “Preferências”, encontra-se a aba “Privacidade”, que possui o mesmo conteúdo da aba “Publicar”, apresentada na Figura 29, e a aba “Atividade”, já mencionada.

Retomando a sequência da Figura 31, há a opção de duplicar a criação por meio da função “Duplicar genially”. Ao clicar nela, uma nova aba é aberta no navegador, contendo uma cópia da criação original. Essa cópia é automaticamente renomeada, adicionando-se o prefixo “Cópia - ” ao nome do trabalho, conforme ilustrado na Figura 34.

Figura 34 - Cópia do genially.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo abaixo do link “Duplicar genially”, encontra-se o link “Voltar a rascunho”, que permite retornar a criação ao modo de rascunho. Ao selecioná-lo, uma janela de confirmação é exibida (ver Figura 35).

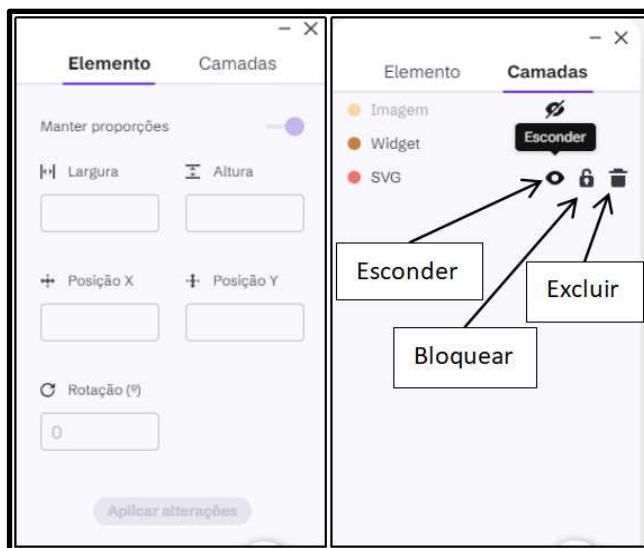
Figura 35 - Confirmação de retorno
ao modo rascunho.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outra função relevante, posicionada abaixo do link “Download” (Figura 31), é o “Modo Designer (Ctrl + M)”, cuja janela de visualização é mostrada na Figura 36. Nesse modo, a aba “Elemento” permite modificar as proporções do objeto selecionado (largura e altura), com a opção de manter as proporções originais (“Manter proporções”), bem como alterar a posição (coordenadas x e y) e a rotação do objeto. Já na aba “Camadas”, é possível ocultar, bloquear e excluir o objeto selecionado, o que facilita o trabalho com múltiplos elementos em uma única página.

Figura 36 - Modo Designer.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após o link “Modo Designer (Ctrl + M)”, encontra-se o link “Atalhos do teclado” (Figura 37), que apresenta diversas combinações de teclas destinadas a agilizar o processo de criação. Dentre os atalhos, destaca-se o recurso “Seleção múltipla” (Ctrl +

clique), que permite selecionar diversos elementos simultaneamente e, em seguida, “Agrupar / Desagrupar” (Ctrl + G), reunindo-os ou separando-os conforme necessário.

Figura 37 - Atalhos do teclado.

Atalhos do teclado			
Salvar	Ctrl + S	Seleção múltipla	Ctrl + Click
Cortar	Ctrl + X	Agrupar / Desagrupar	Ctrl + G
Copiar	Ctrl + C	Modo Arrastar	Ctrl + ⌘ + E
Colar	Ctrl + V	Bloquear elemento	Ctrl + L
Copiar formato do texto	Ctrl + ⌘ + C	Desbloquear elemento	Ctrl + ⌘ + L
Duplicar	Ctrl + D	Mover elemento 1px	⋮⋮
Desfazer	Ctrl + Z	Mover elemento 5px	⌘ + ⋮⋮
Refazer	Ctrl + ⌘ + Z	Excluir elemento	Supr / Retrocesso
Modo Designer	Ctrl + M	Rotação de 15º	⌘ + ↎
Selecionar tudo	Ctrl + A		

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na sequência, o *link* “Centro de ajuda” direciona o usuário a uma nova aba no navegador, onde são disponibilizadas orientações e respostas a dúvidas frequentes sobre a plataforma Genially (Figura 38).

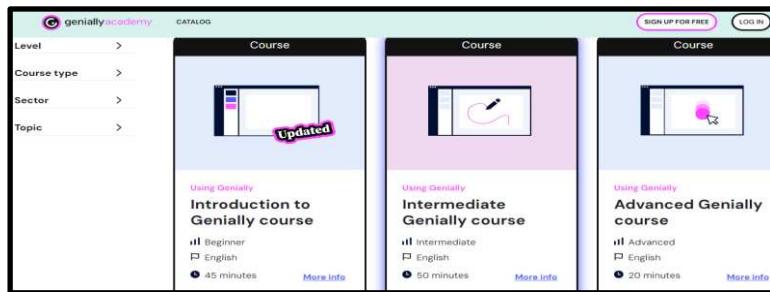
Figura 38 - Centro de ajuda.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para concluir essa seção, há o *link* “Academy”, que abre uma janela contendo cursos de formação oferecidos pela plataforma, em inglês, com níveis que vão do básico ao avançado (ver prévia na Figura 39).

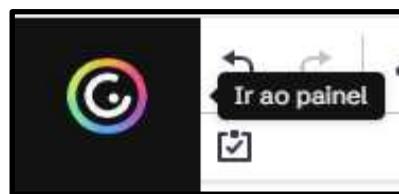
Figura 39 - “Academy”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir, será analisado o lado esquerdo da área de trabalho (ver Figura 14). O primeiro *link*, “Ir ao painel”, localizado no canto superior esquerdo, está ilustrado na Figura 40.

Figura 40 - Ir ao painel.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao clicar nesse *link*, o usuário tem acesso a um painel de gerenciamento, conforme mostra a Figura 41, com destaque em vermelho.

Figura 41 - Painel.

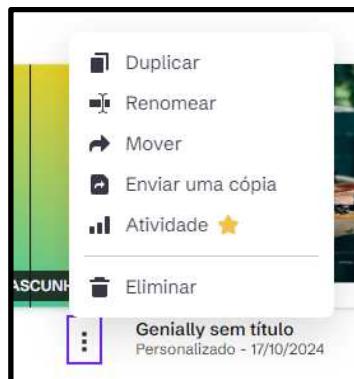


Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse painel, é possível: criar um novo projeto por meio dos *links* “Criar genially” (Figura 41-1); buscar modelos pré-configurados já apresentados na Figura 13 (*link* “Modelos” – Figura 41-2); acessar produções públicas de outros usuários no *link* “Inspiração” (Figura 41-3); realizar buscas em trabalhos próprios (Figura 41-4); e, finalmente, ao clicar na miniatura da própria criação, é possível acessar a função “Editar”, que redireciona à área de trabalho para alterações no conteúdo (Figura 41-5). Ressalta-se que, ao passar o cursor sobre a miniatura do trabalho, surgem no canto superior direito quatro ícones com funcionalidades já abordadas: “Apresentar”, “Download”, “Colaboradores” e “Compartilhar”.

Adicionalmente, a miniatura oferece mais opções por meio de um ícone de três pontos localizado no canto inferior direito, conforme Figura 42.

Figura 42 - Ícone de três pontos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As funções exibidas, de cima para baixo, são: “Duplicar” (replica o trabalho completo), “Renomear” (altera o título da criação), “Mover” (transfere o trabalho para outra pasta ou painel, funcionalidade disponível apenas em contas pagas), “Enviar uma cópia” (permite o envio por e-mail com possibilidade de edição por terceiros), “Atividade” (já mencionada, acompanha a interação dos usuários), e “Eliminar” (exclui o trabalho). É relevante destacar que os trabalhos excluídos são transferidos para a aba “Lixeira”, localizada no canto inferior esquerdo da Figura 41, e somente são removidos de forma definitiva após 30 dias.

Nesta seção, chama a atenção a possibilidade de duplicar uma criação própria ou alheia, o que permite o reaproveitamento de projetos bem-sucedidos como modelo para novas produções.

Analisemos o segundo *link* do lado esquerdo da área de trabalho (ver Figura 14), que corresponde à função “Texto”, mostrada na Figura 43. Essa função disponibiliza diversos modelos de caixas de texto que podem ser inseridas na criação.

Figura 43 - Função “Texto”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quando adicionamos um modelo de texto e clicamos sobre ele, surgem as seguintes funções: 1 - “Bloquear”; 2 - “Adicionar interatividade”; 3 - “Adicionar animação”; 4 - “Remover fundo com IA”; e 5 - “Rotacionar”, conforme ilustrado na Figura 44.

Figura 44 - Funções dos modelos de textos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A função 1, “Bloquear”, impede que o texto seja movido ou editado. Já a função 2, “Adicionar interatividade”, abre a janela “Interatividade”, localizada no canto

esquerdo da área de trabalho, com ferramentas importantes no processo criativo, as quais podem fazer a diferença quando se busca o engajamento dos usuários em nossas criações (ver Figura 45).

Figura 45 - Janela “Interatividade”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A janela “Interatividade” apresenta três categorias:

1. “Conteúdo”, com as subcategorias “Abrir janela”, “Ver tooltip” e “Reproduzir áudio”;
2. “Navegação”, com “Ir para a página” e “Abrir link”; e
3. “Visualização”, com “Aplicar efeito”, “Ampliar”, “Mostrar” e “Ocultar”.

Ao aplicarmos a função “Abrir janela” ao texto, abre-se um leque de opções com diferentes modelos de janela, conforme mostra a Figura 46.

Figura 46 - Modelos de janela.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para fins de demonstração, escolheu-se a opção de uma janela em branco. Ao clicar em “Criar em branco”, uma nova janela de confirmação é exibida, oferecendo a opção de retornar e selecionar outro modelo, como ilustrado na Figura 47.

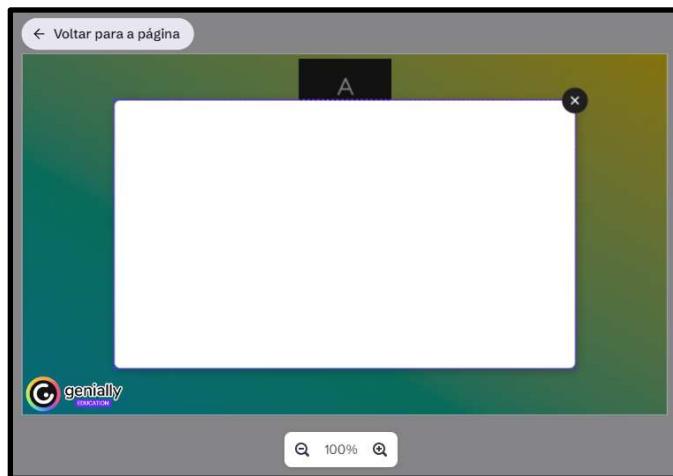
Figura 47 - Confirmação de seleção de modelo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a confirmação, clicando em “Usar modelo”, surge uma janela em tamanho reduzido em relação à criação principal, contendo o *link* “Voltar para a página” e o controle de zoom, conforme visto na Figura 48.

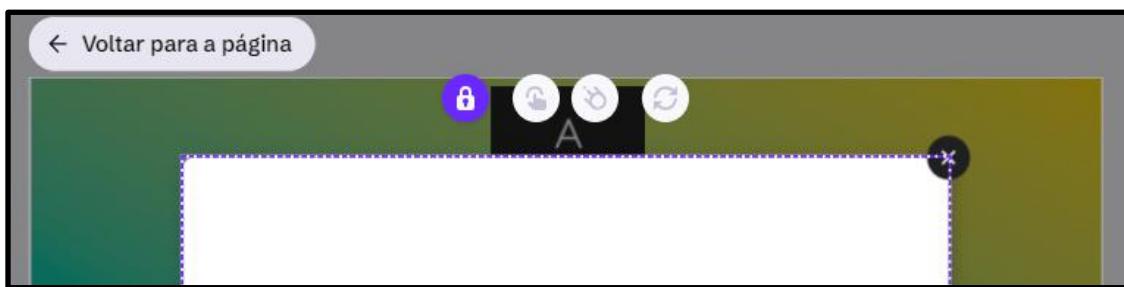
Figura 48 - Janela adicionada.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao clicar sobre a nova janela, são exibidos os ícones “Bloquear” (habilitado), “Adicionar interatividade”, “Adicionar animação” e “Substituir”, localizados na parte superior da janela (Figura 49).

Figura 49 - Ícones do lado superior da janela adicionada.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quando a função “Bloquear” é desabilitada, as demais funções se tornam ativas, incluindo a função “Rotacionar”, que aparece no canto inferior da janela (ver Figura 51).

Entre as funções ativadas, destacam-se: “Adicionar interatividade”, ainda em descrição; “Adicionar animação”, que será abordada posteriormente; e “Substituir”, que,

ao ser acionada, apresenta as categorias “Tudo” (contendo todas as demais), “Ícones”, “Formas” e “Silhuetas”, permitindo alterar o formato da janela (Figura 50).

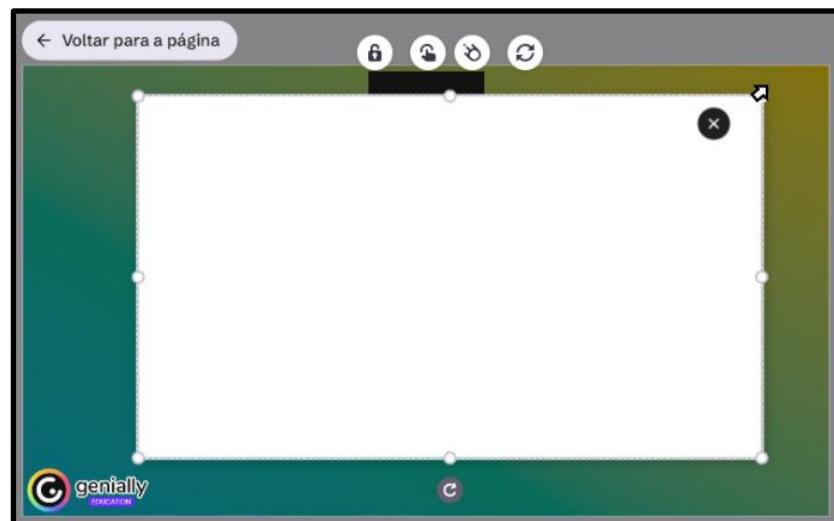
Figura 50 - Novo formato de janela - “Escolha entre os nossos recursos”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ressalta-se que a janela pode ser redimensionada clicando e arrastando os círculos brancos localizados em seus cantos (Figura 51).

Figura 51 - Redimensionamento da Janela.



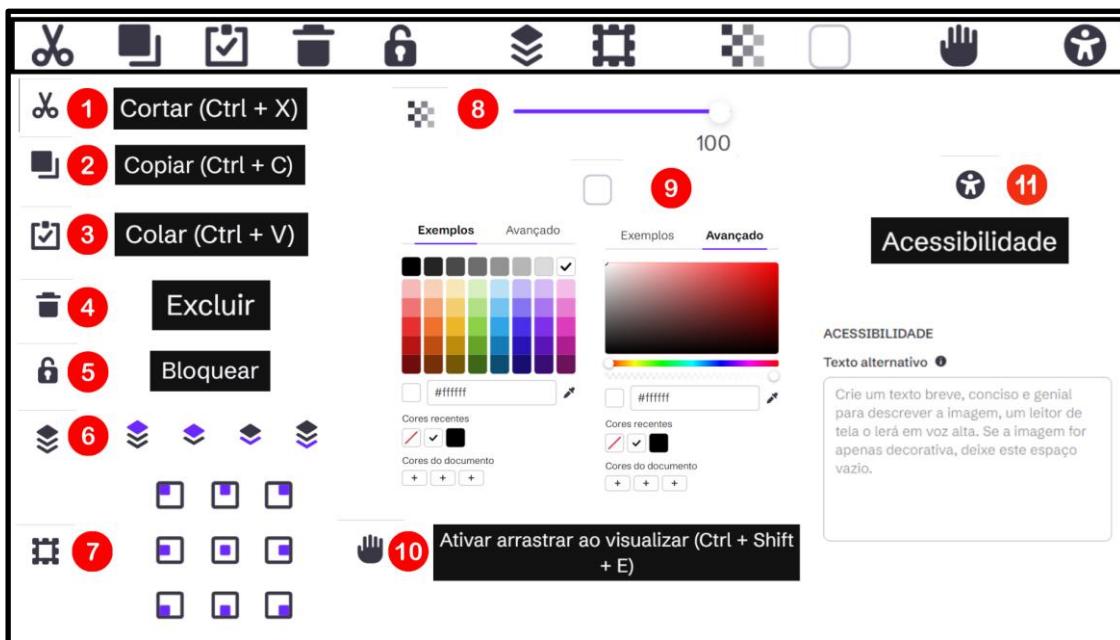
Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, ao desabilitar a função “Bloquear”, surgem, na parte superior da página (Figura 52), as seguintes ferramentas:

1. “Cortar (Ctrl + X)”, move o elemento selecionado para a área de transferência;
2. “Copiar (Ctrl + C)”, copia o elemento, sem removê-lo, para a área de transferência;
3. “Colar (Ctrl + V)”, insere o conteúdo copiado ou cortado;
4. “Excluir”, remove o elemento;

5. “Bloquear”, impede modificações nos elementos;
6. “Pôr em ordem”, define a sobreposição entre elementos;
7. “Posição”, ajusta a posição do elemento selecionado na página;
8. “Transparência”, regula a opacidade, de 0 (invisível) a 100 (totalmente visível);
9. “Cor”, altera a cor do elemento, com uma aba “Exemplos”, contendo cores pré-definidas, e uma “Avançado”, dispondo de um painel que possui um espectro de cores;
- 10.“Ativar arrastar ao visualizar (Ctrl + Shift + E)”, permite movimentar o elemento em nossa criação; e, por último,
- 11.“Acessibilidade”, abre um campo para a criação de um texto alternativo, lido por leitores de tela, voltado a pessoas com deficiência visual, sendo mais utilizado na descrição de imagens.

Figura 52 - Funções da janela que surgem na parte superior da página.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Retomando a janela “Interatividade” (Figura 45), encontra-se a subcategoria “Ver tooltip”. O *tooltip* é uma pequena janela exibida ao se passar o cursor sobre um elemento (como texto, botão, ícone ou *link*), oferecendo informações adicionais de forma discreta, sem exigir cliques ou redirecionamentos.

Ao selecionar essa função, abre-se uma janela com as seguintes ferramentas de edição de texto, conforme a Figura 53:

1. “Desfazer (Ctrl + Z)”;
2. “Refazer (Ctrl + Shift + Z)”;
3. “Text Color”, altera a cor do texto;
4. “Background Color ou Cor do destaque”, marca o texto;
5. “Fontes”, modifica o tipo de fonte;
6. “Tamanho da fonte”, ajusta o tamanho do texto;
7. “Negrito (Ctrl + B)”, coloca o texto em negrito;
8. “Itálico (Ctrl + I)”, modifica o texto para itálico;
9. “Sublinhado (Ctrl + U)”, coloca o texto sublinhado;
10. “Tachado (Ctrl + S)”, risca o texto no meio;
11. “Maiúsculas”, alterna o texto entre maiúsculas e minúsculas;
12. “Alinhar ou Parágrafo”, alinha o texto esquerda, centralizado, à direita ou justificado;
13. “Listas”, cria uma lista com marcadores ou números;
14. “Diminuir recuo (Ctrl + [)”, reduz o recuo do texto;
15. “Aumentar recuo (Ctrl +])”, aumenta o recuo do texto;
16. “Limpar formatação ou Remover formatação”, remove a formatação aplicada;
17. “Emojis”, insere *emojis*;
18. “Inserir linha horizontal”, acrescenta uma linha horizontal no texto;
19. “Inserir link (Ctrl + K)”, adiciona um *link*;
20. “Inserir imagem (Ctrl + P)”, adiciona uma imagem;
21. “Inserir vídeo”, acrescenta um vídeo, com opção de reprodução automática;
22. “Inserir tabela”, adiciona uma tabela;
23. “Visualização de código”, visualiza o *tooltip* em formato de código;
24. “Pré-vizualizar”, exibe como o *tooltip* será apresentado; e, por fim,
25. “Cor do *tooltip*”, altera a cor de fundo do *tooltip*.

Figura 53 - Janela “Insira o conteúdo do tooltip”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A última subcategoria da categoria “Conteúdo” é a “Reproduzir áudio”. Ao clicar sobre essa opção, abre-se uma janela para adicionar um arquivo de áudio (Figura 54). Também é possível adicionar um fundo musical à página por meio do link “Adicionar áudio de fundo”, localizado no canto superior esquerdo.

Figura 54 - “Reproduzir áudio”.

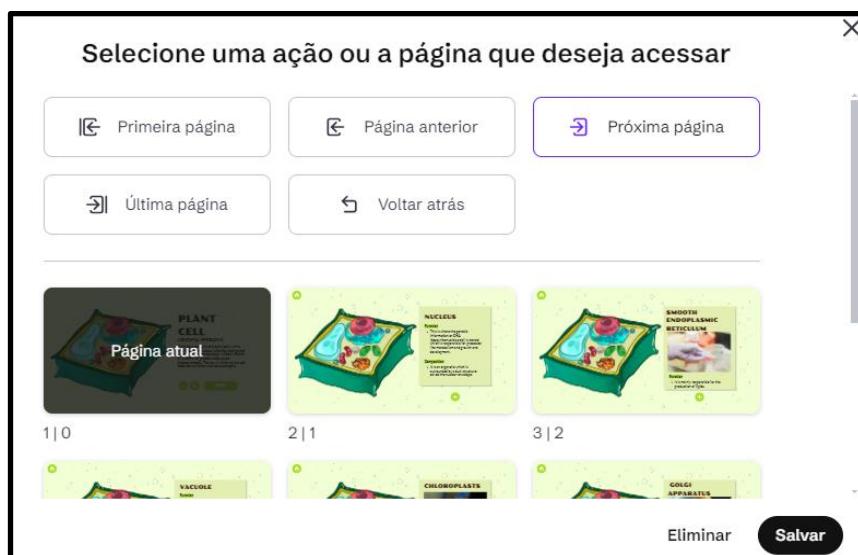


Fonte: Elaborada pelo autor.

Contudo, só é permitido adicionar áudios gravados com a própria voz de até dez minutos. A inserção de arquivos de áudio do computador, com até 15 MB, é um recurso exclusivo da versão paga da plataforma.

Na categoria “Navegação”, encontra-se a importante subcategoria “Ir para a página”. Ao clicar nesse recurso, abre-se uma janela na qual é possível selecionar a página de destino (Figura 55).

Figura 55 - “Ir para a página”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A presença ou ausência desse recurso pode impactar diretamente a experiência do usuário, especialmente em jogos. Com ele, é possível avançar pelas fases do jogo. Na ausência do recurso, pode-se utilizar uma senha para prosseguir (Figura 20), desde que essa senha esteja associada a um desafio. Quando a página está configurada como “Microsite” (Figura 19), é possível usar a função “Mostrar” (Figura 59) em conjunto com o recurso “Ir para a página”, permitindo o acesso à próxima página apenas após a resolução correta de certo desafio, simulando assim o uso de senha.

A última subcategoria da categoria “Navegação” é “Abrir link”. Ao selecioná-la, surge uma janela para inserir um *link* de site, e-mail ou telefone. Todos os tipos de *link* permitem o uso da função “Acessibilidade”. No caso de *links* para sites, há ainda a opção “Abrir na mesma aba”, que possibilita a abertura do *link* sem sair da aba atual (Figura 56).

Figura 56 - “Abrir link”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A última categoria, denominada “Visualização”, da janela “Interatividade”, apresenta inicialmente a subcategoria “Aplicar efeito”. Ao ser acionada, surge a janela “Que efeito deseja aplicar?”, com dez opções de efeitos, conforme ilustrado na Figura 57: “Confetes”, “Balões”, “Corações”, “Chuva”, “Fogos de artifício”, “Aplausos”, “Corações partidos”, “Ah, não!”, “Bolhas” e “Desacordo”. Vale ressaltar que os efeitos são acompanhados de um áudio, o qual pode ser editado.

Figura 57 - “Que efeito deseja aplicar?”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A subcategoria seguinte, “Ampliar”, ao ser acionada, abre a janela “Ampliar”, conforme apresentado na Figura 58. Nela, é possível ampliar um elemento para a tela cheia, com o objetivo de destacá-lo quando clicado.

Figura 58 - Janela “Ampliar”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A função “Mostrar” é um dos recursos mais interessantes das subcategorias, contribuindo significativamente para a interatividade. Ao ser ativada, permite que o elemento selecionado revele um ou mais elementos previamente ocultos. Há ainda a opção de ocultar novamente esses elementos ao clicar uma segunda vez, utilizando-se a função “Ocultar quando clicado novamente” - localizada no centro inferior (Figura 59).

Figura 59 - “Mostrar”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Recurso semelhante é oferecido pela subcategoria “Ocultar”, também pertencente à categoria “Visualização”. Essa funcionalidade confere ao elemento

selecionado a capacidade de ocultar um ou mais elementos visíveis ao ser clicado. É possível reexibir os elementos ocultos ao se utilizar a função “Mostrar ao voltar a clicar” - localizada no centro inferior (Figura 60).

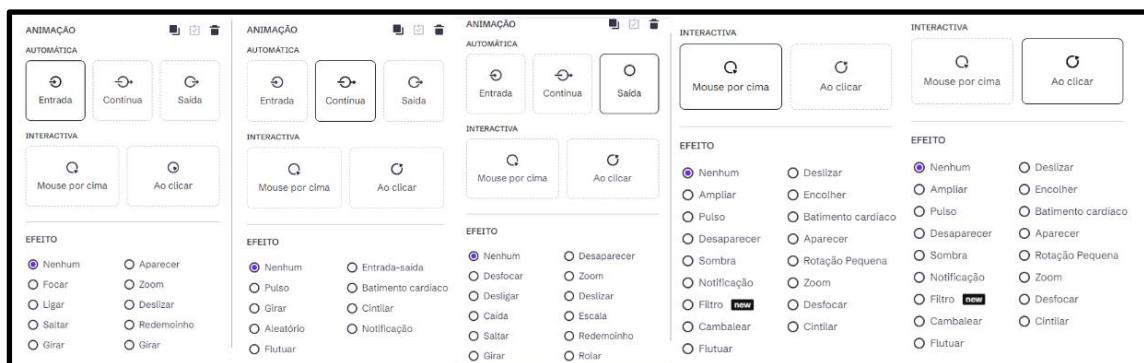
Figura 60 - “Ocultar”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Prosseguindo na descrição das funções apresentadas na Figura 44, observa-se que a função 3 – “Adicionar animação” – ao ser acionada, abre uma janela contendo duas categorias: “Automática”, com as subcategorias “Entrada”, “Contínua” e “Saída”; e “Interativa”, com as subcategorias “Mouse por cima” e “Ao clicar”, conforme ilustrado na Figura 61. Cada subcategoria disponibiliza diferentes efeitos, exibidos na parte inferior da janela, permitindo sua visualização prévia por meio de uma simulação instantânea.

Figura 61 - Janela “Animação”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A função 5 – “Editar texto com IA”, também exibida na Figura 44, ao ser ativada, abre a janela “Editar texto com IA (beta)”. Essa ferramenta disponibiliza um recurso de correção de erros, além das categorias “Longitude”, com as subcategorias “Encurtar” (que reduz o texto) e “Estender” (que o amplia); “Tom”, com as subcategorias que tornam o texto mais “Profissional”, “Informal”, “Amigável” e “Persuasivo”; e, por fim, a categoria “Tradução (beta)”, que traduz o texto para o idioma selecionado (ver Figura 62).

Figura 62 - Janela “Editar texto com IA (beta)”.

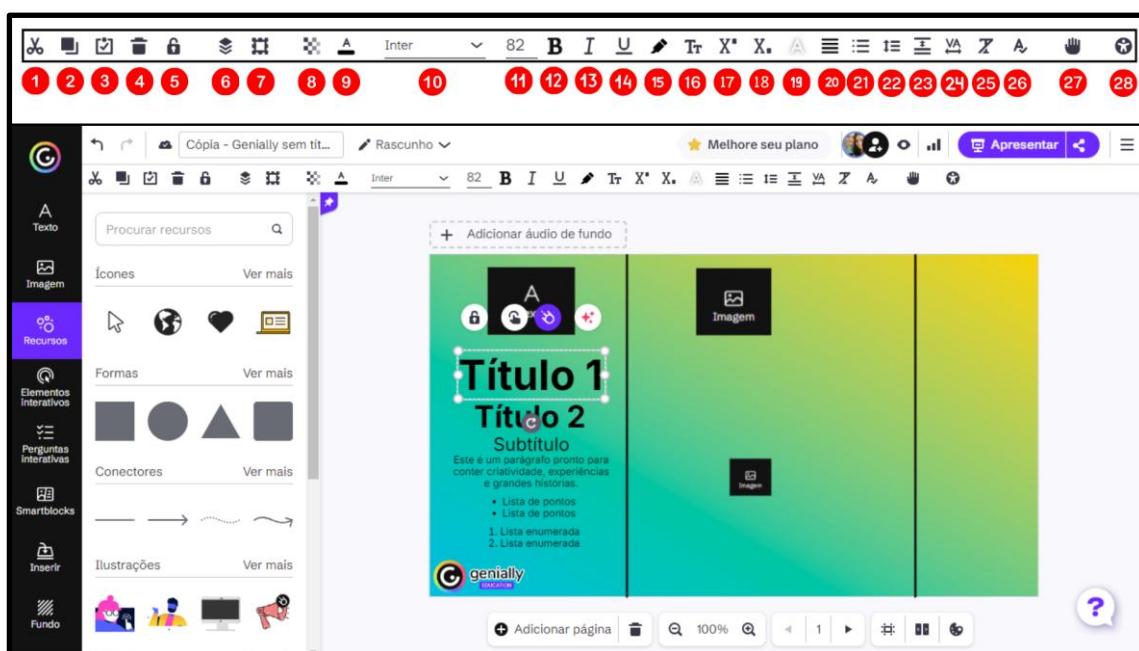


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para concluir a descrição das funcionalidades aplicáveis a um texto selecionado – conforme exemplo mostrado na Figura 44 – apresentam-se, na Figura 63, as ferramentas localizadas no canto superior da área de edição. Muitas dessas funções já foram comentadas anteriormente, na seção sobre o recurso *tooltip*, e incluem: 1 - “Cortar (Ctrl + X); 2 - “Copiar (Ctrl + C)”; 3 - “Colar (Ctrl + V)”; 4 - “Excluir”; 5 - “Bloquear”; 6 - “Pôr em ordem”; 7 - “Posição”; 8 - “Transparência”; 9 - “Cor”; 10 - “Fontes”; 11 - “Tamanho da fonte”; 12 - “Negrito (Ctrl + B)”; 13 - “Itálico (Ctrl + I)”; 14 - “Sublinhado (Ctrl + U)”; 15 - “Background Color ou Cor do destaque”; 16 - “Maiúsculas”; 20 - “Alinhar ou Parágrafo”; 21 - “Listas”; 25 - “Limpar formatação ou Remover formatação”; 27 - “Ativar arrastar ao visualizar (Ctrl + Shift + E)”; e 28 - “Acessibilidade”.

Além dessas, outras funcionalidades adicionais se destacam: 17 - “Sobrescrito”, posiciona o texto ou símbolo acima da linha base, em tamanho reduzido; 18 - “Subíndice ou Subscrito”, posiciona o texto ou símbolo abaixo da linha base, também em tamanho reduzido; 19 - “Sombra”, adiciona sombra ao elemento selecionado; 22 - “Espaçamento entre linhas”, ajusta o espaçamento vertical entre as linhas de um parágrafo; 23 - “Espaçamento entre parágrafos”, define o espaço entre diferentes parágrafos; 24 - “Espaçamento entre letras”, altera a distância entre os caracteres do texto; e, por fim, 26 - “Corrigir ortografia”, identifica e corrige erros ortográficos automaticamente.

Figura 63 - Funções de edição de texto.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Encerrada a descrição da maioria dos recursos associados à função “Texto”, prossegue-se agora com a análise do terceiro ícone localizado na lateral esquerda da área de trabalho (ver visão geral na Figura 14), correspondente à função “Imagem”.

Ao clicar sobre essa função, abre-se uma janela lateral que oferece as seguintes possibilidades: realizar uma pesquisa no banco de imagens e GIFs do próprio Genially, acessar uma biblioteca com diversas opções visuais ou realizar o upload de uma imagem própria (com tamanho de até 5 MB), conforme ilustrado na Figura 64.

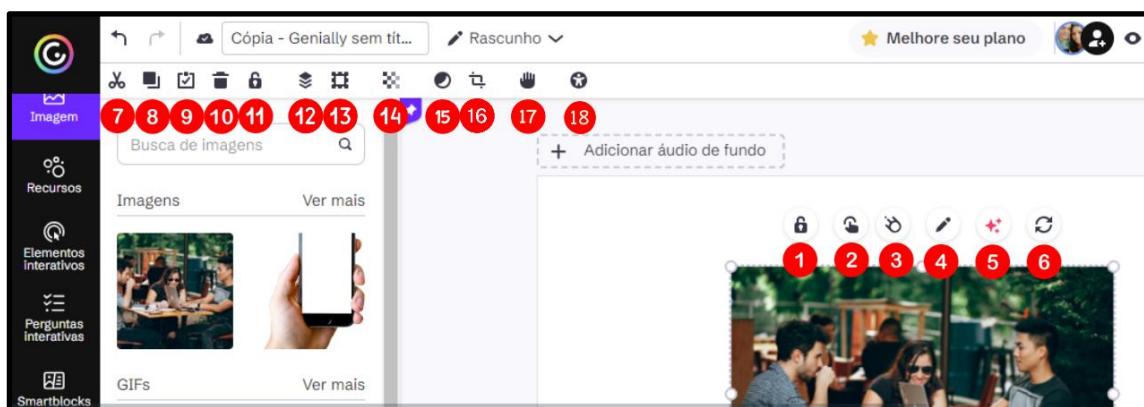
Figura 64 - Função “Imagen”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quando adicionamos uma imagem, como mostrado na Figura 65, aparecem funções já comentadas, mas agora aplicadas à imagem: 1 - “Bloquear”; 2 - “Adicionar interatividade”; 3 - “Adicionar animação”; 7 - “Cortar (Ctrl + X)”; 8 - “Copiar (Ctrl + C)”; 9 - “Colar (Ctrl + V)”; 10 - “Excluir”; 11 - “Bloquear”; 12 - “Pôr em ordem”; 13 - “Posição”; 14 - “Transparência”; 17 - “Ativar arrastar ao visualizar (Ctrl + Shift + E)”; e 18 - “Acessibilidade”.

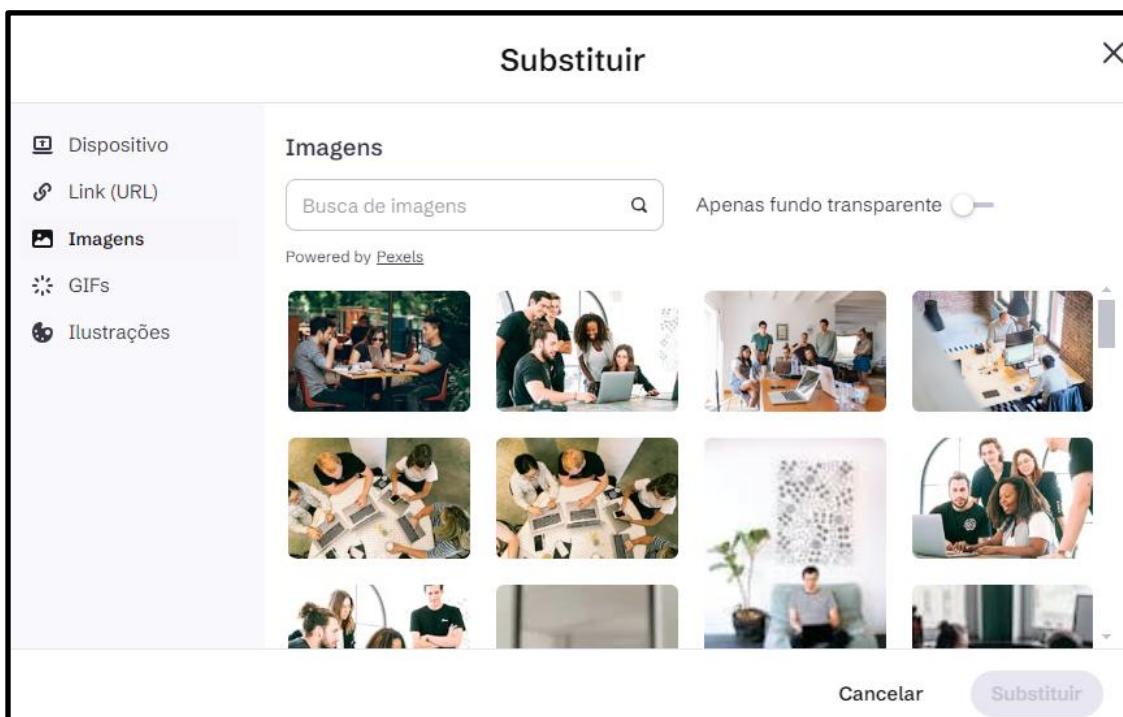
Figura 65 - Funções da “Imagen”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No entanto, surgem novas funções: 4 ou 16 - “Editar imagem”, que habilita funcionalidades apresentadas na Figura 67; 5 - “Remover fundo com IA”, que tenta remover o fundo das imagens (recomenda-se utilizar o site Remove.bg, disponível em: <https://www.remove.bg/pt-br>); 6 - “Substituir”, que abre uma janela para alterar a imagem (ver Figura 66), com a opção de escolher, nas categorias “Imagens” e “GIFs”, apenas imagens com fundo transparente; e, na categoria “Dispositivo”, a possibilidade de adicionar uma imagem do computador com até 5 MB; e 15 - “Máscaras de imagem”, que adiciona uma moldura à imagem.

Figura 66 - “Substituir”.

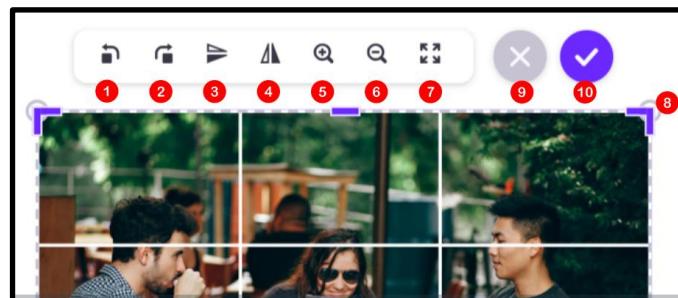


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao acionarmos a função “Editar imagem” (itens 4 ou 16 da Figura 65), abre-se uma janela com os seguintes recursos: 1 - “Girar à esquerda”, que rotaciona a imagem para a esquerda; 2 - “Girar à direita”, que rotaciona a imagem para a direita; 3 - “Inverter horizontalmente”, que inverte a imagem na horizontal; 4 - “Inverter verticalmente”, que inverte a imagem na vertical; 5 - “Aumentar”, que amplia a imagem; 6 - “Reduzir”, que diminui a imagem; 7 - “Ajustar”, que permite redimensionar a imagem por meio do clique

e arraste das molduras visíveis, como indicado no item 8; e as funções 9 – “Cancelar” e 10 – “Confirmar”, que respectivamente desfazem ou aplicam as alterações realizadas.

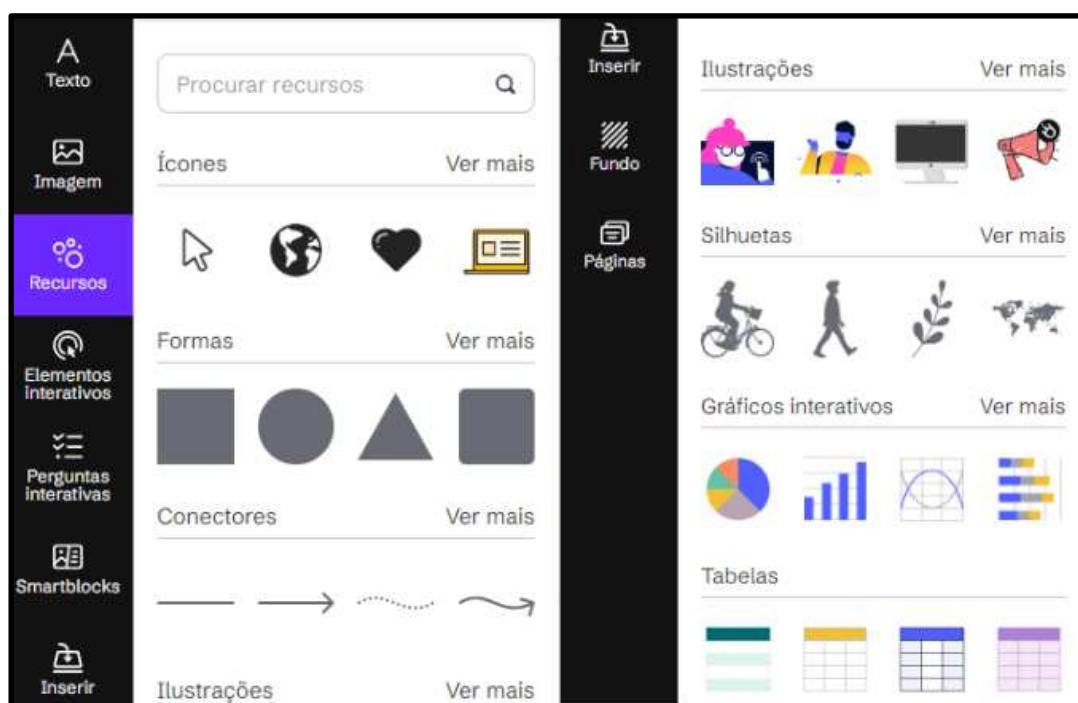
Figura 67 - “Editar imagem”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na quarta função localizada no lado esquerdo da área de trabalho (ver visão geral na Figura 14), temos a opção “Recursos”. Ao acioná-la, uma janela lateral é aberta com um campo de busca geral e a possibilidade de navegação entre as categorias: “Ícones”, “Formas”, “Conectores”, “Ilustrações”, “Silhuetas”, “Gráficos interativos” e “Tabelas” (ver Figura 68).

Figura 68 - “Recursos”.

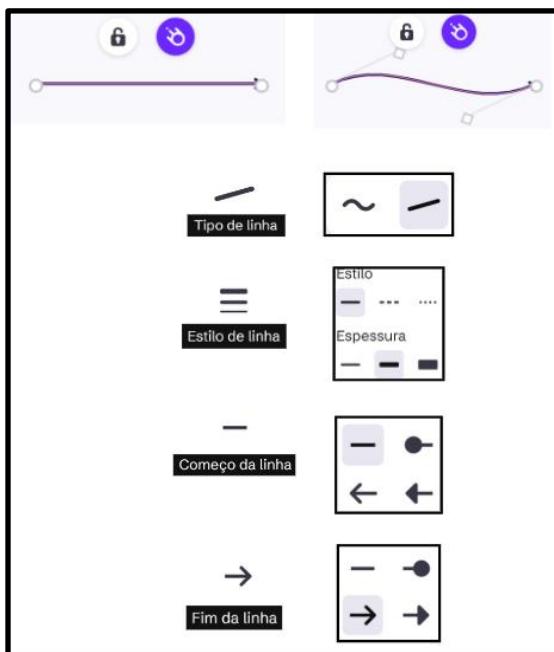


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao clicarmos sobre “Ícones”, “Formas” ou “Silhuetas”, são exibidas funções previamente discutidas. No canto superior do elemento, surgem os botões: “Bloquear”, “Adicionar interatividade”, “Adicionar animação” e “Substituir” (ver Figura 50). Na parte superior da área de trabalho, aparecem as funções: “Cortar (Ctrl + X)”, “Copiar (Ctrl + C)”, “Colar (Ctrl + V)”, “Excluir”, “Bloquear”, “Pôr em ordem”, “Posição”, “Transparência”, “Cor”, “Ativar arrastar ao visualizar (Ctrl + Shift + E)” e “Acessibilidade”.

As “Ilustrações” compartilham as mesmas funcionalidades das “Imagens”, anteriormente descritas. Já os “Conectores” apresentam algumas funções específicas, conforme ilustrado na Figura 69.

Figura 69 - Funções dos “Conectores” que aparecem no lado superior da área de trabalho.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Vale destacar que, a partir deste ponto, a maioria dos elementos contará com funções já descritas. Pode ocorrer apenas uma mudança na nomenclatura, como por exemplo: “Editar *widget*”.

Quanto aos “Gráficos interativos” e às “Tabelas”, suas funcionalidades são semelhantes às dos “Ícones”, “Formas” e “Silhuetas”, excetuando-se “Adicionar

interatividade”, “Cor” e “Substituir”. Em contrapartida, são adicionadas as opções “Editar gráfico” e “Editar tabela”, respectivamente, exibidas na parte superior dos elementos.

Essas duas funções compartilham as categorias “Conteúdo” e “Configurações”. A Figura 70 apresenta, no lado esquerdo, o conteúdo de “Gráficos interativos” e, no lado direito, o de “Tabelas”, locais destinados à edição dos dados.

Figura 70 - Aba “Conteúdo” de “Gráficos interativos” e “Tabelas”.

	A	B	C	D	E	F	G	H
0	Sales							
1	Item 1	10						
2	Item 2	17						
3	Item 3	15						
4	Item 4	20						
5	Item 5	18						
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TO...	JAN.	FEB.	MAR.	APR.			
2	tem 1	10	9	31	23			
3	tem 2	14	17	22	5			
4	tem 3	15	11	15	12			
5	tem 4	20	22	20	7			
6	tem 5	24	24	24	33			
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

Cole aqui os dados da sua planilha

Cole aqui os dados da sua planilha

[Saiba mais sobre o uso de gráficos em Genially](#)

[Saiba mais sobre o uso de gráficos em Genially](#)

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 71 apresenta a aba “Configurações” dos “Gráficos interativos”:

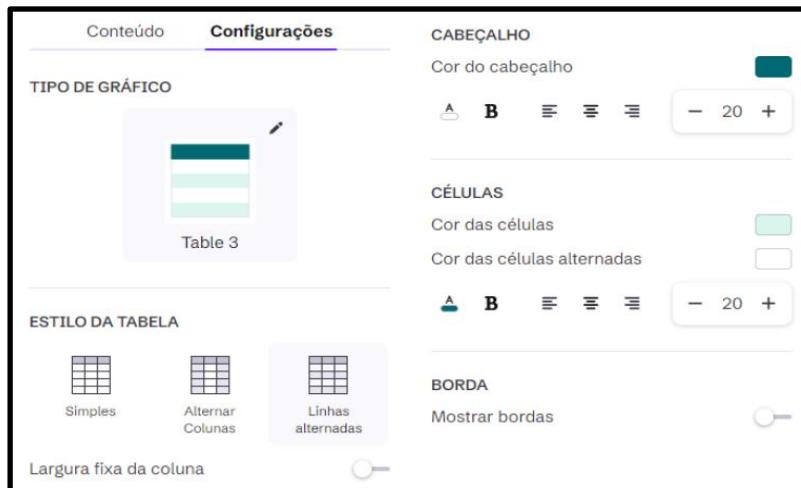
Figura 71 - “Configurações” de “Gráficos interativos”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, a Figura 72 mostra a aba “Configurações” das “Tabelas”:

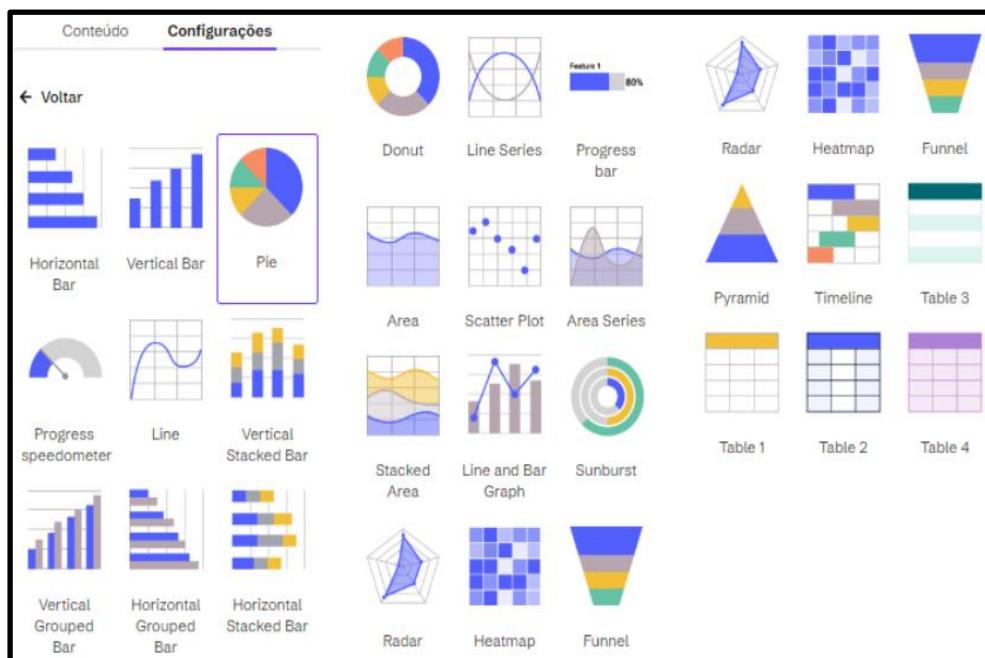
Figura 72 - “Configurações” de “Tabelas”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em ambos os recursos, ao clicarmos no ícone em formato de lápis localizado no canto superior direito da categoria “TIPO DE GRÁFICO”, é exibido um leque de opções comum tanto para os “Gráficos interativos” quanto para as “Tabelas”, conforme demonstrado na Figura 73.

Figura 73 - Alterar tipo gráfico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Passamos agora à quinta função localizada no lado esquerdo da área de trabalho (ver Figura 14), intitulada “Elementos interativos”. Essa função está dividida nas seguintes categorias:

- “**Conteúdo**”: contendo as funções “Janela” (idêntica a “Abrir janela”), “*Tooltip*” (idêntica a “Ver *tooltip*”) e “Áudio” (idêntica a “Reproduzir áudio”);
- “**Navegação**”: “Ir para a página” (já descrita) e “*Link*” (idêntica a “Abrir *link*”);
- “**Stickers com efeitos**”: recurso idêntico a “Aplicar efeito”;
- “**Tempo**”:
 - “*Timer*” (permite configurar uma contagem regressiva em minutos e segundos, sem opção de pausa);
 - “Cronômetro” (inicia a contagem do tempo a partir do zero, com possibilidade de pausa e reinício);
 - “Contagem regressiva” (permite definir o tempo em dias, horas, minutos e segundos);
- “**Tentar sorte**”:
 - “Moeda” (gera duas alternativas aleatórias, com as opções “Cara ou coroa”, “Sim ou não” e “Ganhar ou perder”);
 - “Dado” (com categorias como: “Padrão”, com dado de seis lados; “Cores”, com quatro cores; “Endereços”, com quatro direções; “Operações”, com as quatro operações matemáticas; e “8 lados”, com um dado octogonal);
 - “*Randomizer*” (permite inserir três ou mais imagens para escolha aleatória, com possibilidade de alteração da imagem de capa);
- “**Tendências**”: recursos temáticos como “O Halloween está chegando!” (“Contagem regressiva” com tema Halloween), “Doces ou travessuras?” (“*Randomizer*” com tema Halloween), “Galeria do terror” (“Galeria” - função que será vista posteriormente - com tema terror), e “Baralho das bruxas” (“*Randomizer*” com tema bruxas);
- “**Botões**”: diversos modelos de botões, com opção de exibir apenas texto;
- “**Marcadores**”: marcadores variados, inclusive os de serviços;

- “**Redes sociais**”: ícones de redes sociais;
- “**Área interativa**”: possibilita a seleção de qualquer área do projeto para adição de um recurso da janela “Interatividade”.

Esses elementos estão organizados no Quadro 1.

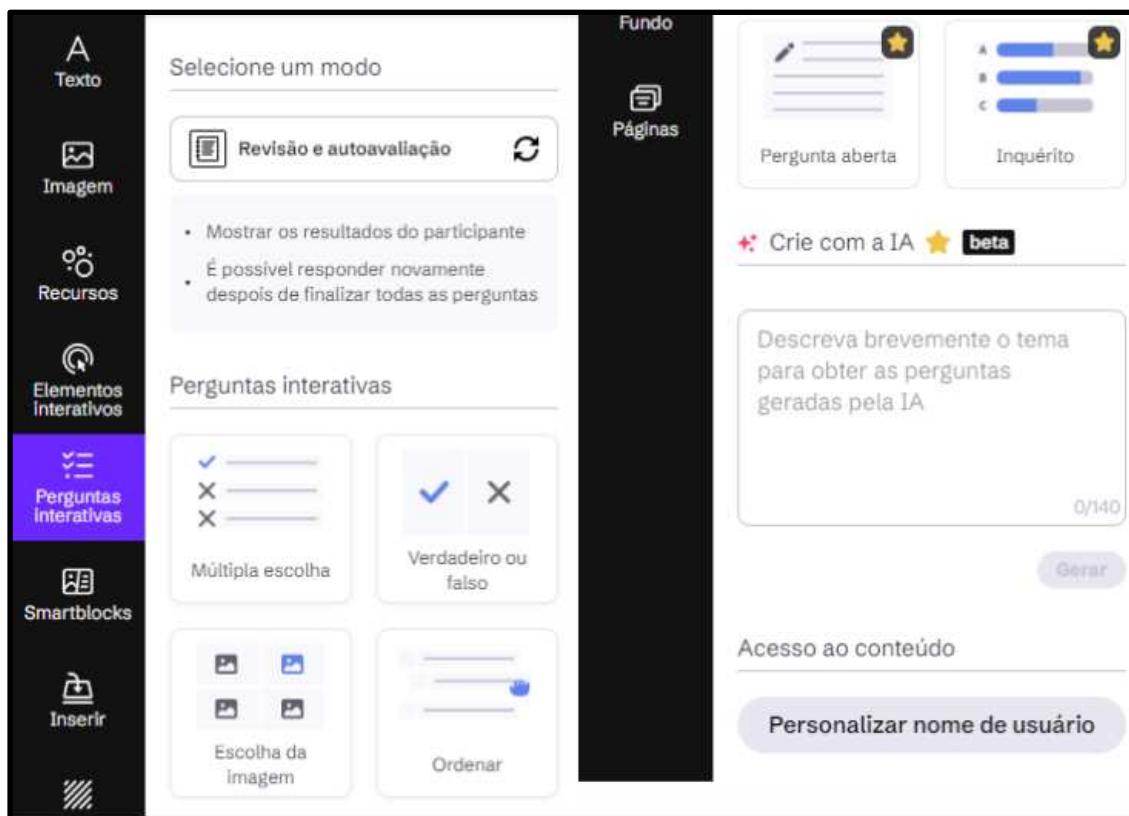
Quadro 1 - Alguns “Elementos interativos”.

Conteúdo	
Navegação	
Stickers com efeitos	
Tempo	
Tentar a sorte	
Botões	
	Área interativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Seguindo para o sexto recurso localizado no lado esquerdo da área de trabalho, temos o item “Perguntas interativas”, que oferece, gratuitamente, as seguintes categorias: “Múltipla escolha”, com uma pergunta que pode conter vários itens e apenas uma resposta correta; “Verdadeiro ou falso”, com uma opção correta e outra incorreta; “Escolha da imagem”, com uma pergunta cuja resposta deve ser selecionada entre várias imagens; e “Ordenar”, com uma pergunta que exige a organização de várias opções verdadeiras em uma ordem específica (ver Figura 74).

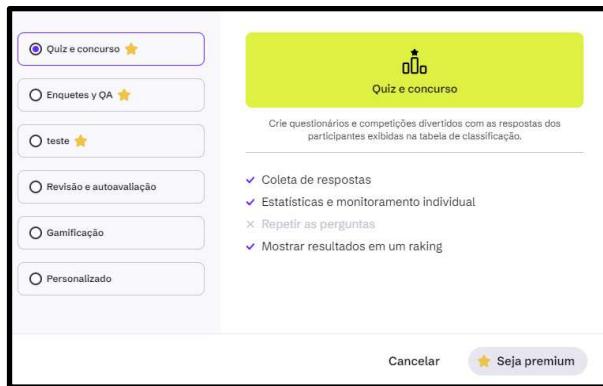
Figura 74 - “Perguntas interativas”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

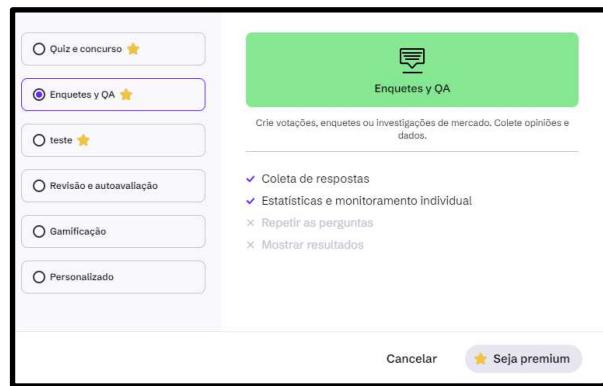
Observa-se, na janela correspondente, que a primeira opção consiste em selecionar um modo ou estilo de perguntas. Ao clicarmos no modo pré-selecionado, localizado logo abaixo da expressão “Selecione um modo”, surgem algumas opções exclusivas da conta paga (Figuras 75 a 77) e outras disponíveis na versão gratuita, (Figuras 78 a 80). Comentaremos, a seguir, apenas os modos acessíveis gratuitamente.

Figura 75 - Modo “Quiz e concurso”.



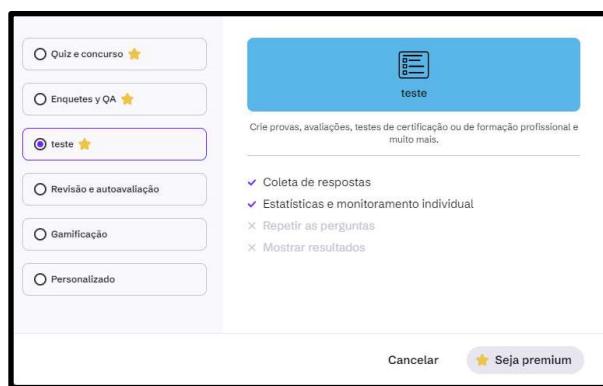
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 76 - Modo “Enquetes y QA”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 77 - Modo “teste”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir deste ponto, abordam-se os modos gratuitos. No modo “Revisão e autoavaliação” (Figura 78), é possível criar, segundo a própria plataforma, atividades de aprendizagem, questionários, autoavaliações e simulações interativas. Isso ocorre porque,

nesse modo, o usuário pode repetir as perguntas ao final da atividade e visualizar os próprios resultados.

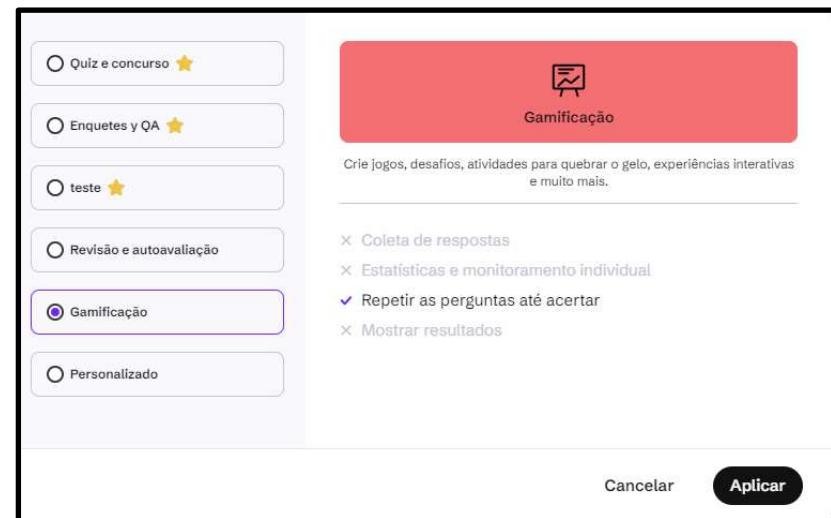
Figura 78 - Modo “Revisão e autoavaliação”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No modo “Gamificação” (Figura 79), a plataforma informa que é possível criar jogos, desafios, atividades de quebra-gelo e experiências interativas, uma vez que esse modo permite a repetição das perguntas até que se acerte a resposta correta.

Figura 79 - Modo “Gamificação”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, temos o modo “Personalizado” (Figura 90), que possibilita utilizar algumas funcionalidades da conta paga de maneira personalizada, conforme a experiência

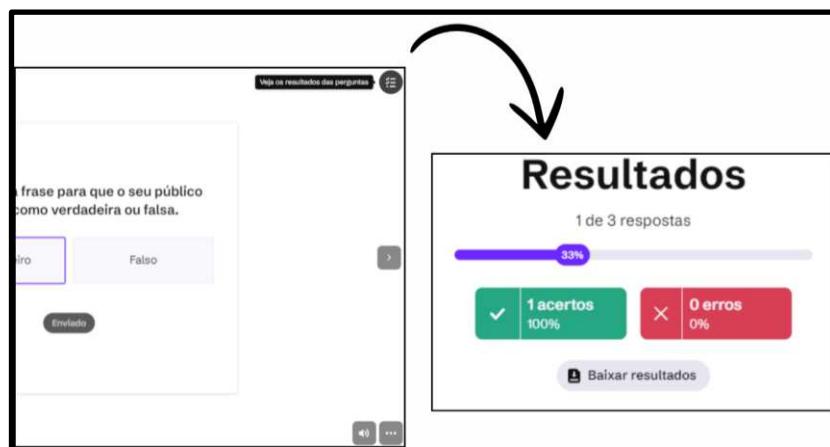
desejada, por meio da configuração manual das perguntas e respostas. No entanto, observa-se que determinadas funções ainda exigem o plano pago, como é o caso do item “Mostrar resultados”, que permite apenas a visualização individual dos resultados, e não a coletiva, por meio da funcionalidade “Veja os resultados das perguntas”, localizada no canto superior direito das páginas quando estas estão sendo apresentadas (ver Figura 81).

Figura 80 - Modo “Personalizado”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 81 - Resultado individual.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Explora-se agora os tipos de pergunta. Ao selecionarmos o tipo de pergunta “Múltipla escolha”, surge a janela “Perguntas interativas”, composta pelas abas “Conteúdo”, “Ações” e “Design” (ver Figuras 82 a 84). Vale ressaltar que as abas “Ações” e “Design” mantêm as mesmas funcionalidades para todos os tipos de “Perguntas interativas”. Além disso, as opções de modos de perguntas, apresentadas anteriormente, também podem ser acessadas por meio do ícone em forma de engrenagem localizado no canto superior direito da janela.

Figura 82 - “Múltipla escolha” - aba “Conteúdo”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 83 - “Múltipla escolha” - aba “Ações”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 84 - “Múltipla escolha” - aba “Design”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 82, observamos que, ao adicionarmos nosso texto, não são disponibilizadas funções de edição, nem há suporte para inserção de fórmulas ou equações. Dessa forma, ficamos restritos às funcionalidades do teclado físico. Ainda nessa aba, é possível configurar o embaralhamento das opções de resposta.

Na aba “Ações” (Figura 83), é possível configurar a visualização da resposta após sua seleção, inserir um *feedback* para respostas corretas e incorretas (apenas em formato de texto simples, sem ferramentas de edição), definir um tempo limite para resposta e, por fim, escolher a página para a qual o usuário será direcionado após responder à pergunta.

A aba “Design” (Figura 84), por sua vez, permite configurar a disposição visual das perguntas (em formato horizontal ou vertical), bem como personalizar o estilo com o qual estas serão exibidas aos usuários.

No tipo de pergunta “Verdadeiro ou falso” (Figura 85), verifica-se novamente a ausência de ferramentas de edição de texto e a impossibilidade de inserção de imagens ou vídeos na formulação da pergunta (o que seria um recurso relevante).

Figura 85 - “Verdadeiro ou falso” - aba “Conteúdo”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As outras duas formas de perguntas, “Escolha da imagem” e “Ordenar”, ilustradas nas Figuras 86 e 87, apresentam as mesmas limitações mencionadas anteriormente. Cabe destacar que, mesmo com essas restrições, é possível, por meio de criatividade e planejamento, contornar tais limitações. Com isso, optamos por não utilizar a funcionalidade “Perguntas interativas” na elaboração e apresentação de nossas perguntas e desafios, preferindo, em vez disso, utilizar os outros recursos já disponíveis

na plataforma Genially. Apesar disso, esperamos que o Genially deva sofrer atualizações futuras, melhorando as funções já existentes ou criando novas.

Figura 86 - “Escolha da imagem”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 87 - “Ordenar”.

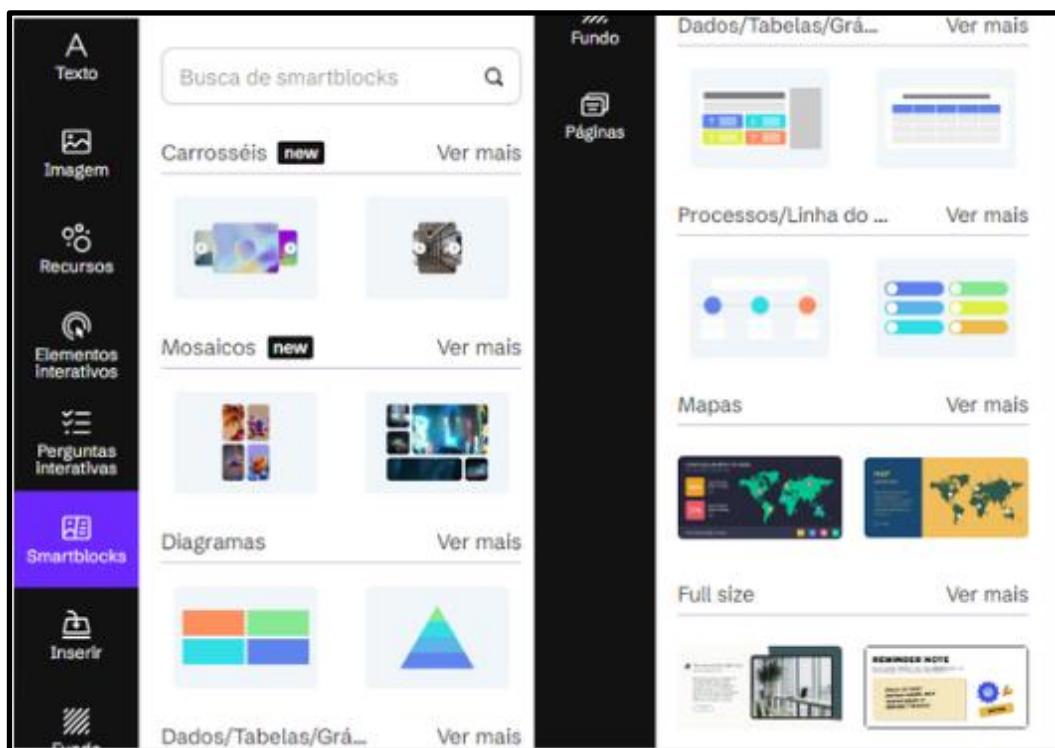


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao clicarmos em “*Smartblocks*”, abre-se uma janela lateral (ver Figura 88), com as seguintes categorias:

- “Carrosséis”, uma galeria de fotos exibidas automaticamente ou manualmente por meio de setas laterais;
- “Mosaicos”, também uma galeria de fotos, mas com modo de visualização diferente;
- “Diagramas”, um conjunto de textos, formas, animações e efeitos configuráveis;
- “Processos / Linha do tempo”, igualmente composto por textos, formas, animações e efeitos, mas com organização em formato de processo ou linha temporal;
- “Dados / Tabelas / Gráficos”, cuja primeira opção reúne diversos elementos, enquanto as demais replicam funções já mencionadas;
- “Mapas”, que agregam texto, formas, animações e efeitos em torno de um mapa; e, por fim,
- “Full size”, um conjunto de elementos sem tema definido.

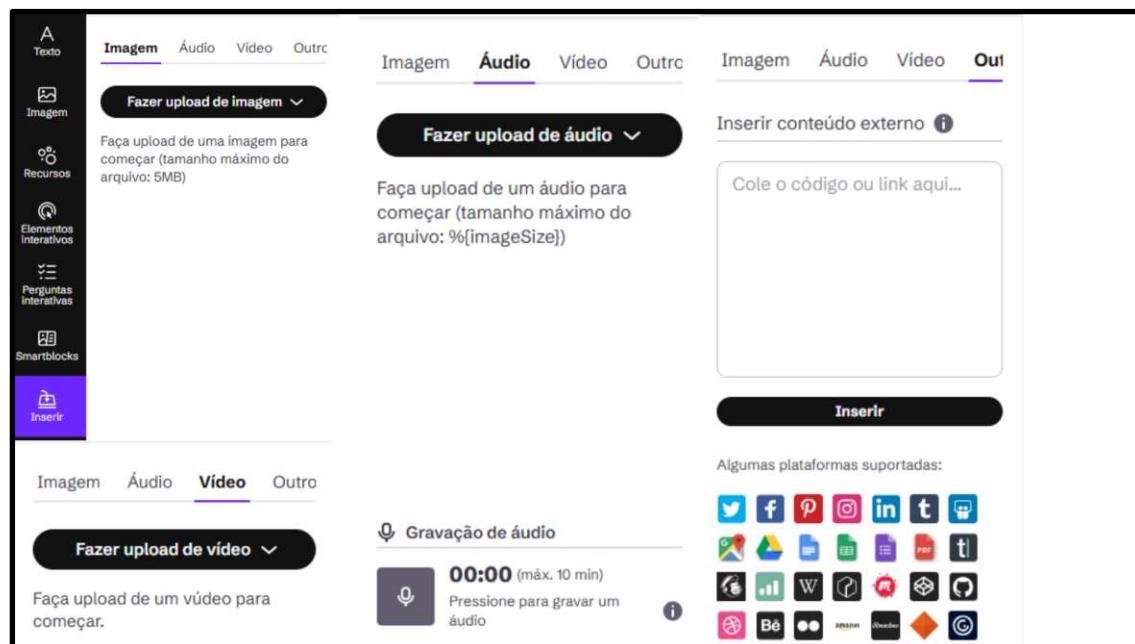
Figura 88 - “Smartblocks”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na função “Inserir” (ver Figura 89), é possível adicionar imagens com até 5 MB; áudios gravados de até 10 minutos (sendo que a inserção de arquivos diretamente do computador é um recurso da conta paga, ao passo que áudios com URL terminada em .mp3 podem ser adicionados gratuitamente); vídeos por meio de URL; e códigos ou *links* de conteúdos externos oriundos de diversas plataformas.

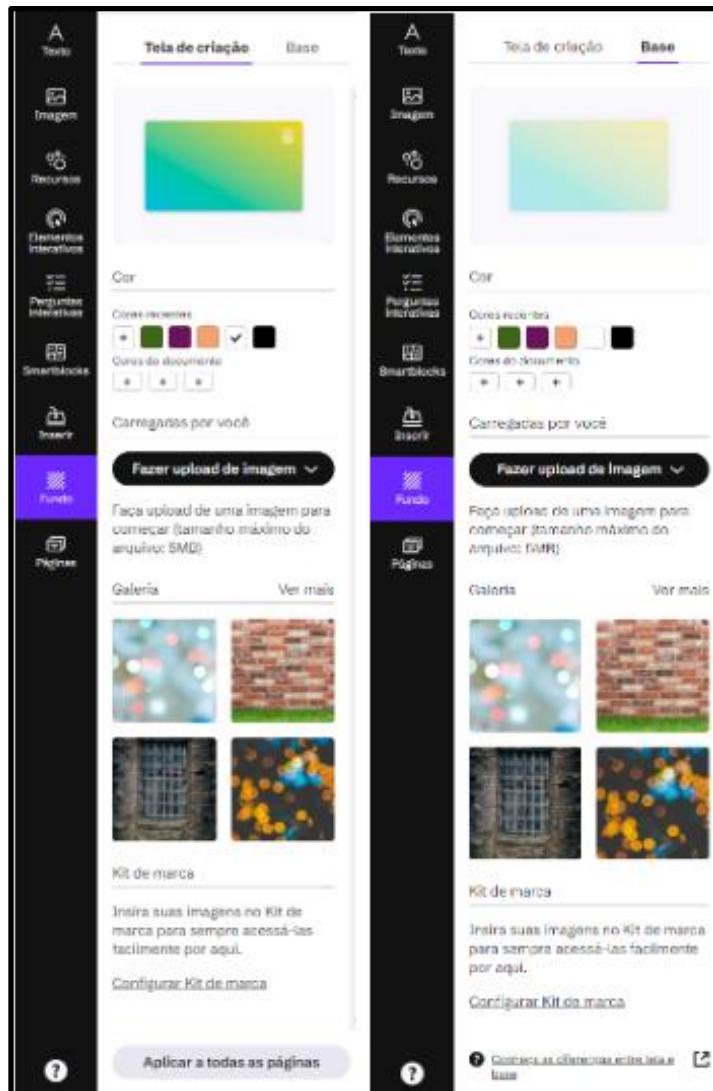
Figura 89 - “Inserir”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na função “Fundo” (ver Figura 90), é possível alterar a “Tela de criação” (área central onde os elementos são posicionados) ou a “Base”, que corresponde à área ao redor da tela de criação. A Tela de criação é delimitada por um retângulo cinza-claro; a base compreende tudo o que está ao seu redor. Pode-se escolher uma cor ou imagem da galeria do Genially ou carregar uma imagem do próprio computador. Na aba “Tela de criação”, há ainda a opção “Aplicar a todas as páginas”, localizada na parte inferior, que permite replicar o fundo configurado para todas as páginas do projeto. É possível também excluir a ação aplicada à “Tela de criação” ou à “Base”, aproximando o cursor do canto superior direito da respectiva região e clicando no ícone de lixeira, identificado como “Remover fundo”.

Figura 90 - “Fundo”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

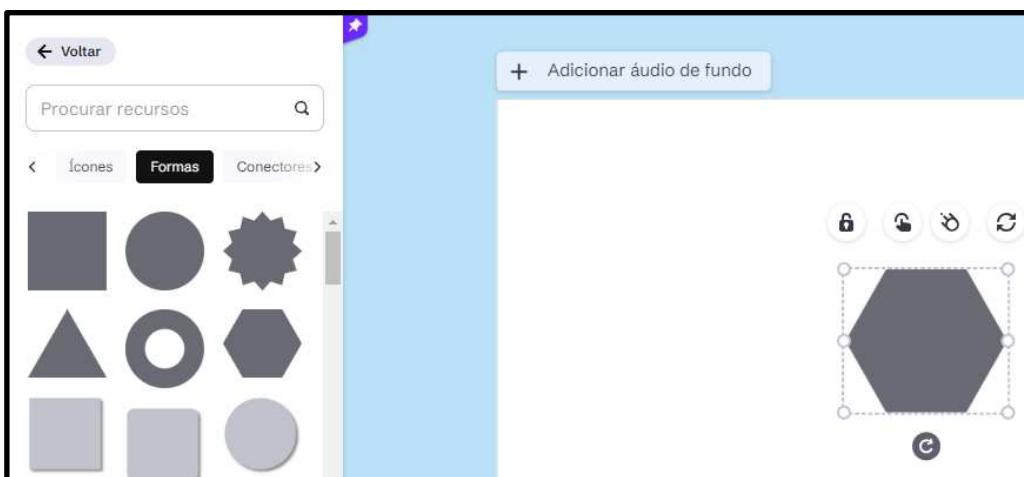
A última função, denominada “Páginas”, já havia sido mencionada ao longo do texto. Ela permite a visualização das páginas, bem como a duplicação, exclusão, inserção de senha e adição de transições. Com isso, encerramos a descrição da maioria das funcionalidades disponíveis na plataforma, excetuando-se aquelas que são pagas, às quais não tivemos acesso. Passaremos, agora, à demonstração da construção passo a passo do jogo, utilizando os recursos que a plataforma Genially oferece.

3.3 Construção do jogo Dimensões

Focaremos, a partir deste ponto, na construção do jogo educativo digital de tabuleiro Dimensões e de seus principais elementos, com o objetivo de oferecer subsídios para que os professores, ao compreenderem a estrutura e a aplicação de determinados recursos, possam utilizá-los na criação de suas próprias propostas educativas.

Inicialmente, acessamos nossa conta gratuita para fins educacionais. Em seguida, escolhemos uma criação em branco com proporção horizontal (16:9). Iniciamos a criação do jogo clicando na função “Recursos” e adicionando a forma hexagonal à “Tela de criação”, conforme ilustrado na Figura 91. É necessário clicar em “Ver mais” (ver Figura 68) para visualizar todas as formas disponíveis e localizar a desejada. Aplicamos uma cor apenas na “Base” para diferenciá-la da “Tela de criação”, sendo que esse fundo será removido posteriormente.

Figura 91 - Adicionando a forma hexágono.

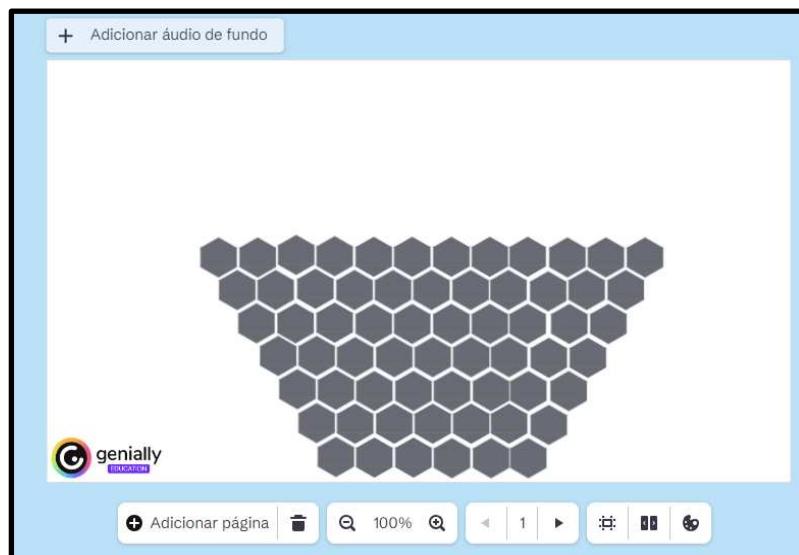


Fonte: Elaborada pelo autor.

Após adicionar a forma, redimensionamo-la utilizando as alças circulares que a circundam, definindo a proporção para 67:59. Em seguida, rotacionamos o hexágono em 90°, clicando, pressionando e girando um ícone em forma de seta circular (localizada na parte inferior do elemento). Para reaproveitar essa forma diversas vezes, com a forma selecionada, utilizamos os atalhos Ctrl + C (copiar) e Ctrl + V (colar), mantendo as configurações previamente definidas.

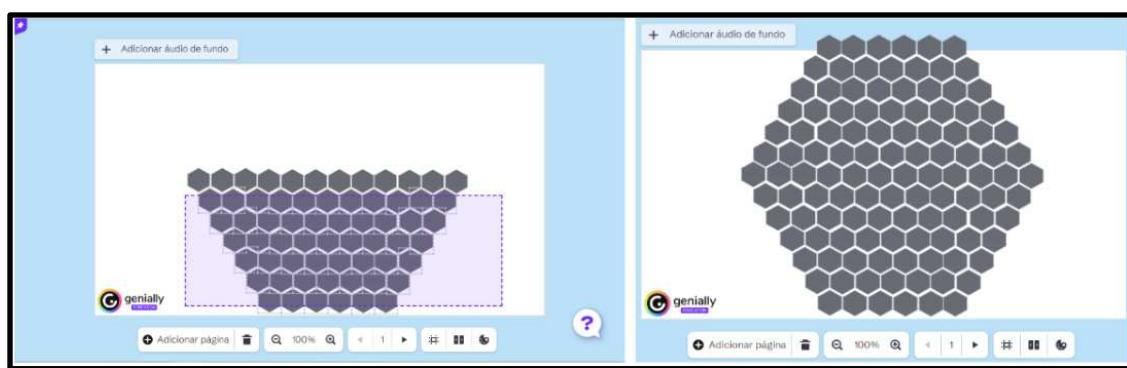
Colamos os hexágonos e os organizamos em fileiras de seis a doze elementos, conforme a Figura 92. Para construir a parte superior, selecionamos as fileiras de seis a onze hexágonos (clicando em uma área em branco e arrastando para exibir a caixa de seleção), copiamos e rotacionamos essas fileiras em 90° (Figura 93).

Figura 92 - Filas dos hexágonos de seis a doze.



Fonte: Elaborada pelo autor.

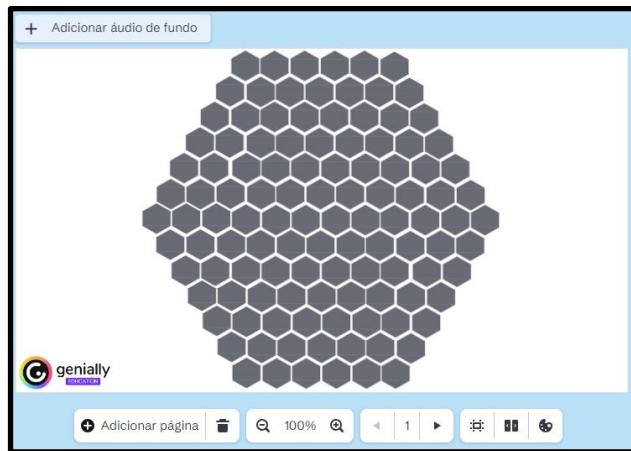
Figura 93 - Parte superior do jogo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Como pode ser observado no lado direito da Figura 93, parte dos hexágonos ultrapassou os limites da “Tela de criação”, invadindo a “Base”. Por isso, é necessário selecionar todos os hexágonos (clicando novamente em uma área em branco e arrastando para que a caixa de seleção cubra todos eles) e redimensioná-los com a alça diagonal, ajustando-os ao tamanho da tela (ver Figura 94).

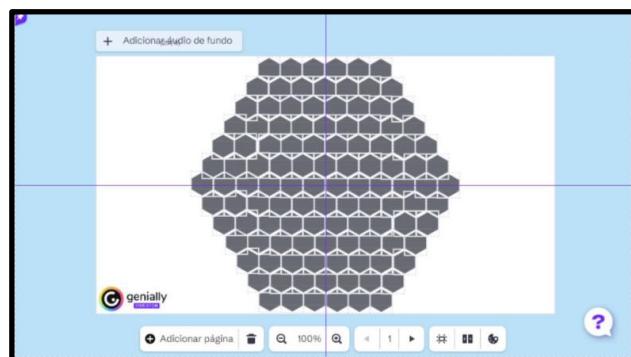
Figura 94 - Hexágonos redimensionados.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, selecionamos todos os elementos e, ao arrastá-los, surgem linhas guias que auxiliam no alinhamento e posicionamento (ver Figura 95).

Figura 95 - Posicionamento.



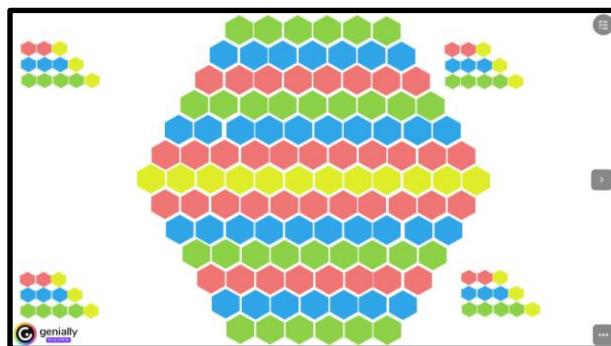
Fonte: Elaborada pelo autor.

Repetimos esse mesmo processo para a criação de hexágonos destinados ao painel de gerenciamento de pontuação. Caso necessário, os elementos podem ser repositionados posteriormente. Para organizar a dinâmica do jogo, dividimos a turma em quatro grupos e os desafios em três níveis de dificuldade (fáceis, médios e difíceis) representados pelas cores verde, azul e vermelha, respectivamente. A Figura 96 ilustra a disposição dos hexágonos no painel de pontuação e no corpo do jogo, organizados pelas três cores mencionadas.

Ressalta-se que é possível selecionar uma linha inteira de hexágonos arrastando a caixa de seleção sobre a fileira desejada. Para aplicar a coloração, utilizamos a função “Cor”, localizada na parte superior da área de trabalho. As cores aplicadas foram:

#e0ed2b (casas “douradas”), #f07575 (vermelhas), #30a5e8 (azuis) e #8cd147 (verdes). Esses códigos foram colados diretamente na janela de seleção de cor. Após a aplicação do jogo, as cores foram suavizadas, tornando-se mais claras, conforme sugestão dos estudantes, que alegaram dificuldade para visualizar as peças do jogo.

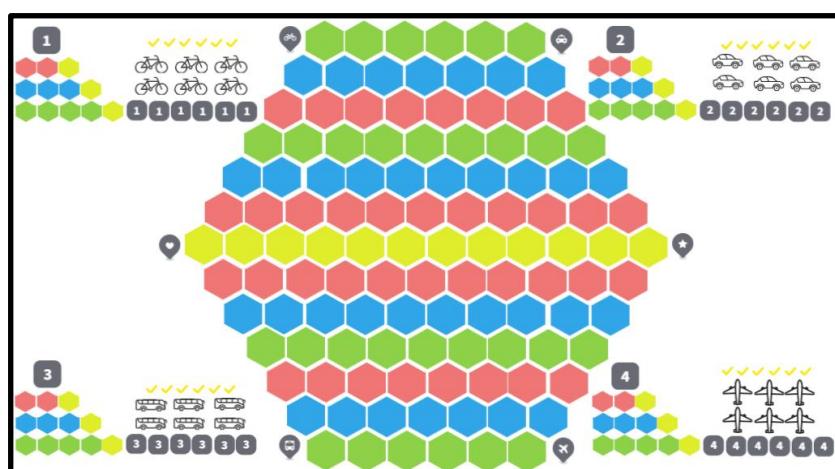
Figura 96 - Painel de gerenciamento de pontuação e processo de colorir.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na etapa seguinte, inserimos ícones, botões e marcadores por meio das funções “Recursos” e “Elementos interativos”. Os elementos foram redimensionados, posicionados adequadamente e, em alguns casos, tiveram suas cores modificadas. A Figura 97 apresenta o resultado dessa etapa.

Figura 97 - Botões e ícones do jogo.



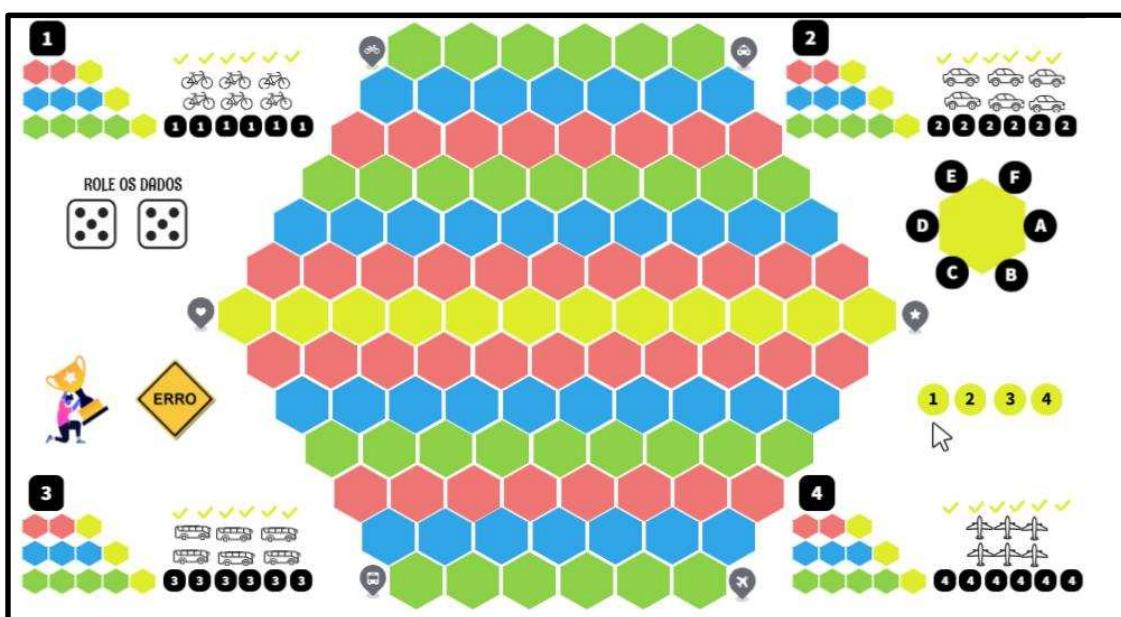
Fonte: Elaborada pelo autor.

No lado esquerdo, incluímos, a partir da função “Elementos interativos”, dois dados acompanhados da frase “ROLE OS DADOS”, além de um “Randomizer” para

acertos e outro para erros. No lado direito, foi adicionado um elemento que orienta os jogadores quanto às direções a seguir, composto por um hexágono com círculos laterais contendo letras, bem como os números das equipes para determinar a ordem dos turnos (ver Figura 98).

Para garantir uma boa experiência de interação, bloqueamos os hexágonos, os números maiores do painel e os marcadores por meio da função “Bloquear”. Os demais elementos (como ícones de bicicleta, carro, ônibus, avião, ícones de “acerto”, números menores e indicadores de ordem) foram configurados com a função “Ativar arrastar ao visualizar (Ctrl + Shift + E)”.

Figura 98 - Novos elementos da direita e da esquerda do jogo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No caso do Randomizer ou roleta de acertos, a imagem de capa foi selecionada a partir da biblioteca do próprio Genially. Para a roleta de erros e demais imagens utilizadas como alternativas de resultado, optamos por arquivos externos no formato .png (com fundo transparente). Inicialmente, essas imagens foram elaboradas e editadas na plataforma Canva (ver imagens em <https://bit.ly/3YECqNQ>) - o site pode ser acessado por meio de uma conta educacional que possui vários benefícios, bastando apresentar um documento que comprove seu vínculo a uma instituição de ensino. Após a criação, o fundo das imagens foi removido com o auxílio do site Remove.bg (<https://www.remove.bg/pt-br>) - ver Figura 99.

Figura 99 - Roleta erro e acerto.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A etapa final refere-se à inserção das perguntas. Optamos por não utilizar a função “Perguntas interativas”, considerando que o sistema de *feedback* não atende de forma satisfatória às demandas do jogo. No modo “Gamificação”, as respostas corretas e incorretas geram apenas uma mensagem textual que desaparece rapidamente, retornando imediatamente à mesma pergunta. Diante disso, planejamos inserir ícones visuais que indiquem acerto ou erro, os quais permanecerão visíveis até que sejam clicados.

Para isso, ao aplicar a função “Adicionar animação” a um hexágono, selecionamos a opção “Ao clicar” e o tipo “Filtro” em preto e branco. Em seguida, vinculamos a ele uma janela em branco, redimensionando-a para coincidir com a “Tela de criação”. Dentro dessa janela, inserimos elementos de texto para enunciar a pergunta e cada uma das respostas (separadamente). Também desbloqueamos o ícone “Fechar janela” (formato de X), posicionando-o no canto superior direito, adicionamos dois ícones (um para a resposta correta e outro para a incorreta), um cronômetro, um hexágono colorido correspondente à alternativa escolhida e, por fim, um “Randomizer” com quatro números de equipes, conforme a Figura 100.

Figura 100 - Elementos das perguntas ou desafios.

Como a quantidade de movimento de um objeto se relaciona com sua velocidade?

- A) Diretamente proporcional
- B) Inversamente proporcional
- C) Quadraticamente proporcional
- D) Não há relação
- E) Exponencialmente proporcional

00:00

genially EDUCATION

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para personalizar o *feedback*, utilizamos o recurso “Mostrar”, disponível na função “Adicionar interatividade”, associando as respostas corretas ao ícone de polegar para cima e as incorretas ao polegar para baixo, como ilustrado na Figura 101. Essa ação deve ser configurada individualmente para cada item.

Figura 101 - Função “Mostrar” - Ligação das opções de resposta aos ícones para realização de *feedback*.

quantidade de movimento de um objeto se relaciona com sua velocidade?

A) Diretamente proporcional
B) Inversamente proporcional
C) Quadraticamente proporcional
D) Não há relação
E) Exponencialmente proporcional

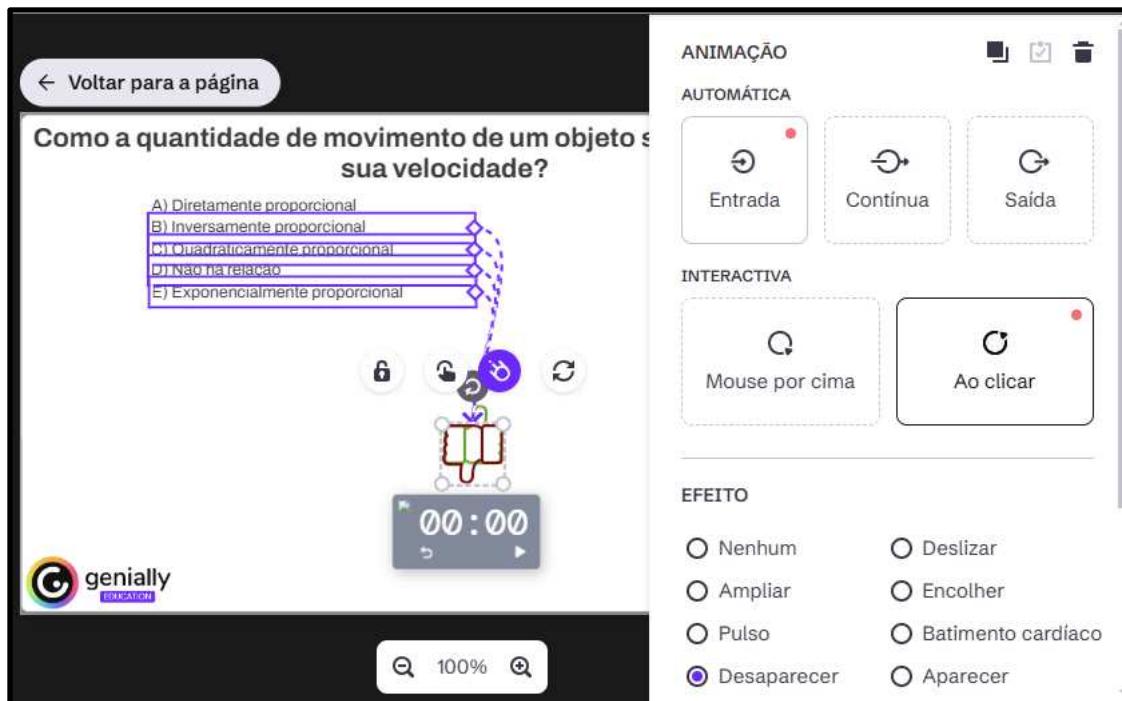
quantidade de movimento de um objeto se relaciona com sua velocidade?

A) Diretamente proporcional
B) Inversamente proporcional
C) Quadraticamente proporcional
D) Não há relação
E) Exponencialmente proporcional

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, aplicamos a função “Adicionar animação”, selecionando o recurso “Ao clicar” com a opção “Desaparecer”, de forma que, ao selecionar uma resposta incorreta e visualizar o ícone de reprovação, o professor possa ocultá-lo clicando sobre ele, prosseguindo no jogo (ver Figura 102).

Figura 102 – Função “Adicionar animação” → “Ao clicar” → “Desaparecer”.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Repetindo esse procedimento para as demais perguntas, finalizamos a maioria dos elementos que compõem o jogo Dimensões. Adicionalmente, criamos uma página de apresentação e outra contendo as regras, utilizando janelas, textos, ícones e imagens.

4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para a apresentação do jogo, começemos por sua interface inicial, disponível, primeiramente, no link <https://bit.ly/3AnqWFh> e, após algumas alterações decorrentes de sugestões de certos estudantes, no link <https://bit.ly/4fgTijI> (ver Figura 103).

Figura 103 - Página inicial do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

Vale ressaltar, desde o início, que o jogo pode ser reutilizado ou editado por meio da opção “Reutilizar este Genially”, localizada no canto inferior da página inicial. Essa página do Dimensões possui um *link* para acesso às regras do jogo, representado por um ícone no canto inferior direito. A página resultante está apresentada na Figura 104.

A seguir, apresentam-se as regras do Dimensões, acessíveis por meio das páginas indicadas nos *links* numerados de 1 a 9, conforme ilustrado na Figura 104. Cabe destacar que, na página correspondente ao *link* 1, encontra-se outro elemento fundamental do jogo: a meta ou objetivo do Dimensões (McGonigal, 2017).

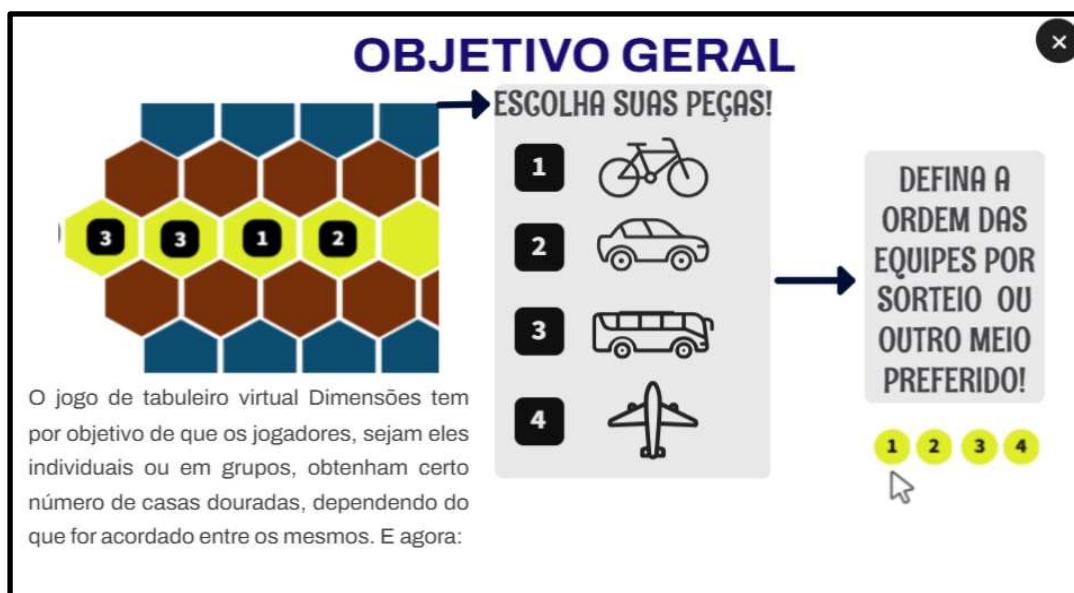
Figura 104 - Regras do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

Identifica-se, a partir da Figura 105, a presença de peças, avatares e casas (elementos característicos dos jogos de tabuleiro) (Carvalho, 2022). Ainda na mesma figura, observa-se que o objetivo geral do Dimensões é a obtenção do maior número possível de “casas douradas”. Além disso, nota-se a presença do elemento de personalização. Isso se evidencia pelo fato de o jogo permitir que seja jogado em grupos ou individualmente, pelo acordo prévio sobre quantas “casas douradas” são necessárias para a vitória e pela definição do meio pelo qual se determina a ordem das equipes. Tais possibilidades demonstram o ajuste de aspectos do jogo conforme as preferências dos estudantes.

Figura 105 - Link 1 - Objetivo geral



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na página “Primeiros Passos”, exibida na Figura 106, nota-se a presença dos dados, outro componente típico dos jogos de tabuleiro (Carvalho, 2022). A figura mostra que, para os estudantes prosseguirem no jogo, é necessário que a primeira equipe, definida por sorteio, lance os dados e escolha uma das entradas do tabuleiro (carro, bicicleta, ônibus ou avião). A quantidade de casas a serem percorridas inicialmente deve ser escolhida entre os dois resultados obtidos nos dados. Após esse movimento inicial, a equipe deve avançar mais casas, conforme o número do outro dado, seguindo as direções A, B, C, D, E ou F. O elemento de interatividade aparece de forma clara nesse ponto e permeia toda a experiência de jogo.

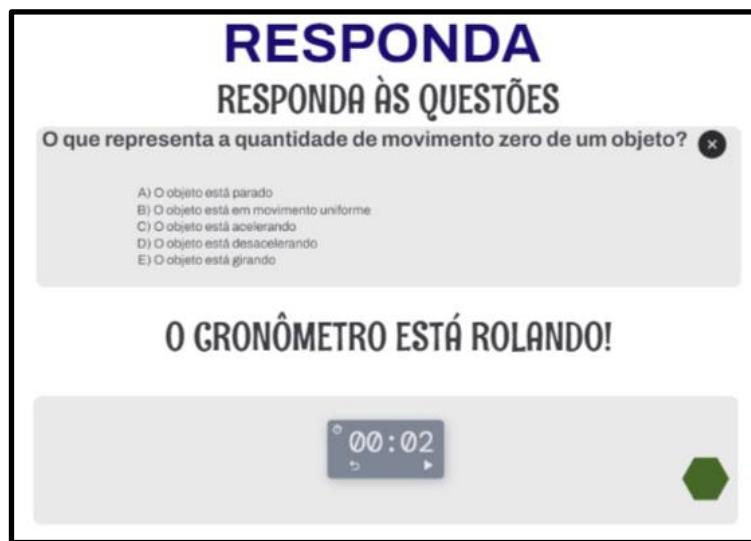
Figura 106 - Link 2 - Primeiros passos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na página “Responda” (Figura 107), os estudantes deverão, por meio do trabalho em equipe, responder às perguntas apresentadas. Neste momento, evidenciam-se elementos dos jogos como colaboração, competição, desafios/missões e *feedback* instantâneo. A interação social foi intencionalmente planejada, tendo em vista seu papel determinante para a aprendizagem (Vygotsky, 2002).

Figura 107 - Link 3 - Responda



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ademais, a competição, a colaboração e a presença de um cronômetro, que limita o tempo de resposta, favorecem o desenvolvimento de habilidades como tomada

de decisão rápida, estratégia e planejamento, análise das ações dos oponentes, adaptação a novos contextos, concentração e foco, além da resiliência.

Observa-se também a promoção de habilidades cognitivas como resolução de problemas, pensamento crítico, tomada de decisão, raciocínio lógico, análise de dados e aprendizagem contínua.

Além disso, nota-se o aspecto emotivo do jogo. Os estudantes devem lidar com opiniões divergentes, buscar autonomia e integrar-se socialmente — fatores que podem gerar conflitos pessoais e interpessoais. Tais situações possibilitam o desenvolvimento de habilidades socioemocionais como empatia, resiliência, cooperação e colaboração, escuta ativa, comunicação eficaz, negociação, resolução de conflitos e liderança, promovendo, assim, o bem-estar emocional. Essas ações dialogam com as concepções de Wallon (1968), que defende o meio social como elemento essencial ao desenvolvimento cognitivo e emocional, favorecendo o surgimento das funções psicológicas superiores.

Na página “Acertou?” (Figura 108), observa-se o elemento de recompensa. Quando os estudantes acertam uma pergunta, devem mover uma peça “certo”, de cor amarela, para uma das casas de cor correspondente à pergunta respondida, conforme mostrado na figura. Em seguida, devem girar a “Roleta Prêmio”, podendo obter a chance de lançar um ou dois dados. Essa roleta foi projetada com um mecanismo regulador, de modo a evitar que um grupo com domínio satisfatório do conteúdo jogue continuamente, o que poderia desestimular os demais. Essa característica evidencia a presença de elementos dos jogos de sorte (Carvalho, 2022).

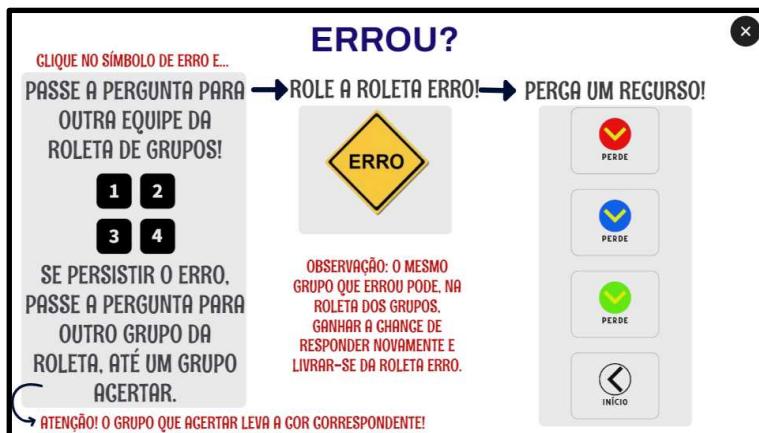
Figura 108 - *Link 4 - Acertou?*



Fonte: Elaborada pelo autor.

O link 5 (Figura 109) apresenta mais uma característica dos jogos de sorte: a penalidade ou punição, cujo objetivo é desencorajar determinadas ações ou comportamentos. Essas penalidades contribuem para o equilíbrio e a justiça no ambiente do jogo. Observa-se também que, caso um grupo erre uma questão (aspecto essencial ao construtivismo de Piaget (1975)), a vez é passada para outro grupo, acionando-se a “Roleta de Grupos” para selecionar uma nova equipe. No entanto, dependendo do fator sorte, a mesma equipe pode ser escolhida novamente e ter a chance de responder à pergunta outra vez. Após o acerto, o professor-pesquisador assume o papel de mediador, oferecendo *feedback* complementar sobre o conteúdo abordado. Nas metodologias ativas, contexto no qual o presente jogo se insere, o professor atua como facilitador da aprendizagem (Bacich; Moran, 2018).

Figura 109 - Link 5 - Errou?



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para concluir essa parte, o grupo que acertar posiciona o “certo” na casa correspondente à cor da pergunta, enquanto a equipe que errar deve clicar na “Roleta Erro”. Essa roleta pode indicar a retirada de um “certo” (vermelho, azul ou verde) ou a punição de voltar ao início do jogo. Essa penalidade foi planejada para aumentar a motivação dos estudantes, visto que, devido à estrutura do tabuleiro, uma combinação de dados pode permitir a obtenção de uma “casa dourada” em uma única jogada (promovendo, assim, o equilíbrio e o estímulo à participação).

Na Figura 110, observa-se como se dá a pontuação, um elemento fundamental nos jogos de regras. As perguntas são classificadas por cores: vermelhas (difíceis), azuis (médias) e verdes (fáceis). Quando uma equipe responde a duas perguntas vermelhas,

conquista uma casa dourada; para as perguntas azuis, são necessários três acertos, e, para as verdes, quatro. A seguir, será demonstrado como posicionar o avatar do grupo em uma casa dourada, localizada no centro do tabuleiro.

Figura 110 - *Link 6 - Pontuação*



Fonte: Elaborada pelo autor.

A página correspondente ao *link 7* (Figura 111) mostra duas maneiras de conquistar uma “casa dourada”. A primeira ocorre quando o avatar, por meio da movimentação resultante dos dados, atinge naturalmente uma “casa dourada”. Para isso, utiliza-se uma peça específica — um ícone com o número do grupo —, a qual permanecerá na referida casa. A peça que chegou ao centro do tabuleiro retorna ao início. A segunda forma ocorre quando a equipe acumula o número necessário de casas de cada cor, conforme indicado nas regras da Figura 30. Nesse caso, como ainda não se sabe qual casa o grupo deve conquistar, é necessário rolar os dados e escolher entre as duas entradas centrais do tabuleiro (“Caminho Preferido” ou “Caminho Favorito”). A quantidade de casas a ser percorrida corresponde à soma dos dados. Aqui, reforçam-se os elementos de personalização e exploração.

Figura 111 - *Link 7 - Chegou no dourado?*



Fonte: Elaborada pelo autor.

O *link* 8 (Figura 112) mostra que, quando uma peça chega a uma casa já ocupada por outra, esta última é retirada e retorna ao início. Essa dinâmica assemelha-se à de jogos clássicos como ludo, damas ou xadrez, fomentando um ambiente de competição e estratégia. Essa mecânica contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas como atenção, concentração, raciocínio lógico, pensamento crítico e análise de dados.

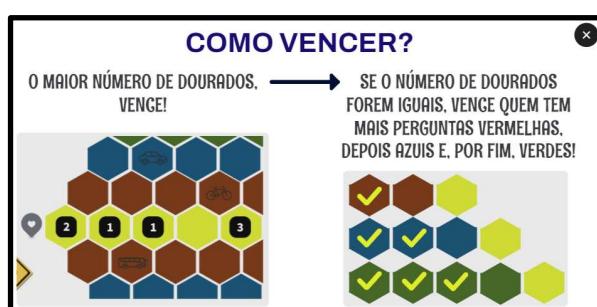
Figura 112 - *Link* 8 - Tem vaga?



Fonte: Elaborada pelo autor.

A última página das regras (Figura 113) explica como se vence o jogo. A equipe vencedora será aquela que tiver mais “casas douradas”. Caso duas ou mais equipes empatem, o critério de desempate será o número de casas vermelhas conquistadas, seguido pelo número de casas azuis e, por fim, pelas verdes. Essa flexibilidade demonstra, mais uma vez, a capacidade de personalização do jogo, permitindo múltiplas formas de vitória, com regras que podem ser acordadas entre as equipes.

Figura 113 - *Link* 9 - Como vencer?



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para encerrar, conclui-se que, se todos os elementos do jogo Dimensões estiverem em equilíbrio, ele será capaz de promover o estado de *flow*, momento em que a atenção dos estudantes se torna ordenada e completamente investida na atividade.

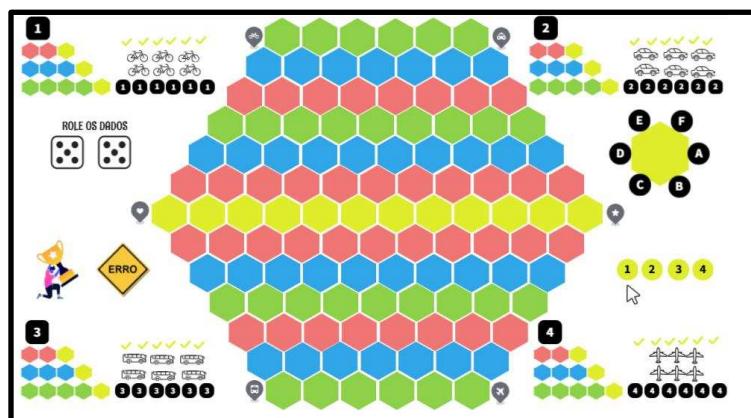
(Csikszentmihalyi, 1999). Ademais, com o objetivo de alcançar a aprendizagem significativa proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1978), buscou-se elaborar um material potencialmente significativo, em diálogo constante com os estudantes, por meio de abordagens contextualizadas e interdisciplinares. Dessa forma, esperou-se que os conhecimentos prévios fossem mobilizados e aprimorados, tornando-se relevantes para o desenvolvimento do jogo. Com a motivação advinda do equilíbrio entre os elementos lúdicos, almejou-se que a aprendizagem ocorresse de forma prazerosa, divertida e significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

5 ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Vamos, agora, apresentar como o jogo pode ser aplicado. Inicialmente, ele pode ser configurado em diferentes tempos, a partir das regras previamente acordadas entre os participantes. A preparação da aula exigirá a utilização de um computador para acessar a plataforma Genially e de um projetor multimídia. Essa preparação deve ocorrer antes do início da aula, com o objetivo de ligar os equipamentos e testar o jogo, evitando, assim, a perda de tempo com eventuais problemas técnicos que possam surgir durante a atividade.

O jogo pode ser acessado, caso o usuário esteja na página das regras, por meio do ícone em formato de casa, localizado no canto inferior direito. Ao clicar nesse ícone, a página do tabuleiro do jogo será exibida, conforme ilustrado na Figura 114.

Figura 114 - Tabuleiro do jogo Dimensões



Fonte: Elaborada pelo autor.

No início da aula, a turma deve ser dividida em quatro grupos de até cinco integrantes (ou mais, caso o número de alunos assim o exija). Durante o desenvolvimento do jogo, como parte de uma avaliação qualitativa, o professor tem liberdade para realizar observações sobre o comportamento e a participação dos estudantes. Além disso, se julgar necessário, o professor pode fornecer *feedbacks* complementares após as respostas dos alunos.

Por fim, caso o tempo disponível não seja suficiente para se alcançar um vencedor, recomenda-se acordar com os estudantes um objetivo mais curto, como, por exemplo, a redução do número de casas douradas necessárias para vencer a partida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Produto Educacional tem como objetivo orientar professores que desejam utilizar o jogo educativo digital Dimensões em suas aulas de Física. O principal propósito do Dimensões é facilitar o ensino dos conceitos de impulso e quantidade de movimento de forma interativa, lúdica e colaborativa, promovendo uma maior compreensão dos conteúdos por meio da Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ).

O jogo foi desenvolvido com a intenção de aumentar o engajamento dos alunos e estimular o protagonismo no processo de aprendizagem, oferecendo desafios práticos e contextualizados que possibilitam a aplicação direta dos conceitos teóricos. Espera-se que, ao utilizar o Dimensões, os estudantes consigam desenvolver habilidades essenciais, como a resolução de problemas, o pensamento crítico e o trabalho em equipe (competências fundamentais tanto para o aprendizado da Física quanto para o desenvolvimento integral dos alunos).

O jogo pode ser adaptado a diferentes contextos e realidades escolares. Além de sua aplicação direta nas aulas de Física, pode ser utilizado em atividades extracurriculares, grupos de estudo ou mesmo em avaliações com dinâmicas diferenciadas. O professor tem a possibilidade de modificar as perguntas e a dinâmica do jogo, ajustando-o conforme o nível de conhecimento da turma ou integrando-o a outras áreas do saber. Outra alternativa é expandir seu uso para a introdução de novos conceitos, tornando-o uma ferramenta de ensino contínua e flexível.

Embora tenha sido originalmente projetado para abordar conteúdos específicos da Física, o Dimensões pode ser adaptado para outras disciplinas, permitindo que professores de diversas áreas utilizem sua estrutura para ensinar conteúdos variados. A plataforma Genially, utilizada para o desenvolvimento do jogo, apresenta uma interface simples e intuitiva, que pode ser explorada na criação de novos jogos e atividades pedagógicas.

Em síntese, o Dimensões configura-se como uma ferramenta educacional versátil, que oferece múltiplas possibilidades de uso. Cabe ao professor adaptar e explorar suas funcionalidades para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. O êxito de sua aplicação depende de um planejamento pedagógico cuidadoso e da capacidade do docente

em mediar as interações, garantindo que o jogo funcione como um complemento eficaz às práticas educacionais.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda, 1978.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- CARVALHO, ARNALDO V.. Jogos de tabuleiro e seu universo, 2022. In: LIMA, L. et al. **Jogos de tabuleiro na educação**. São Paulo, SP: Devir, 2022.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. . **A descoberta do fluxo: a psicologia do envolvimento com a vida cotidiana**. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- GEE, James Paul. **Good video games and good learning: Collected Essays on Video Games, Learning and Literacy**. 2nd ed. Peter Lang Publishing, 2013.
- GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2007.
- KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- LOPES, O. R. **Jogo “ciclo das rochas”**: um recurso lúdico para o ensino de geociências. 2007. Mestrado (Ensino e História em Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2007.412754>. Acesso em: 03 jul. 2024.
- MCGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo**. Editora Best Seller, 2017. E-book. ISBN: 978-85-465-0038-3. Disponível em: <https://abrir.site/MttQD>. Acesso em: 02 jul. 2014.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- OLIVIER, Carlos Eduardo; ZAMPIN, Ivan Carlos. **Importância das aplicações das metodologias ativas em sala de aula**. Revista Educação em Foco, v. 16, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://abrir.site/rFZPv>. Acesso em: 02 jul. 2024.
- PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- SILVA, L. G. Jogos e situações-problema na construção das noções de lateralidade, referências e localização espacial. 2005. In: CASTELLAR, S. **Educação geográfica: teorias e práticas docentes**. São Paulo: Contexto, 2005, p. 137-156.
- UYEDA, Fabiana Aparecida Santos. **Construção e aplicação de uma coleção de jogos didáticos para ensino de física no ensino médio**. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2018. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/1233>. Acesso em: 04 jul. 2024.

VYGOTSKY, Lev. **Pensamento e Linguagem**. Editora Ridendo Castigat Mores (www.jahr.org), (1998), 2002. Disponível em: <https://abrir.site/SiLRJ>. Acesso em: 17 jul. 2024.

WALLON, Henri. **A Evolução Psicológica da Criança**. São Paulo: Martins Fontes, 1968.

ZANON, R.; GUERREIRO, A.; OLIVEIRA, S. **Jogos Didáticos no Ensino de Ciências**. Brasília: Ministério da Educação, 2008.