



UFRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FÍSICA

LICENCIATURA EM FÍSICA

ARTHUR MARTINS PREGIONI

**Aprendizagem baseada em jogos: Desenvolvimento do jogo
Penalidade Máxima**

Rio de janeiro

2023

ARTHUR MARTINS PREGIONI

**Aprendizagem baseada em jogos: Desenvolvimento do jogo
Penalidade Máxima**

Monografia apresentada ao Instituto de Física
da Universidade Federal do Rio de Janeiro,
como parte dos requisitos para conclusão
do curso de Licenciatura em Física.

Orientador: Fabrício Frizera Borghi

Rio de Janeiro

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente dedico essa monografia ao meu professor de física do ensino médio, Rafael Trovão, se não fosse por sua didática e dedicação, eu não chegaria onde estou. Além disso, me ensinou o que realmente é a docência e até hoje me inspira cada vez mais.

Dedico também a minha mãe, Elaine, minha irmã Helena, meus avós, Leide, Solange e José, minhas tias, Eliana e Claudia e em especial meu avô Jesus Pregioni que já não está mais entre nós. Por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e acreditando em mim nos meus momentos mais difíceis.

Dedico também aos meus amigos Renan e Marcos Yuri, verdadeiros irmãos que ganhei com a vida, assim como Heitor e Guilherme, fortes amizades construídas ao longo de minha graduação.

Aos meus professores, em especial, meu orientador Fabrício Frizera Borghi, por me indicar os caminhos para a realização desta monografia.

E a Isadora, por estar ao meu lado, principalmente ao longo da elaboração deste trabalho, me apoiar e tornar a minha vida mais doce.

"Então o que você diz? Por que
não ajudar uns aos outros nesta
jornada solitária?" (Dark Souls)

Resumo

Com base nos constantes avanços tecnológicos presentes em todos os aspectos do cotidiano, a educação é uma área que poderia se beneficiar muito com essas evoluções. Apesar do Brasil enfrentar dificuldades de acesso às tecnologias e aos jogos eletrônicos, muito pode ser abordado para a inserção dos mesmos nas salas de aulas brasileiras. Este trabalho terá como foco a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), uma prática que tende a contribuir para que a educação absorva mais tecnologias. Diferente da Gamificação, que atribui elementos de jogos ao processo, a ABJ busca em de fato aplicar jogos para o contexto do ensino, seja ele dentro ou fora da sala de aula. A ABJ possui diversas abordagens e aplicações, como uma vasta quantidade de trabalhos de trabalhos que a envolvem, bem como jogos desenvolvidos ou não para o ensino, mas que podem ser utilizados nesse contexto. Este trabalho também versa sobre o desenvolvimento e a física do jogo Penalidade Máxima, utilizando o GameMaker Studio 2, tendo como motivação um formulário de pesquisa realizado previamente ao seu desenvolvimento. Além de seu desenvolvimento, o leitor encontrará um manual de utilização do jogo em sala de aula.

Palavras-chave: Física, Aprendizagem baseada em jogos, Gamificação, Tecnologia, Jogos digitais.

Abstract

Based on the constant technological advances present in all aspects of everyday life, education is an area that could benefit greatly from these developments. Despite Brazil facing difficulties in accessing technologies and electronic games, much can be addressed for their insertion in Brazilian classrooms. This work will focus on Game-Based Learning (JBL), a practice that tends to contribute to education absorbing more technologies. Unlike Gamification, which attributes game elements to the process, ABJ seeks to actually apply games to the teaching context, whether inside or outside the classroom. The GBL has several approaches and applications, such as a vast amount of works that involve it, as well as games developed or not for teaching, but that can be used in this context. This work also deals with the development and physics of the game Penalidade Máxima, using GameMaker Studio 2, having as motivation a research form carried out prior to its development. In addition to its development, the reader will find a manual for using the game in the classroom.

Keywords: Physics, Game-based learning, Gamification, Technology, Digital games.

Lista de ilustrações

Figura 1 -	Circuit Construction Virtual Lab	- 14
Figura 2 -	TinkerCad Circuit Design	- 14
Figura 3 -	Ambiente do jogo Newtonia	- 15
Figura 4 -	Ambiente de criação do Kahoot	- 16
Figura 5 -	Atuação dos vetores no personagem	- 24
Figura 6 -	Mapa com exemplos de circuitos lógicos	- 25
Figura 7 -	Reprodução do operador lógico 'e'	- 25
Figura 8 -	Seres de baixa complexidade no spore	- 26
Figura 9 -	Interface Cell to Singularity	- 27
Figura 10 -	Ambiente do jogo Penalidade máxima GameMaker	- 30
Figura 11 -	Gráfico das respostas do formulário	- 31
Figura 12 -	Exemplo da programação de propriedades	- 32
Figura 13 -	Ambiente do jogo, marcações, vetores e módulos das velocidades	- 33

Sumário

1	INTRODUÇÃO	- 10
2	A APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS	- 12
2.1	APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS X GAMIFICAÇÃO	- 14
3	A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA EM SALA DE AULA E A APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS	- 17
3.1	O HISTÓRICO DE USO DA TECNOLOGIA EM SALA DE AULA NO BRASIL	- 17
3.2	O CRESCIMENTO DA TECNOLOGIA NO BRASIL E A INCLUSÃO DIGITAL	- 19
3.3	AS DIFERENTES APLICAÇÕES DA APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS	- 22
4	DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO JOGO PENALIDADE MÁXIMA	- 29
4.1	MOTIVAÇÃO PARA O JOGO PENALIDADE MÁXIMA	- 29
4.2	A PROGRAMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO JOGO	- 31
4.3	MANUAL DE USO DO JOGO PENALIDADE MÁXIMA EM SALA DE AULA	- 33
5	CONCLUSÃO	- 36
6	REFERÊNCIAS	- 38

1. INTRODUÇÃO

É notável o crescimento do uso de tecnologias digitais no cotidiano, com uma tendência para o seu uso em sala de aula. Tais tecnologias se manifestam de várias maneiras como uso de *slideshows*, simulações, pesquisas na internet, filmes, imagens, etc.

Uma dessas tecnologias é a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), um conhecido método de ensino no qual consiste em utilizar jogos em contextos de ensino para construir ou auxiliar a aprendizagem (PRENSKY, 2012). Com o avanço das tecnologias, a ABJ foi aprimorada para também compreender os jogos eletrônicos, que tiveram seu surgimento em 1958 com o jogo “*Tennis for Two*” criado por William A. Higinbotham (SMITH, 2019). Ao longo das últimas duas décadas, o alcance progressivo iniciado com o lançamento do videogame mais vendido de todos os tempos, o Playstation 2, que teve 155 milhões de unidades vendidas (SONY COMPUTER ENTERTAINMENT, 2019). O PS2, mesmo após 20 anos do seu lançamento, ainda é o 3º console mais utilizado no Brasil e representa 23,6% dos videogames possuídos pelos brasileiros, segundo a Pesquisa Game Brasil (PESQUISA GAME BRASIL, 2020). O resultado desta pesquisa revela a popularidade desse videogame mas também uma possível dificuldade de acesso aos videogames mais recentes.

Apesar do problema de acesso, os jogos se mostraram mais presentes em nossa sociedade, onde 74,5% dos brasileiros afirmaram que costumam jogar jogos eletrônicos (PESQUISA GAME BRASIL, 2022). A inserção de jogos digitais se manifesta principalmente através dos jogos de celular, onde 48,3% da população afirma jogar, mostrando uma expressiva popularização dos jogos, maior até mesmo que a ocorrida nos anos 2000, uma vez que 84,4% da população brasileira possui acesso a um *smartphone* (IBGE, 2021).

Como resultado disso, os jogos eletrônicos tornaram-se também mais presentes no contexto do ensino, como pôde ser visto em séries de jogos como “Coelho Sabido” (Reader Rabbit's Toddler, 1986). Este jogo é utilizado para os primeiros anos do ensino básico, onde os jogos de sua série eram divididos por classe (primeira série, segunda série, etc.). O jogo baseia-se em pequenos desafios com ênfase em alfabetização, adequados para o ensino de crianças daquele ano escolar, com uma história em pano de fundo para motivar os alunos a seguirem jogando. Onde o jogo, por sua ênfase na alfabetização dos alunos, focando nos primeiros anos do ensino fundamental (SIQUEIRA; PEREIRA; FORTUNATO, 2019). Muito popular nas escolas brasileiras, o jogo também foi utilizado para alfabetizar crianças de 9 a 13

com defasagem escolar em uma Escola Municipal de Ensino Fundamental na cidade de Itapetininga/SP.

Mas apesar da criação de jogos específicos para o ensino, há também jogos que não foram criados no intuito de ensinar, porém acabam adquirindo essa função de maneira involuntária. Jogos como ‘Minecraft’ (2009), que ganhou uma versão exclusiva para a educação em 2013 (Minecraft for education, 2013) e ‘Spore’ (2008), são famosos por terem sido criados para serem vendidos como jogos tradicionais da indústria do entretenimento, porém ganharam a função educacional visto as suas propriedades educativas. Apesar da possibilidade de aplicação para o ensino, não necessariamente esses jogos não são necessariamente considerados jogos educativos.

Este trabalho irá abordar a Aprendizagem Baseada em Jogos e utilizar seus conceitos para o desenvolvimento de um jogo educativo voltado para o ensino de física para a introdução da cinemática nos níveis fundamental e médio da educação básica. O segundo capítulo desta monografia abordará o contexto básico da ABJ, onde haverá um panorama geral sobre esse método. O terceiro capítulo abordará diretamente o uso das tecnologias em sala de aula, em especial os jogos eletrônicos e sua aplicação dentro da Aprendizagem Baseada em Jogos. O quarto capítulo terá como a sua abordagem principal o desenvolvimento e a física utilizada no jogo criado, onde será apresentada a proposta do Penalidade Máxima, e também um pequeno manual para sua utilização em sala de aula. O quinto capítulo será destinado para a conclusão.

2. A APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), é uma metodologia de ensino que é baseada no desenvolvimento e utilização de jogos para o ensino, onde seu objetivo é facilitar o aprendizado dos alunos, mantendo as características atrativas dos jogos, proporcionando um desafio, estimulando a criatividade dos alunos por meio de sua ludicidade. Além disso, os jogos também podem ser utilizados para estimular a cooperação e competição saudável entre os alunos.

Os Jogos Olímpicos da Grécia antiga são um exemplo da ABJ, onde eram realizados diversos esportes não somente na intenção de descobrir quais eram os melhores competidores, mas também de treinar as capacidades físicas, desenvolver disciplina e promover uma educação corporal para cada atleta. Tais aprendizados são tão relevantes que os jogos olímpicos são realizados até hoje e suas modalidades são estudadas não só por educadores físicos, mas por psicólogos e educadores no geral (SILVA, DUARTE, 2020).

Uma definição que os jogos possuem um importante papel no contexto educacional, principalmente pelo seu potencial em desenvolvimento cognitivo, onde se tornam principal objeto de estudo para neurocientistas, que estudam os desafios trazidos pelos jogos para seus usuários (Ramos; Pimentel, 2021). Uma definição tradicional de um jogo é que a partir de regras a serem seguidas uma meta deve ser cumprida pelo uma meta deve ser cumprida de forma voluntária pelo jogador (MCGONIGAL, 2012). Ao atingir alguma meta, o jogo pode devolver informações ao jogador para que tome decisões intermediárias. Seguindo a definição de McGonigal, podemos entender melhor como um jogo pode funcionar dentro do método da ABJ, uma vez que Skinner, em Sobre o Behaviorismo, fala sobre o uso de recompensas para estimular os alunos em sala de aula (SKINNER, 1974). Voltando ao exemplo da Grécia antiga, as recompensas oferecidas aos jogadores campeões das olimpíadas eram coroas de louros, o que corrobora com os elementos que compõem os jogos apresentados por McGonigal e que seguem as ideias de ensino defendidas por Skinner.

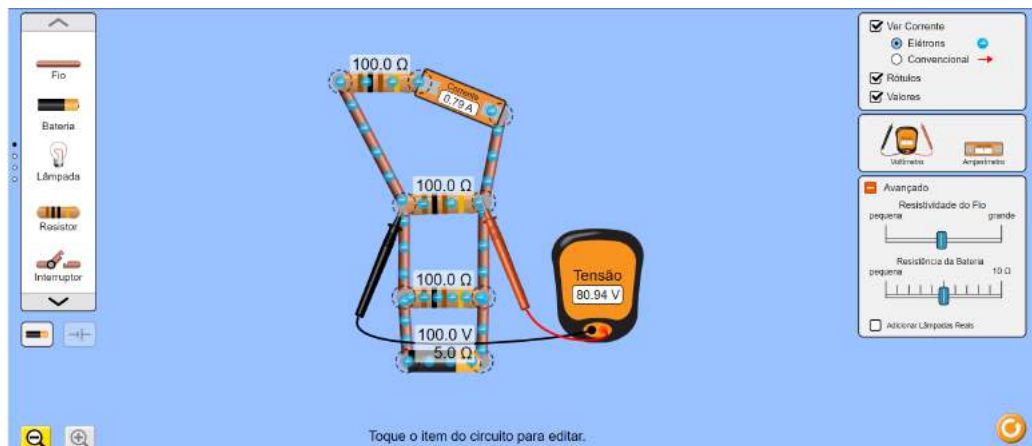
Em suma, é notável que os jogos estão diretamente ligados a estratégias educacionais, e a Aprendizagem Baseada em Jogos parte disso para proporcionar uma abordagem diferente para os alunos. Essa abordagem impacta, em especial, os casos onde a educação tradicional de sala de aula torna-se limitada, e acaba por não se tornar tão interessante para os alunos (TEIXEIRA, 2018).

Podemos ver uma aplicação de uma atividade baseada no conceito da ABJ, para a disciplina de física, sem entrar no campo dos jogos eletrônicos em atividades como jogos da

memória, jogos de charadas, entre outros. Apesar de que existam jogos didáticos ‘analógicos’, utilizados para o ensino de física, é notável que os jogos eletrônicos estão cada vez mais acessíveis e também são um território fértil para a ABJ por conta da quase infinita gama de possibilidade que podem ser configuradas e obtidas no mundo digital. Demonstrações que não seriam possíveis de serem vistas a olho nu, ou em condições cotidianas, como em situações fora do contexto da Mecânica Clássica, visualização de partículas microscópicas e seus funcionamentos, ou até mesmo simulações de circuitos que fecham curto, mas por se tratar de um jogo, não trazem perdas materiais ou acidentes.

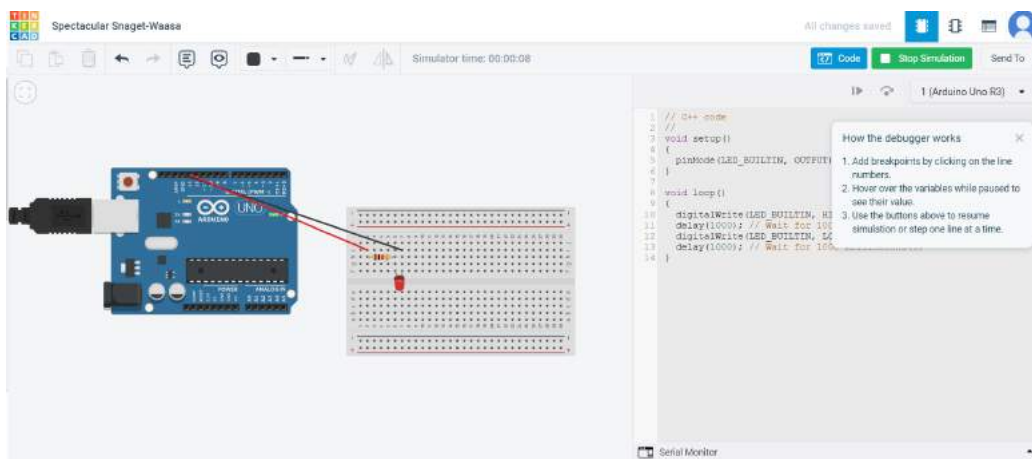
Um exemplo de simulação que segue esse conceito é o ‘Circuit Construction Virtual Lab’, construído pelo PhET Colorado que, apesar de não se tratar necessariamente de um jogo, a simulação possui elementos interativos nos quais se torna possível editar e criar o circuito de sua maneira, estando ela certa ou errada, o que proporciona diversas interações possíveis, como por exemplo a medição de um circuito de resistores em paralelo, série, etc. Apesar de ter algumas imprecisões e erros, como todo programa de computador, simulações como essas passaram a ser adotadas em diversas escolas, devido ao seu potencial ilustrativo, facilidade de acesso e ludicidade (ROSSI, 2015). No simulador é possível não somente estabelecer parâmetros básicos para a criação de circuitos, como também alguns mais avançados como a resistência do fio e também a resistividade interna da bateria, onde podemos criar situações mais parecidas com as vividas no cotidiano, tornando a medição mais precisa e condizente com a vida real. Outro simulador famoso é o TinkerCad, no qual possui uma abordagem um pouco mais avançada, que nos permite realizar simulações mais complexas, como por exemplo uma placa de arduino, e nele podemos realizar a programação da mesma. O grau de importância de tal simulador é notável, visto sua utilização em diversos cursos de física experimental e laboratórios avançados durante os períodos remotos ocorridos durante a pandemia de COVID-19. Nas figuras 1 e 2 podemos ver exemplos de circuitos nos simuladores do PhET e do TinkerCad.

Figura 1 - Circuit Construction Virtual Lab



Fonte: Autor

Figura 2 - TinkerCad Circuit Design



Fonte: Autor

Nota-se que na física, as simulações mostram-se presentes e possuem diversos exemplos que podem ser utilizados no ensino de física. Contudo, os jogos didáticos são mais escassos e sua diversidade é reduzida quando comparados às simulações, tornando-se um nicho a ser preenchido. Um exemplo de jogo didático desenvolvido para o ensino de física é o jogo Newtônia, jogo de plataforma 2D, no qual possui como foco principal introduzir novos conceitos de física, utilizando de uma abordagem mecânica, apresentando de maneira não verbal situações do cotidiano do aluno, como gravidade, lançamentos, forças, etc (Silva, 2020). Na figura 3 podemos ver um exemplo do jogo em funcionamento, realizando uma atividade de lançamento de projéteis.

Figura 3 - Ambiente do jogo Newtonia



Fonte: Jogo digital de plataforma 2D como organizador prévio no ensino de física: Paulo Ricardo de Souza Silva

2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS X GAMIFICAÇÃO

É importante mencionar que a Aprendizagem Baseada em Jogos e a Gamificação, apesar de possuírem alguns elementos que as tornam semelhantes, são métodos de aprendizagem completamente diferentes. Na ABJ trata-se a utilização de jogos como mediador de aprendizagem, já a Gamificação se baseia no uso de elementos que compõem os jogos para auxiliar e motivar ensino, como por exemplo o uso de níveis, turnos, pontos, placares, chefes, combates, recompensas, entre outros (NASCIMENTO, R; NASCIMENTO, P; 2018). Não necessariamente envolvendo um jogo de fato, mas sim, tornando o ensino uma espécie de jogo.

Um exemplo de aplicação da gamificação é a criação de *quizzes*, onde se destaca o site kahoot.com, no qual o professor pode predefinir um *quiz* para aplicar aos seus alunos, podendo adicionar slides entre as questões, tornando o quiz uma aula interativa, automaticamente o site registra as respostas dadas por cada usuário e ranqueia os alunos de acordo com a quantidade de acertos, no final, os alunos podem ser recompensados por suas colocações, o que, segundo Skinner, incentiva os alunos a aprender para receber cada vez mais recompensas (SKINNER, 1974). Na Figura 4 podemos ver um exemplo do funcionamento do site:

Figura 4 -Ambiente de criação do Kahoot



Fonte: Autor

Ainda que existam diferenças entre as metodologias, é notável as semelhanças em razão do efeito das recompensas na motivação dos alunos, principalmente por se tratar de uma das características fundamentais dos jogos, onde ambas se tangenciam. Esse encontro ocorre por conta das características dos jogos que, segundo McGonigal, se baseiam em possuir objetivos e receber *feedbacks* pelo cumprimento ou não desses objetivos. Jogos no geral são caracterizados assim, como por exemplo, os já citados Jogos Olímpicos da antiguidade, os competidores eram honrados com coroas de louros. Já para os jogos digitais, temos como exemplo a famosa franquia de jogos Dark Souls, no qual, o seu título original, Dark Souls (2011) foi premiado pelo Golden Joystick Awards como o melhor jogo de todos os tempos¹. Esse título possui a peculiaridade de ser um jogo considerado difícil pela maioria dos jogadores, onde baseado na história complexa do jogo, os principais chefes do jogo representam figuras de alto poder, e por isso, possuem uma dificuldade elevada para serem derrotados. A dificuldade é pautada em barras de vida maiores que as dos inimigos normais, dano elevado e determinadas resistências específicas das quais podem ser incompatíveis com ataques dos jogadores, o que pode anular completamente um jogador.

A dificuldade nesse caso torna-se um fator de aprendizado e recompensa, uma vez que a medida que o jogo se torna mais difícil para o jogador e a batalha contra o chefe necessita de mais tentativas falhas. Dessa forma, o jogador tende a aprender melhor o funcionamento de cada ataque do oponente, como ele se comporta e qual seria a melhor hora de contra-atacar. A experiência e o aprendizado tornam a frustração e o esforço em conquista - a derrota do inimigo. Além disso, essa vitória rende recompensas dentro do jogo, ou dentro do ambiente

¹ Disponível em: www.nme.com/news/BestGameofAllTime

de jogo, como no caso dos clientes de jogos como o Steam, PlayStation Network ou Xbox Live, conhecidos como conquistas, troféus ou semelhantes, um sistema de recompensas famoso entre os jogadores.

Podemos assim, realizar um paralelo com a escola, onde a física é considerada por muitos alunos uma das disciplinas mais difíceis e trabalhosas, ao ponto de, em uma pesquisa com grupos de alunos dos dois primeiros anos do ensino médio, 48,3% deles afirmam que física é uma matéria difícil (SANTOS, SILVA, CARNEIRO, 2019). Para muitos é necessário estudar e praticar exercícios de forma repetitiva para aprender a resolver problemas e assim conseguir obter uma recompensa (uma boa nota, aprovação etc). Para a gamificação, o processo de ensino seguiria dessa forma, porém de uma maneira mais dinâmica, focando nas pequenas etapas e estimulando a cooperação. O que se trata de um elemento dos jogos de extrema importância, que pode ser encontrado em toda a série Dark Souls, no modo cooperativo, um companheiro pode ser ‘invocado’, e com isso eles irão cooperar, o que irá potencialmente tornar o jogo mais fácil e também mais agradável para os jogadores. Assim como para o ensino, uma vez que o ensino é mais eficiente quando acompanhado, como afirma Vygotsky, no seu livro ‘A formação social da mente’ (Vygotsky, 1991) e em cooperação (BARROSO; HIGINO, 2019).

A aprendizagem baseada em jogos e a Gamificação se aproximam ao utilizar jogos como recursos didáticos (SILVA, 2019), uma vez que a gamificação se baseia nos elementos clássicos dos jogos e a ABJ utiliza dos jogos. A ABJ nos dias atuais vêm se tornando cada vez mais acessível e prática, o que facilita a sua aplicação em sala de aula, principalmente visando corrigir os problemas que os alunos costumam apresentar ao longo de seu ensino. No próximo capítulo, iremos abordar sobre isso e discutir melhor sobre o uso de tecnologia em sala de aula e conseqüentemente a aplicação da Aprendizagem Baseada em Jogos, focando principalmente nos Jogos Digitais, que serão o nosso foco não somente para a elaboração desse texto, como também para o desenvolvimento da atividade que será trabalhada.

3. A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA EM SALA DE AULA E A APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

Em vista da expansão tecnológica no cotidiano, é notável que os elementos da ABJ atinjam também o contexto da sala de aula, onde ao longo dos anos mais tecnologias são aplicadas para ditar ou auxiliar o ensino. O que motiva os alunos para se conectarem ao ensino, uma vez que tornou-se comum que alunos levem aparelhos eletrônicos para sala de aula, para uso recreativo (RAMOS, 2012). Segundo o pesquisador Luís Miguel Dias Caetano, em um artigo redigido pelo mesmo, ele afirma: "Um dos campos mais férteis para o uso da tecnologia é o da Educação" (Caetano, 2015). Ao longo do artigo ele aborda as vantagens, desvantagens e motivações para se utilizar tecnologia dentro de um contexto educacional. Baseado nisso, podemos discorrer sobre como as inovações tecnológicas podem afetar o contexto educacional dos alunos. Além disso, torna-se evidente a direta influência dessa evolução da tecnologia para o contexto da aprendizagem baseada em jogos, enquanto os jogos digitais tornam-se o principal ecossistema no qual essa metodologia é aplicada, em especial, no ensino de ciências.

3.1 O HISTÓRICO DE USO DA TECNOLOGIA EM SALA DE AULA NO BRASIL

Apesar da grande desigualdade social, onde os 10% mais ricos ganham cerca de 59% da renda nacional total (WIL; BBC; 2021), o acesso a aparelhos celulares é algo que vêm se tornando essencial para o dia-a-dia da população brasileira. Um aparelho eletrônico, além de ser um meio de comunicação ou entretenimento, torna-se um meio de trabalho ou ensino, o que se popularizou principalmente durante a pandemia de COVID-19, iniciada em 2020.

Antes mesmo da popularização desses aparelhos, houveram outros que se destacaram por trazer inovações tecnológicas para a sala de aula. Um exemplo é o retroprojetor, aparelho semelhante ao projetor digital, no qual era possível projetar imagens ou textos em uma tela. Hoje parece comum, porém se tratava de algo revolucionário para a época, onde um professor poderia otimizar seu tempo, exibindo a transparência na tela projetada ao invés de escrever no quadro todo o texto ou fazer um desenho trabalhoso. Entretanto, notamos que apesar do uso dessa tecnologia ser visto como uma inovação, ela não estava presente no cotidiano do aluno, como algo que se utilizasse dentro de casa.

Uma outra tecnologia mais antiga que foi muito utilizada para o ensino, principalmente dentro do contexto do ensino de línguas foi o rádio. Um instrumento muito

presente no cotidiano dos alunos, ele era utilizado principalmente por professoras de língua estrangeira para realizar atividades de incentivo à compreensão e pronúncia do idioma (SANTOS, 2012). Assim, o rádio, além de se tornar um elemento muito presente na casa dos alunos, também era utilizado para realizar atividades diversas, como transcrição e tradução de músicas populares ou trechos de conversação.

A utilização da tecnologia para o ensino torna-se importante devido a se adequar à realidade material do aluno, uma vez que o ensino é defasado e sofre com a adaptação dos alunos. A geração de alunos que surge por volta do final do século XX já nasceram dentro de um maior contexto tecnológico, onde as tecnologias são, para eles, naturais e parte do cotidiano. Eles não possuem dificuldades de adaptação nem são resistentes ao uso das mesmas e por isso a geração é conhecida por 'Nativos Digitais', nomenclatura dada por Prensky (2001). Nota-se então que para eles, a tecnologia não se torna somente um extra, mas sim uma necessidade e, a partir de uma discussão realizada em um seminário na Universidade Federal de São Carlos, promovido em colaboração com a Universidade de Dartmouth (EUA) em 1971, onde foi discutida a necessidade do uso de computadores no ensino de física (Moraes, 1993).

A partir disso, diversas discussões foram levantadas sobre a utilização dessas ferramentas tecnológicas, onde resultou na divulgação do documento 'Subsídios para a Implantação do Programa Nacional de Informática na Educação', em 1981. Considerado um dos primeiros incentivos de projetos de ensino de informática na escola, seguido do "Programa de Ação Imediata em Informática na Educação" de 1986. Segundo a autora:

“O Programa de Ação Imediata, utilizando a abordagem sistêmica no planejamento, apresentava um elenco de projetos voltados para o atendimento às funções básicas relativas ao uso/aplicação, à produção, à pesquisa, ao desenvolvimento de recursos humanos, além do atendimento às funções de apoio relativas ao fomento, à disseminação e à divulgação da tecnologia de informática educativa.”

Estes documentos resultaram no Programa Nacional de Informática na Educação (PRONINFE), que foi efetivado em 1989 onde, junto ao 1º Plano de Ação Integrada (PLANINFE), atuaram não somente visando a inclusão digital e a formação dos alunos com o ensino de informática, mas também na necessidade da formação dos professores capacitados para ministrar tais aulas e formar tais alunos. A partir disso a disciplina de informática foi introduzida em diversas escolas, onde os estudantes aprendiam desde informações básicas

sobre um computador, como por exemplo como manuseá-lo e qual a função de suas partes. Além disso, aprendiam como utilizar softwares diversos, o que inclui a introdução dos jogos educativos: um novo instrumento de ensino que por muitas das vezes estava presente no dia-a-dia dos alunos.

3.2 O CRESCIMENTO DA TECNOLOGIA NO BRASIL E A INCLUSÃO DIGITAL

Nota-se que ao longo das últimas décadas o Brasil vêm se tornando um país em que sua população faz proveito de mais tecnologia em seu dia a dia visto que, segundo dados do IBGE (2021) anteriormente mencionados, 84,4% da população possui acesso a um *smartphone*. Vários fatores influenciam este resultado, como por exemplo: Smartphones de entrada com custos semelhantes a celulares comuns mais baratos e a necessidade do uso de aplicativos como Whatsapp para contato profissional (HORTA; MASCARENHAS, 2017). É possível concluir que o uso dessas tecnologias foi normalizado e popularizado, porém nem sempre foi assim.

O surgimento de novas tecnologias normalmente traz um problema que afeta o seu uso e disseminação: a dificuldade de acesso. Uma vez que a acessibilidade de recursos tecnológicos em seu lançamento é no geral limitada e possui preços elevados. Um exemplo é o computador, que hoje é popular e até mesmo portátil, já foi um hardware enorme que ocupava uma sala inteira. Eram conhecidos como "mainframes" e tiveram seu surgimento em 1939. Em 1946 foi lançado um modelo de 30 toneladas que ocupava 170 m² e utilizava cerca de 70 mil resistores, 10 mil capacitores, 18 mil válvulas eletrônicas e 6 mil interruptores, chamado ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Calculator). Entretanto, ele foi único e exclusivo para o departamento de engenharia elétrica da Universidade da Pensilvânia, na Philadelphia, que o projetou e desenvolveu (PIRES, 2005). É importante mencionar que de início, os computadores tiveram o seu uso focado para os centros de pesquisa e militares. A invenção do transistor (1948), pelos físicos John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley e do microprocessador de silício (1971) pelo engenheiro Marcian E. Hoff Jr. possibilitaram a introdução de microcomputadores domésticos, conhecido por Apple I (1976) e também a criação do primeiro console de videogames, o Magnavox Odyssey (1972). Estes que, apesar de serem comercialmente viáveis, eram de difícil acesso para a maioria da população, dado os valores elevados e também o desconhecimento da população geral acerca destas tecnologias.

Porém, por volta dos anos 90, onde coincidimos com os planos PRONINFE e o PLANINFE, o panorama do acesso a essas tecnologias passa a mudar, onde podemos notar

que ao passar dos anos, tecnologias mais recentes foram sendo introduzidas ao mercado, e com isso ele foi se tornando mais diverso. Aqueles que não tinham contato com elas foram se aproximando e aprendendo sobre as mesmas, assim como aqueles conhecidos como ‘Nativos digitais’ foram surgindo ao longo dos anos (PRENSKY, 2001). Também coincide com a chegada da internet no Brasil, em 1988. Aqui surge a influência direta destes planos de ensino, uma vez que os estudantes têm contato direto com esses equipamentos, mostrando a eles um mundo completamente novo e aguçando sua curiosidade sobre o assunto, com a iniciação a certas ferramentas nunca antes vistas e também a jogos educativos. Logo o ensino é levado para casa, o que acaba motivando seus pais, que poderiam estar receosos com a inovação à aderirem à tecnologia.

Ao mencionar jogos educativos, é importante salientar que os jogos eletrônicos também tiveram uma difícil entrada no Brasil, também devido aos altos preços, visto que o acesso a eles era dado principalmente pelos consoles e em menor escala, pelos PCs. Apesar dos consoles terem surgido oficialmente antes dos computadores de mesa domésticos, o acesso a eles não era algo fácil para a população geral, visto que um console como o Magnavox Odyssey custava por volta de Cr\$ 3.700,00, em 1975, o que equivaleria a R\$ 12.209,66 mil se feita a comparação com os dias atuais, segundo o IGP-DI, onde o salário mínimo custava Cr\$ 532,80, equivalente a R\$ 1.758,19. Seu concorrente mais barato, o primeiro fabricado no Brasil, conhecido como Telejogo, foi lançado em 1977, custando Cr\$ 1.590 (R\$ 2.582), quando o salário mínimo era de aproximadamente Cr\$ 1100 (~R\$ 1895) (Chiado, 2016). Além dos elevados preços, os videogames não são considerados um produto essencial, tratados como artigo de luxo, e ainda foram alvos de notícias falsas como teorias de que eles poderiam estragar televisores ou causar malefícios para a visão.

Os consoles se popularizaram de fato por volta da década de 90, com a entrada da Sony para o mercado de consoles. A empresa japonesa lançou o PlayStation, um dos primeiros a atingir mais de 100 milhões de unidades vendidas. Anos mais tarde, o seu sucessor, PS2, foi o videogame mais vendido da história (155 milhões de unidades até março de 2012) (SIE, 2012). Este foi o videogame que mais popularizou os jogos eletrônicos no Brasil, devido a um preço relativamente acessível, que na época de seu lançamento, podia ser encontrado por volta de R\$ 1.500,00, o que em dezembro de 2022, segundo a correção do IPCA equivale a R\$ 4.354,98, posteriormente os preços foram reduzidos e tornou-se mais acessível. O PS2, por ser mais acessível, também foi famoso por ser utilizado como um DVD *player*², visto que foi um dos primeiros consoles a dar suporte a essa mídia. O que

² Disponível em : www.techtudo.com.br/ps2curiosidades

indiretamente contribuiu para sua popularização, uma vez que muitos compraram o console para assistir filmes, eventualmente poderiam jogar. Outro fato muito mencionado quando se trata do PlayStation 2 é a pirataria que, apesar de tudo, contribuiu para a popularização do console, com preços mais atrativos que os jogos originais, sua prática foi um fator decisivo para muitos jogadores na escolha de comprar um PS2. A sua popularidade foi tão grande que em 2020 ainda era o 3º console mais popular do Brasil, estando presente no lar de mais brasileiros do que consoles mais recentes, e até mesmo seu sucessor PlayStation 3, estando atrás apenas do PlayStation 4 e XBOX 360, primeiro e segundo lugar, respectivamente (PESQUISA GAME BRASIL, 2020).

Apesar da importância dos videogames, principalmente por ser o principal ecossistema para se jogar, é notável que outros meios acabaram se tornando mais populares com o passar do tempo. Podemos citar o ambiente de jogos *arcade*, que possuem esse nome por devidos aos antigos fliperamas, onde possuíam jogos que estimulavam raciocínio e reflexos precisos, com gêneros como: Quebra cabeças, luta, etc. Famosos no final dos anos 80 e início dos 90, muito popular no meio dos jogos casuais e até mesmo competitivos, dando o surgimento aos primeiros campeonatos de videogames. Hoje em dia, o principal ecossistema que abriga esses jogos é o celular, que traziam jogos desde modelos antigos como o Nokia 3310, que portava o jogo Snake, popularmente conhecido como ‘jogo da cobrinha’, famoso jogo *arcade mobile*. Os celulares também tiveram sua importância na popularização dos jogos, que ao passar do tempo evoluiu e nos dias atuais compreendem uma gama muito extensa de jogos digitais, que incluem desde *puzzles* simples até mesmo jogos originalmente lançados para consoles como o PS2. Com isso os celulares se tornaram um dos principais ecossistemas para quem quer jogar, com lançamentos de produtos dedicados ao público *gamer*, como o ASUS ROG Phone, linha entusiasta *gamer* que é dedicada para jogadores que focam no celular como sua plataforma de jogos competitivos. Apesar dos lançamentos para um público entusiasta, é notório que o público que costuma jogar na plataforma *mobile* é composto por jogadores casuais, isto é, pessoas que se dedicam a jogos arcade, que rodam na maioria dos celulares, uma vez que a acessibilidade tanto desses jogos quanto dos *smartphones* com *hardware* para isso é muito maior do que aqueles utilizados pelo público entusiasta. Hoje cerca de 48,3% da população brasileira, como mostra a Pesquisa Game Brasil 2023, utiliza do celular para jogar jogos eletrônicos, superando os 20% dos consoles e 15,5% dos computadores, o que nos mostra o quão importante e revolucionária foi essa implementação para esta tecnologia (PESQUISA GAME BRASIL, 2023).

Podemos notar que a popularização dos *smartphones* como plataforma para jogos é um ambiente muito próspero, o que torna mais próxima a implementação dos jogos didáticos aos alunos. Com acesso abrangente, a implementação de jogos para celular em sala de aula será mais fácil e prática. Não seriam necessários muitos recursos ou um ambiente específico para receber tal tecnologia, mas apenas os smartphones dos próprios alunos. Considerando que cerca de 84% dos brasileiros possuem um celular, torna-se muito alta a probabilidade de um aluno possuir um celular que possua acesso ao jogo (IBGE, 2021).

3.3 AS DIFERENTES APLICAÇÕES DA APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

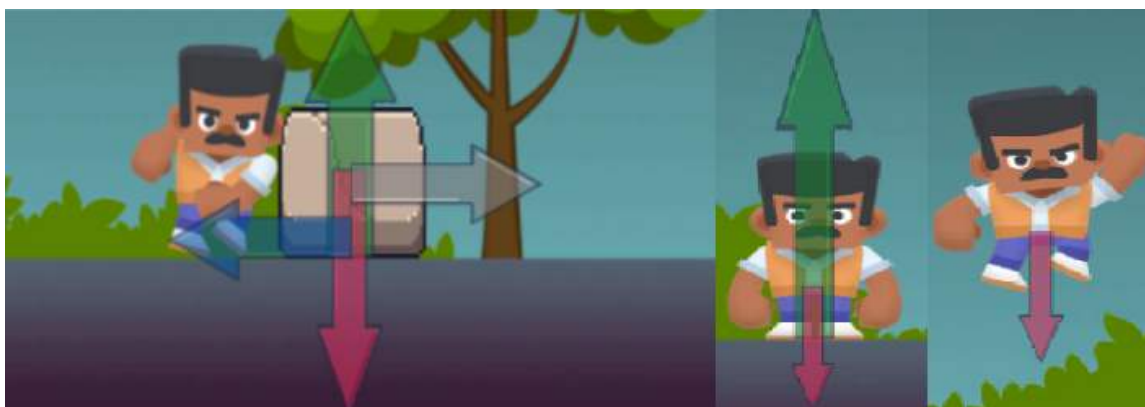
A Aprendizagem Baseada em Jogos, assim como outros métodos de ensino, possui diferentes abordagens, na qual cabe ao professor, dentro de sua demanda de tempo, orçamento e realidade material, decidir qual aplicar (FARDO, 2013).

A primeira abordagem, trata da construção do jogo pelos próprios alunos, uma tarefa complexa, visto que os alunos necessitarão aprender a como desenvolver o jogo, e depois irão aprender junto ao desenvolvimento do jogo, criando o cenário e inserindo nele a aplicação dos conceitos estudados. Apesar de se tornar um modelo de aprendizagem muito interativo, acaba sendo de difícil implementação devido à necessidade do acesso a materiais para o desenvolvimento de tais jogos, como uma sala de informática com computadores modernos e preparados para desenvolver tais jogos, além de uma alta demanda de tempo.

A segunda aplicação consiste na criação do jogo educacional por parte de um educador, de modo que ele seja pensado e desenvolvido para trabalhar conteúdos que estarão no currículo daquela turma, visando um tema específico e estabelecendo estratégias para motivar os estudantes a jogar, interagir e estudar. Essa foi a abordagem escolhida para o desenvolvimento deste trabalho, onde escolhi como tema do jogo, o principal esporte praticado no Brasil, o futebol, que também é o esporte mais popular do mundo (STATISTICS AND DATA, 2020). Essa é uma das mais tradicionais abordagens da ABJ, onde temos jogos bem antigos que são aplicados, como a coleção ‘Coelho sabido’, jogo educativo popular nos anos 90, que era indicado para alunos dos primeiros anos do ensino básico, onde eles eram responsáveis por resolver pequenos desafios para chegar ao problema principal do jogo, finalizando-o. Esse jogo contribuiu para auxiliar crianças de 9 a 13 anos que possuíam defasagem escolar, utilizando de sua interatividade e ludicidade para motivar os alunos a aprender (SIQUEIRA; PEREIRA; FORTUNATO, 2019). Um outro exemplo de jogo didático digital com base na Aprendizagem Baseada em Jogos é o jogo ‘Fisicando’, também

desenvolvido para um trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em física da UFRJ, feito por Pedro Anibal. O jogo de física é voltado para o ensino médio, no qual trabalha com os temas de forças e vetores, focando principalmente em que, no geral, passam despercebidos pelos alunos, auxiliando a compreender as nuances da física que eventualmente são vistas como ‘pegadinhas’ por muitos alunos (ANÍBAL, 2021). Temos como exemplo o caso da força de atrito e a força normal, que por muitas das vezes não são compreendidas pelos alunos. No jogo, quando o personagem empurra um bloco de pedra, a força de atrito é ilustrada por vetor no sentido contrário ao movimento. O mesmo ocorre para a força normal, onde, quando o personagem deseja pular, a sua força normal cresce, superando a força peso, para sair do chão. Ao perder o contato com o chão, o vetor não aparece mais, mostrando que a força normal não existe e o personagem, sob ação apenas da gravidade, está em queda livre. Podemos ver o funcionamento do jogo na Figura 5.

Figura 5 - Atuação dos vetores no personagem



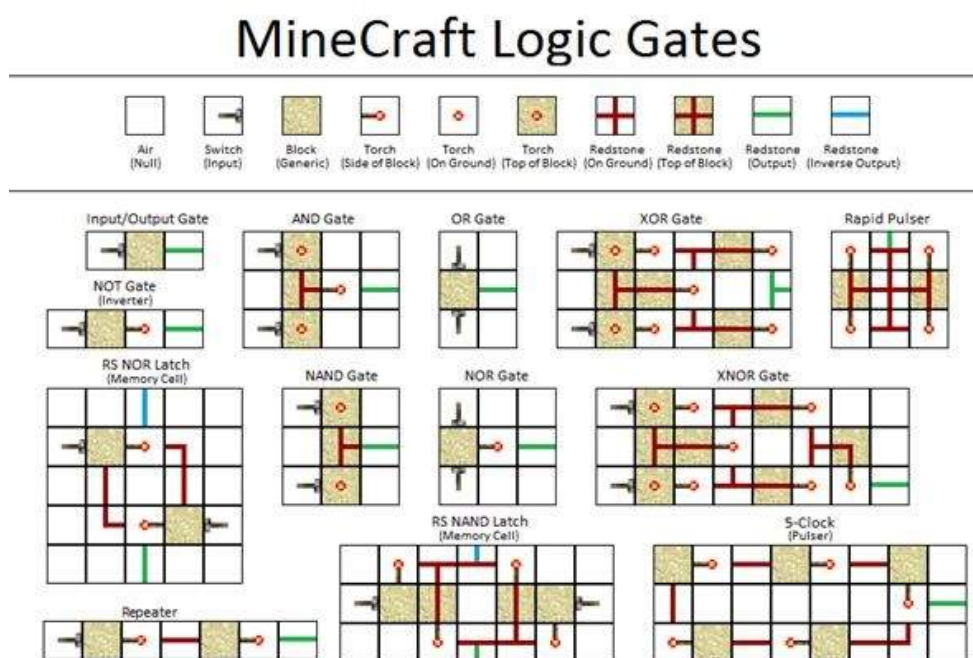
Fonte: Aprendizagem baseada em jogos: Elaboração do jogo Fisicando, Pedro Anibal

A terceira funciona de uma forma completamente diferente das outras duas, principalmente, por não envolver jogos desenvolvidos diretamente para o ensino, mas sim, jogos comerciais que foram desenvolvidos tradicionalmente, porém, possuem um potencial para o ensino. Tais jogos podem ser explorados pelo professor para exemplificar conceitos pontualmente, tomando os devidos cuidados com o foco dos alunos e a imprecisão científica do mesmo.

Há vários exemplos de jogos que podem ser aplicados aos alunos por essa abordagem, o principal e mais famoso é o Minecraft (Microsoft/Mojang, 2009). O jogo possui diversas aplicações no ensino, apesar de determinadas imprecisões, o *game* de sobrevivência com foco

em mineração possui em um de seus minérios, uma possibilidade de abordagens de temas muito importantes e de um grau de muita complexidade tanto na física quanto na computação, matemática e lógica, que são os circuitos, sejam eles eletrônicos ou lógicos. Utilizando do minério conhecido como ‘redstone’, é possível criar e manipular diversos circuitos, onde eles são conectados pelo minério e podem interagir com objetos específicos que são ativados ao alimentar o circuito (SOUZA, SILVA, MARTINS, 2019). No artigo citado, foram trabalhados circuitos eletrônicos e lógicos, onde os alunos seguiram diretamente exemplos e, a partir deles, construíram suas próprias estruturas para a aplicação do conhecimento adquirido. Nas figuras 6 e 7 podemos ver exemplos desses circuitos e uma breve aplicação.

Figura 6 - Mapa com exemplos de circuitos lógicos



Fonte: [Wonder How To](#)

Figura 7 - Reprodução do operador lógico ‘e inverso’



Fonte: Autor

A figura 7 representa o funcionamento do operador lógico ‘e inverso’ que obedece a estrutura condicional que confirma se algo é verdadeiro somente se ambas as condições forem falsas, caso contrário, ele retornará como falso. O mesmo ocorre no jogo, no qual se ambas as alavancas estão abaixadas, a tocha localizada do lado esquerdo é acesa, porém se uma das alavancas estiver levantada, o circuito interpretará que somente as tochas correspondentes as alavancas deverão estar acesas, consequentemente, a tocha que está na lateral do bloco ficará apagada.

Posteriormente o jogo Minecraft ganhou uma versão modificada focada para o uso na educação, o Minecraft Education Edition, onde através desse recurso ele se torna um ambiente totalmente voltado para a educação. Removendo algumas das funcionalidades originais, desconexas com o estudo, e ganhando funcionalidades especiais focadas para o aprendizado, o que permitiu uma maior personalização do ambiente para os alunos e proporcionou uma experiência de ensino aprendizado melhor (BAR-EL; RINGLAND, 2020).

Outro exemplo é o jogo Spore (EA, 2008), que é bastante aplicado para o ensino de biologia evolutiva. O jogador foca no desenvolvimento de um ser de baixa complexidade, no qual ao passar dos anos, os sucessores de sua espécie vão formando novos seres de maior complexidade. A dinâmica do jogo representa, ainda que fictícia, do modelo evolutivo proposto por Charles Darwin, onde também podem ser explorados pelos professores e alunos temas como o DNA e a anatomia dos seres vivos (SILVEIRA, 2012). A figura 8 ilustra como é o ambiente do jogo do Spore, no estado de ‘célula’:

Figura 8 - Seres de baixa complexidade no spore



Fonte: Spore - Steam

Outro jogo muito semelhante ao Spore é o Cell to Singularity (Computer Lunch, 2018), com interface e jogabilidade mais simples e focado em um modelo simulador que tenta aproximar as condições para as vistas no mundo real. O jogo se torna mais preciso para o ensino de biologia, contando com espécies reais e tendo uma reprodução da cadeia evolutiva de uma forma mais detalhada. O jogo também pode ser usado para tratar da evolução de espécies, assim como também, em menor escala, abordar temas de zoologia. Na figura 9 podemos ver exemplos da interface do jogo.

Figura 9 - Interface Cell to Singularity



Fonte: Cell to Singularity - Steam

Contudo, para além das três principais aplicações da Aprendizagem Baseada em Jogos, também são necessárias estratégias para motivar o aluno e, ao mesmo tempo, garantir que seu aprendizado seja efetivo e não ocorra um tangenciamento do objetivo, que prejudicaria os alunos (FARDO, 2013).

Sobre as estratégias, a primeira consiste em pensar e projetar o jogo, de modo que ele parta de uma ideia documentada, descrevendo quais serão suas etapas e seu processo de criação. O jogo será o documento, porém, como descreve Fardo: Vivo, sujeito a alterações e que é constantemente atualizado seguindo as ideias de seu criador. A criação do documento é de importância para a organização de ideias, embora o improviso seja algo de importância para o desenvolvimento de um jogo.

A segunda estratégia consiste em introduzir a possibilidade ao aluno de trabalhar com experimentações, isto é, dentro de um processo de ensino-aprendizado, indicar que errar é algo comum e que a tentativa e erro poderá levar o aluno a aprender. Nos ambientes

tradicionais de ensino, o erro é condenado e alunos são punidos, o que eventualmente prejudica o aluno, tornando sua experiência com a escola cada vez mais semelhante ao que Foucault (1987), em seu livro ‘Vigiar e punir’, afirmava, quando estabelece um paralelo entre a imagem da escola com presídios e hospitais psiquiátricos. O aluno para de ter interesse em aprender e passa a ter medo de errar. Se possibilitarmos o erro, o aluno terá mais liberdade de aprendizado e conseqüentemente não terá medo de tentar novas soluções, o que irá incentivar sua curiosidade e vontade de aprender.

É importante também adequar o nível de dificuldade das tarefas ao aluno, planejando o jogo para não ultrapassar o nível da turma, como também não tornar o jogo fácil demais para os alunos, o que o tornaria tedioso e não produtivo de modo geral. Em outras palavras, o jogo deve ser nivelado para ser desafiador mas ao mesmo tempo não ser fácil e desestimulante. Outra estratégia consiste em dar um *feedback* constante ao aluno, assim, caso sua resposta ao problema não esteja sendo eficiente, ele prontamente irá entender como alterar sua estratégia para obter o resultado desejado.

A subdivisão das tarefas complexas em tarefas menores também se torna um fator determinante para estimular os alunos a aprender, pois tarefas de um nível mais alto acaba desmotivando o aluno a realizá-la. Tornar as tarefas mais curtas possibilita o aluno a resolver questões em um passo a passo, o que otimiza o seu tempo e seu aprendizado. Além disso, incentiva o aluno a realizá-la, pois a tarefa que seria demorada e cansativa, em pequenas tarefas motivadoras e rápidas.

Como Skinner (1974) afirma em seu livro ‘Sobre o Behaviorismo’, em suas estratégias também segue a linha de que é importante dar ao aluno um bom sistema de recompensas dentro ou fora do jogo (Fardo, 2013). Elas geram uma motivação para a conclusão das tarefas, tornando a solução de um objetivo mais complexo algo motivador e mais interessante.

Uma importante estratégia que pode ser adotada é permitir que os participantes da atividade realizem alguma função, preferencialmente diferentes e variadas, de modo que seja estimulada a cooperação entre todos os presentes ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Isto é, o envolvimento do professor durante a atividade é de importância para que os alunos também estejam motivados a participar, assumindo diferentes papéis, eles poderão auxiliar uns aos outros ou criar competições amigáveis entre si, o que tornará a atividade mais imersiva e proporcionará não somente um aprendizado maior, como um melhor vínculo entre os alunos.

Por fim, é importante também lembrar que se trata de um jogo, logo, ele deverá ser divertido e prazeroso aos alunos, e não somente um meio de estudo, apesar de que ele também o será. Eventualmente, o estudo torna-se tedioso aos alunos, dado os diversos fatores que são desmotivadores. A proposta da ABJ é tornar o estudo uma forma de entretenimento, incorporando os jogos ao longo deste processo, por isso, o desenvolvedor do jogo deve prezar pela diversão do aluno ao longo do jogo, pois caso o contrário, pode desperdiçar o potencial impacto positivo que um jogo educativo digital teria na vida de um estudante.

No próximo capítulo, abordarei sobre o processo de desenvolvimento do jogo, além de abordar sobre o que será abordado nele e também sobre como aplicá-lo em sala de aula. É importante mencionar que o jogo foi elaborado respeitando as premissas anteriormente mencionadas.

4. DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DO PENALIDADE MÁXIMA

4.1 MOTIVAÇÃO PARA O JOGO PENALIDADE MÁXIMA

Inspirado no esporte mais popular do Brasil, o Penalidade Máxima utiliza o futebol para aproximar os alunos das ciências físicas. A proposta do jogo é uma simulação da física da bola de futebol em duas dimensões, no qual o objetivo principal é marcar um gol. Um jogador deve utilizar a física (cinemática) para superar o goleiro, que será controlado por um outro jogador. A figura 10 ilustra os elementos anteriormente citados:

Figura 10 - Ambiente do jogo Penalidade Máxima

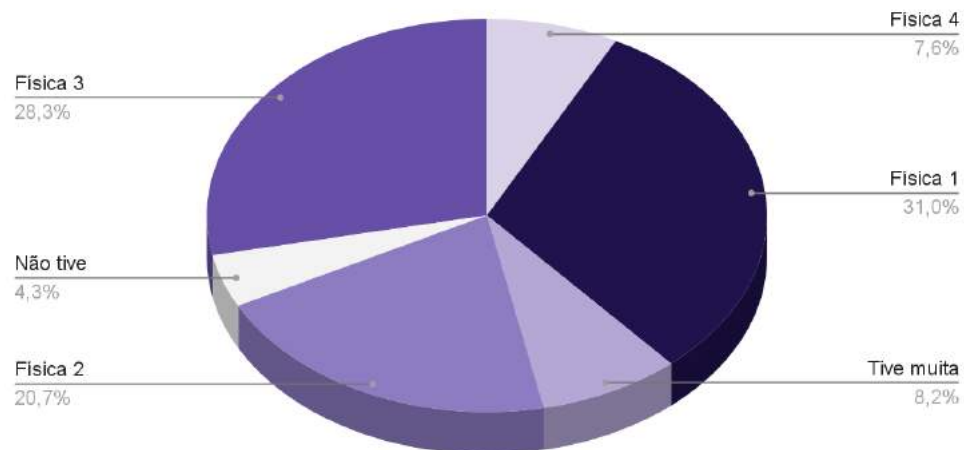


Fonte: Autor

O jogo possui como seu tema central a cinemática vetorial, na qual, em um formulário previamente realizado, recebeu diversos comentários sobre as dificuldades dos alunos. Onde, das 168 respostas, 31% dos alunos revelaram ter dificuldades com a disciplina de Física 1, que compreende os temas anteriormente citados, motivando e mostrando a necessidade de uma diferente abordagem do tema para os alunos do ensino básico. Em outras respostas do mesmo formulário, foi obtido que 76,6% dos participantes costumam jogar jogos eletrônicos, dados que dialogam diretamente com resultados da Pesquisa Game Brasil, onde 74,5% responderam positivamente à pergunta. Confirmando não somente o que havia sido dito anteriormente, como também, motivando esse foco de pesquisa, uma vez que mostra-se um cenário positivo para aplicar a ABJ.

Na figura 11 podemos ver as respostas dos alunos:

Figura 11 - Gráfico das respostas do formulário



Fonte: Autor

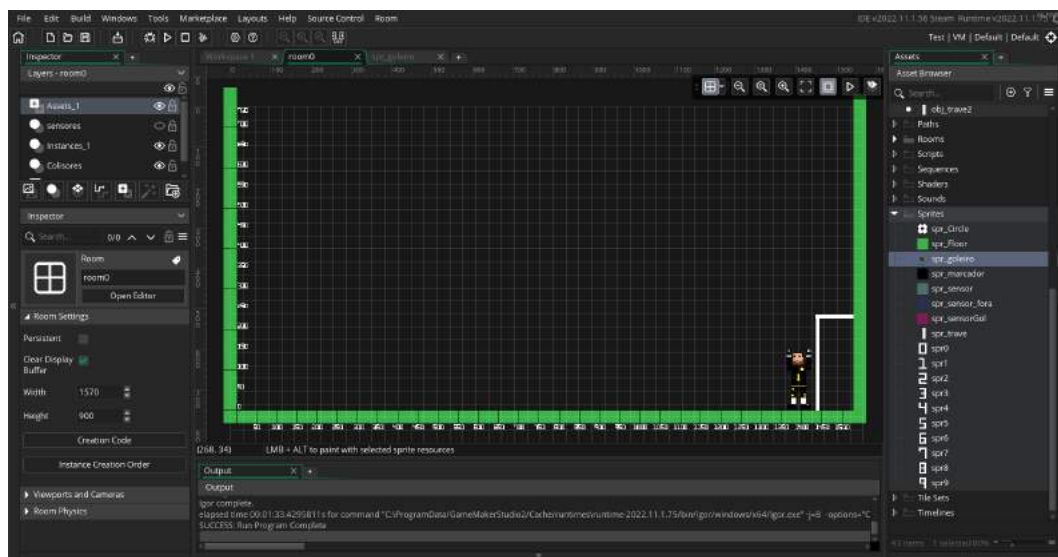
4.2 A PROGRAMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Para a programação do jogo foi escolhido o software GameMaker Studio 2, que possui uma engine, um sistema de desenvolvimento de jogos onde pode ser definida a jogabilidade, movimentação e inteligência artificial do jogo, recomendada para criação de jogos em 2D. O GameMaker possui sua própria linguagem de programação, a GameMaker Language (GML), onde o jogo pode ser feito pelo método de código (GML Code) ou pelo método de script visual (GML Visual). O jogo foi feito majoritariamente pelo GML Code.

Há diversas classes (elementos que podem ser atribuídos ao longo do desenvolvimento de um software) que podem ser trabalhadas, dentre elas, as que irão nos interessar são os objetos e ambientes. Os objetos são todos os elementos que irão habitar nosso ambiente (bola, goleiro, etc.). Eles podem ter uma imagem associada (“Sprite”), interagir entre si e se modificar. Por sua vez, os ambientes são os espaços que podem ser ocupados. Também é possível, nesse software, criar, editar e animar sprites (as figuras que são ligadas aos objetos presentes no jogo). Apesar de opcional, uma vez que os objetos de controle não precisam de um sprite. Na figura 12 podemos ver um ambiente com seus determinados objetos aplicados nele, onde podemos ver os blocos de colisão estáticos, na cor verde, que representa o chão e

as paredes, as traves e o goleiro. A inclusão do elemento principal do jogo, a bola de futebol, é determinada pelo clique do botão esquerdo do mouse, onde podemos selecionar um local aleatório para iniciar o jogo.

Figura 12 - Ambiente do jogo Penalidade máxima no GameMaker



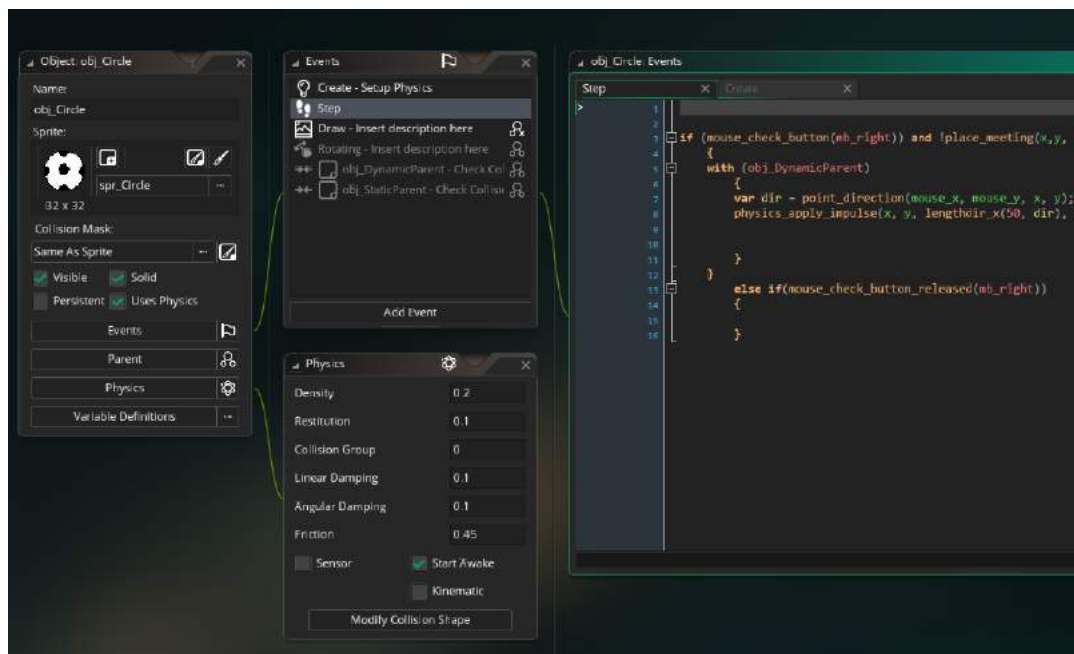
Fonte: Autor

Uma das ferramentas mais fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho foi o modo de física realística da engine onde há diversas opções para a programação e é possível configurar a física do jogo à sua maneira, de modo que podemos programar objetos que possam colidir com outros objetos, configurar a densidade, fricção, entre outros. Uma vez que o método tradicional de definição de movimentação nessa engine pode não corresponder às leis da física, logo é de suma importância a utilização da mesma. A determinação da densidade é fundamental para definir a atuação da gravidade no corpo, esta que deve ser configurada ao se iniciar a física do ambiente, uma vez que todos os objetos com densidade maior que zero tendem a cair no espaço. Diferentemente da física do mundo real, é necessário configurar os blocos colisores que determinam os limites do cenário para uma densidade igual a zero, de modo que esses objetos não caiam. A densidade também é fundamental para determinar a forma como a bola de futebol irá se movimentar, bem como outros fatores que influenciam diretamente na aerodinâmica da bola de futebol (AGUIAR, RUBINI, 2004).

Na Figura 13 temos um exemplo da programação das propriedades físicas dos objetos "bola" e "chão". Note que a bola recebe a figura de uma bola de futebol e densidade 0,2, valor

encontrado ao realizar os cálculos com os valores do artigo, enquanto o chão terá o verde da grama e densidade nula para que a gravidade não atue.

Figura 13 - Exemplo da programação de propriedades



Fonte: Autor

O modo de aplicação de física mais realista requer uma programação diferente de movimentação, uma vez que há toda uma biblioteca de funções para definir a movimentação e as interações entre objetos. Sobretudo, o desenvolvedor deve estar atento pois só funcionam quando o modo está ativado.

Os simples controles do jogo permitem uma rápida adaptação dos alunos. Clicando com o botão direito do mouse, é aplicado um impulso na bola, segurando o botão é possível controlar a intensidade e a direção na qual ele será aplicado, de modo que podemos obter diferentes trajetórias, trazendo diversas possibilidades para o jogador de chegar ao objetivo. O goleiro pode se movimentar com um pulo, comandado pela barra de espaço para tentar defender a bola. Como elementos visuais há várias marcações ao longo dos colisores, no eixo x e y, nas quais são feitas por listras maiores e menores na cor preta. A diferença entre as listras menores e as maiores representa 50 pixels, enquanto das listras maiores para suas iguais correspondem a 100 pixels. Há também uma marcação aproximada dos possíveis ângulos de trajetória da bola, onde o jogador poderá se basear para realizar seu movimento. Vetores acompanham o movimento da bola, representando o vetor velocidade, para o movimento horizontal e vertical, que também sofre a ação da aceleração da gravidade.

Também é adicionado um feedback numérico do módulo da velocidade da bola, e suas respectivas componentes, para os eixos x e y, que terá importância para as atividades.

4.3 MANUAL DE USO DO JOGO PENALIDADE MÁXIMA EM SALA DE AULA

O jogo tem como público alvo desejado estudantes do primeiro ano do ensino médio, podendo ser aplicado para o segundo ano do ensino médio ou o nono ano do ensino fundamental, seguindo a Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2018). Baseado na competência EM13CNT204, que consiste em:

“Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).”

O jogo possui, até então, suporte para computador, onde seus controles se baseiam no mouse e teclado. Para comandar o pulo do goleiro, somente a barra de espaço será necessária, já para controlar a bola, será necessário o uso do mouse, no qual o botão esquerdo irá posicionar a bola e acionar o indicador do ângulo da bola, que tem por padrão 45°, o ângulo de elevação com alcance máximo (NUSSENZVEIG, 2013). Onde o aluno irá estimar o seu ângulo de trajetória, com o auxílio de um transferidor, ou, caso não seja possível, aproximando baseado no padrão. Para ‘chutar’ a bola, que no caso desse jogo seria a aplicação de um impulso em um local da bola, o botão direito do mouse será utilizado.

O professor deverá instruir aos alunos o seguinte desafio: "Encontrar o melhor ponto do mapa para marcar um gol, enquanto o outro aluno deverá tentar encontrar o melhor tempo para defender a bola de olhos fechados".

Ao longo do desenvolvimento do jogo foi adotada, através da própria engine, a correspondência de 10 pixels para 1 metro, o que também influenciará em medidas como a velocidade, que será medida em pixels por segundos, por questões de funcionalidade da própria engine. Dito isso, para a realização da atividade, será necessário que os alunos realizem essa conversão, para que suas unidades correspondam às unidades do Sistema Internacional (SI) de metros (m) e segundos (s), conforme às regras de metrologia adotadas pelo INMETRO (INMETRO, 2012).

Baseado nas possíveis trajetórias da bola, utilizaremos as equações da cinemática vetorial bidimensional, mais especificamente do lançamento de projéteis, para descobrir as diversas variáveis que podemos encontrar.

$$y = tg(\theta) \cdot x - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 \cos(\theta)}.$$

$$A = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta)$$

$$t_y = t_A = \frac{2 v_0 \sin(\theta)}{g}$$

Onde a primeira corresponde à equação da trajetória, a segunda trata-se do alcance do projétil, onde utilizaremos a relação $\sin(2\theta) = 2\sin(\theta)\cos(\theta)$ e a última é o tempo que o projétil levará para alcançar o solo.

Dado o desafio e as equações do lançamento de projéteis, será trabalhado o conceito de lançamento oblíquo, onde exploraremos conceitos como trajetória, que corresponde à distância percorrida no ar pela bola, o alcance do projétil, que é a posição horizontal máxima que o objeto poderá alcançar no solo e também, como descobrir o tempo que levará para a bola atingir sua posição final.

A recomendação é de que inicialmente os jogadores joguem uma partida de 5 rodadas, sem antes fazer os cálculos necessários, sendo o vencedor o jogador que realizar 3 pontos. Em seguida, deverá ser recomendado pelo professor que os alunos façam 5 “testes”, para realizar os devidos cálculos, o que irá ajudar ambos os jogadores a atingir seus objetivos. O aluno responsável pelo controle deverá lançar a bola com os diferentes ângulos e velocidades iniciais, se atentando à trajetória e aos vetores de velocidade. Enquanto o jogador responsável pelo goleiro deverá se atentar principalmente ao tempo da trajetória, no qual por estar de olhos fechados durante o jogo, ele tentará defender a bola. Após a realização de tais cálculos, os jogadores deverão jogar mais uma partida, com as mesmas regras da primeira partida, porém com os valores dos cálculos realizados pelos estudantes. Uma recomendação para o professor é de que se crie um campeonato para os alunos, no qual recomenda-se que os estudantes que estejam no pódio recebam uma recompensa (medalha, bombom, etc.). Isso adicionaria um sistema de recompensas pela dedicação e participação, além de ser um modelo de aprendizagem descontraída e diferenciada.

O jogo também poderá ser utilizado como uma simulação para o professor realizar demonstrações aos seus alunos, dados seus elementos visuais, que podem auxiliar os alunos a

visualizar elementos que podem passar despercebidos no ensino tradicional, como os vetores velocidade, ângulos de trajetória, etc.

5. CONCLUSÃO

Em razão dos dados levantados e discutidos ao longo desta monografia, é notável que ao longo dos anos os avanços tecnológicos não somente tiveram um enorme avanço, como também foram de grande utilidade em diversos campos de nossa sociedade. Esses avanços proporcionaram uma grande melhora na velocidade de transmissão de informação e conhecimento, ao passo que no presente momento, os celulares mais básicos possuem tecnologias mais avançadas que computadores de um passado não muito distante. Este salto tecnológico, que já ocorre há anos, torna-se fundamental para a educação, uma vez que é necessário para o ensino que se acompanhem as novas tecnologias, de forma que não somente forme mão de obra capacitada para elas, como também se adeque à realidade dos estudantes, tornando suas aulas coerentes ao que é seu dia-a-dia. Em especial podemos incluir os aparelhos celulares, cada vez mais acessíveis e presentes no cotidiano dos alunos, no contexto do ensino para sua utilização no aprendizado e não na distração.

Baseado nessa demanda, a Aprendizagem Baseada em Jogos não somente se dispõe a fazer parte dessa introdução das tecnologias em sala, como também traz a ludicidade e a diversão para o contexto de sala de aula. A entrada dos celulares no mundo *gamer* também facilitou a possibilidade dos professores de aplicarem jogos para seus alunos, visto que o acesso a um celular no Brasil é mais provável do que um computador ou videogame.

Apesar disso, ainda trata-se de um campo que necessita de uma maior exploração, em especial, no desenvolvimento de mais jogos voltados para ensino, pelo fato de que não há uma gama extensa de jogos desenvolvidos para o ensino que possam ser aplicados em sala de aula. A física mostra-se um campo muito fértil para a aplicação desse modelo, uma vez que se trata de uma matéria que muitos alunos consideram abstrata e difícil, necessitando de visualização de fenômenos e detalhes que muitas das vezes, passam despercebidos aos olhos dos alunos, fato esse que por muitas das vezes não se limita somente ao ensino médio, como também ao nível superior.

Nesse caso, o jogo Penalidade Máxima se propõe a aplicar conceitos da cinemática vetorial básica e também introduz os alunos à física experimental de uma maneira lúdica e simples, estimulando o trabalho em grupo e também não deixando os tradicionais cálculos

físicos de lado, de forma que os alunos aprendam jogando. Para uma melhor aplicação em sala de aula, será importante a portabilidade dele para celular, uma vez que essa é a maior plataforma para *games* do Brasil.

Por fim, acredito que seja importante mencionar que a educação é um campo que necessita evoluir conforme a sociedade evolua, e um grande passo para isso é acompanhar a evolução das tecnologias, o que apesar de não parecer fácil, pode trazer mais resultados positivos para os alunos, principalmente por se aproximar de seu dia-a-dia. Apesar do simples trabalho desta monografia, acredito que cada contribuição seja de importância para essa tão desejada evolução.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, C.E; RUBINI, G. **A aerodinâmica da bola de futebol**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 4, p. 297 - 306, (2004)

ANIBAL, P. H. R. **Aprendizagem Baseada em Jogos: a elaboração do jogo Fisicando**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2021.

BARROSO, M. F; HIGINO, T. **Aprendizagem Ativa: uma sequência de ensino inspirada na aprendizagem baseada em equipes**. XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF 2019.

BAR-EL, D.; RINGLAND, K. E. **Crafting Game-Based Learning: An Analysis of Lessons for Minecraft Education Edition**. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, 2020, Bugibba, Malta. FDG '20: International conference on the foundations of digital games, p. 1 – 4. 2020.

CAETANO, L. M. D. **Tecnologia e Educação: quais os desafios?** Revista do Centro de Educação, vol. 40, núm. 2, maio-agosto, pp. 295-309, 2015.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: Estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação), Universidade de Caxias do Sul. 2013.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir**. Editora Vozes, Petrópolis, 1987.

HORTA, D. S.; MASCARENHAS, M. P. **Aplicativo WhatsApp como Ferramenta de Trabalho**. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia. Páginas 01-15 Número XV. Jan-jun 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. 2021.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia; **Sistema Internacional de Unidades - SI**. 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br> Acesso em 27/01/2023

MCGONIGAL, J. **A Realidade Em Jogo - Por Que Os Games Nos Tornam Melhores e Como Eles Podem Mudar o Mundo**. Editora Best Seller, 2012.

Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018.

MORAES M. C. **INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL: um pouco de história**. Em Aberto, INEP, Brasília, ano 12, n.57, jan./mar. 1993.

NASCIMENTO, R. R; NASCIMENTO P. S. C; **GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA: O QUE FALAM AS PESQUISAS**. Revista Vivências em Ensino de Ciências 3ª Edição Especial. Número 2. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias> Acesso em: 15/01/2023

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Vol.1, pg. 75. Editora Blucher. 5ª ed. 2013

PESQUISA GAME BRASIL. PGB 2020. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pt/pesquisa-game-brasil-2020/> Acesso em: 13/01/2023.

PESQUISA GAME BRASIL. PGB 2022. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pt/edicao-gratuita/> Acesso em: 13/01/2023.

PHET Colorado, Disponível em : https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html acesso em: 15/01/2023

PIMENTEL F. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: teoria e prática.** – Rio de Janeiro, BG Business Graphics Editora, 197 p 2021.

PIRES, H. F. **O Surgimento dos Primeiros Computadores.** Revista Educação Pública. Publicado em 31 de dezembro de 2005

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> Acesso em 20/01/2023.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais.** São Paulo: Senac São Paulo, 2012.

RAMOS, M. R. V. **O USO DE TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA.** Revista eletrônica: LENPES-PIBID de Ciências Sociais - UEL Edição Nº. 2, Vol. 1, jul-dez. 2012.

ROSSI, D. D. **O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO APOIO AO CURRÍCULO DA SEE-SP PARA A DISCIPLINA DE FÍSICA.** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Presidente Prudente, 2015.

SANTOS, A. B; SILVA, K. K. A; CARNEIRO, T. A. **CONCEPÇÕES DE ALUNOS SOBRE A FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO COMPARATIVO.** Rev. Bras. de Iniciação Científica (RBIC), Itapetininga, v. 6, n.2, p. 46-67, abr./jun., 2019.

SANTOS, V. **O ENSINO DO INGLÊS POR MEIO DA MÚSICA VIA PROGRAMA RADIOFÔNICO.** Diálogos Pertinentes – Revista Científica de Letras • Franca (SP) • v. 8 • n. 1 • p. 48-69 • jul./dez. 2012

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios.** RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, n. 2, Dezembro 2008.

SIE Business Development. Sony Computer Entertainment. 30 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.sie.com/en/corporate/data.html> Acesso em: 13/01/2023.

SILVA, N. M. J. **PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS EDUCATIVOS**. Jandaia do sul. Universidade Federal do Paraná, 2019.

SILVA, P. L; DUARTE, C. G. **Dos Jogos Olímpicos da Antiguidade às olimpíadas de matemática: a constituição de atletas**. Boletim online de Educação Matemática, Florianópolis, v. 8, n. 17, p. 164-179, novembro/2020.

SILVA, P. R. S. **Jogo digital de plataforma 2D como organizador prévio no ensino de física**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

SILVEIRA, S. J. **Spore: jogo eletrônico convencional aplicado com finalidade didática no ensino de ciências e biologia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

SIQUEIRA E. PEREIRA F. FORTUNATO I. **O COELHO SABIDO COMO APOIO À ALFABETIZAÇÃO: RELATO DE EXPERIÊNCIA REPPE**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procopio, v.3, n. 1, p. 62-79, 2019.

SKINNER B. **Sobre o Behaviorismo**. Editora Vintage, 1974.

SMITH, A. (2019-11-27). **They Create Worlds: The Story of the People and Companies That Shaped the Video Game Industry**. CRC Press. pp. 39–42. Vol. 1: 1971 – 1982.

SOUZA, M. E. S; SILVA, J. A. L; MARTINS, D. J. S. **ENSINO DE CONCEITOS DE ELETRÔNICA DIGITAL NO MUNDO VIRTUAL DO MINECRAFT**. XIII Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação ISSN: 2177-6989 Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Depto. de Licenciatura em Computação, Brasil 2019.

STATISTICS AND DATA ORG. **Most Popular Sports in the World – (1930/2020).**
Disponível em: <https://statisticsanddata.org/most-popular-sports-in-the-world/> Acesso em 25/01/2022

TEIXEIRA, L. H. O. **A ABORDAGEM TRADICIONAL DE ENSINO E SUAS REPERCUSSÕES SOB A PERCEPÇÃO DE UM ALUNO.** Revista Educação em Foco – Edição nº 10, 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Livraria Martins Fontes, editora Ltda. São Paulo - SP 1991. 4ª edição brasileira.

WORLD INEQUALITY LAB; BBC NEWS BRASIL. 4 dados que mostram por que o Brasil é um dos países mais desiguais do mundo, segundo relatório Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59557761> e consultado em: <https://wid.world/country/brazil/> Acesso em: 19/01/2023.