

UM JOGO SÉRIO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA O APRENDIZADO DE FÍSICA UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA

A SERIOUS GAME ON MOBILE DEVICES FOR LEARNING PHYSICS USING AUGMENTED REALITY

Adilson Vahldick¹, Vinícius Tomé Vieira²


Recebido: janeiro/2022 Aprovado: março/2022


Resumo: A Realidade Aumentada (RA) está cada vez mais acessível ao grande público. O amadurecimento da tecnologia em combinação com o barateamento dos dispositivos móveis tornou popular a experiência com RA. Paulatinamente, essa tecnologia vem sendo usada para fins educativos. O presente trabalho apresenta uma versão para dispositivos móveis do jogo de tabuleiro “Conhecendo a Física”. É um jogo de perguntas e respostas em que os jogadores precisam percorrer as casas de um circuito fechado. As perguntas estão disponíveis nas cartas quando o jogador entra na casa apropriada para comprá-las. O objetivo do trabalho é avaliar a viabilidade de um jogo com RA em motivar os alunos para o aprendizado de física. O jogo descrito nesse trabalho utiliza recursos de RA para apresentar animações em algumas dessas cartas. O jogo foi experimentado com 40 voluntários entre 15 e 44 anos das redes sociais de um dos investigadores. Devido às restrições sanitárias quanto ao COVID-19 ainda não foi possível testar com as turmas do ensino médio. Os voluntários responderam um instrumento de avaliação (MAREEA) para aferir a sua Usabilidade, Engajamento, Motivação e Aprendizagem Ativa. Com a avaliação foi possível verificar que o jogo tem potencial para ser usado como uma ferramenta para auxílio do professor.

Palavras-chave: ensino de física, realidade aumentada, jogos sérios.

Abstract: Augmented Reality (AR) is becoming increasingly accessible to the public. The maturation of technology in combination with the cheapening of mobile devices has made the AR experience popular. Gradually, this technology is being used for educational purposes. This paper presents a mobile version of the board game “Conhecendo a Física”. It is a quiz game in which players need to go through the squares of a closed circuit. The questions are available on cards when the player enters the appropriate square to buy them. The objective of this work is to evaluate the feasibility of an AR game in motivating students to learn physics. The game described in this paper uses AR resources to present animations on some of these cards. The game was tried with 40 volunteers between 15 and 44 years old from the social networks of one of the researchers. Due to health restrictions regarding COVID-19 it has not yet been possible to test with the high school classes. The volunteers answered an evaluation instrument (MAREEA) to assess its Usability, Engagement, Motivation and Active Learning. With the evaluation it was possible to verify that the game has potential to be used as a tool to help the teacher.

Keywords: physics teaching, augmented reality, serious games.

¹  ORCID iD 0000-0002-0442-3735 – Doutor, Universidade de Coimbra. Professor Adjunto na Universidade do Estado de Santa Catarina no Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI-UDESC), Rua Dr. Getúlio Vargas, 2822, Bairro Bela Vista, 89140-000, Ibirama, SC. E-mail: adilson.vahldick@udesc.com

²  ORCID iD 0000-0003-1425-7280 - Bacharel em Engenharia de Software na Universidade do Estado de Santa Catarina no Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI-UDESC). Rua Raulino Dolzan, 37, apto 08, Jardim América, 89160-194, Rio do Sul, SC. E-mail: vinny.vieira99@hotmail.com

1. Introdução

Apesar da disciplina de Física apresentar inúmeros desafios, que podem ser explorados para motivar a curiosidade dos alunos, as metodologias de ensino adotadas pelos professores continuam baseadas em decorar fórmulas em vez de vivenciar e compreender os fenômenos físicos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Conforme Rosa e Rosa (2005), os próprios livros didáticos corroboram para promover essa metodologia ao promoverem o estudo baseado em questões de vestibular. A maioria dos assuntos de Física exigem uma capacidade de abstração que vão além da habilidade de muitos estudantes (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Existem inúmeras alternativas que podem ser usadas para aumentar a motivação dos alunos ao trazerem os assuntos para o cotidiano deles, como por exemplo, os jogos sérios sejam eles físicos (BENEDETTI FILHO; SILVA; FAVARETTO, 2020; PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009; SOUZA et al., 2019) ou digitais (DANTAS DE SÁ; PAULUCCI, 2021; SANTOS; AQUINO, 2018; VAHLIDICK; SILVA, 2020). Os jogos sérios oferecem um mecanismo alternativo de aprendizagem que devem ser usados adequadamente pelos professores como um poderoso motivador para o início do processo de aprendizagem, estimulando as relações cognitivas, além de prover uma reação ativa, crítica e criativa dos educandos, socializando o conhecimento (TAROUCO et al., 2004). O uso de jogos promove debates entre os alunos, facilita o entendimento dos conteúdos, bem como, estimula eles a buscarem novos conhecimentos (GUEDES; MARRANGHELLO; CALLEGARO, 2020). Os jogos sérios são ambientes simulados que possibilitam testar, acertar e errar diversas vezes, respeitando o tempo cognitivo do educando, auxiliando para o seu aprendizado e aplicação prática (HERPICH et al., 2013).

Um recurso tecnológico que vem sendo usado na educação para aproximar a compreensão de assuntos abstratos é a RA (CARDOSO et al., 2014). A RA é o enriquecimento do ambiente real com a visualização de objetos virtuais (TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2018). A sobreposição do mundo virtual no real, ou seja, o conteúdo gerado por computador é adicionado ou incorporado na experiência do mundo real, para que ambos possam ser experimentados juntos (MANN et al., 2018). Existem duas formas de acontecer a RA. Na primeira o usuário aponta a câmera do seu dispositivo móvel para uma imagem de referência, chamada de marcador. O aplicativo interpreta o marcador e projeta uma imagem em 3D no dispositivo móvel. Essa imagem pode ser estática ou uma animação, e ainda permitir que o usuário possa interagir com ela. A outra forma de acontecer a RA é baseada em geolocalização (GPS) onde os objetos virtuais são projetados conforme a localização geográfica do usuário.

Com o intuito de experimentar a RA em um jogo de tabuleiro de Física, visando avaliar como essa tecnologia consegue promover a motivação dos alunos, objetivou-se reaproveitar um jogo já publicado chamado “Conhecendo a Física” (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009). É um jogo de tabuleiro com perguntas e respostas organizados em cartas, em que o jogador precisa percorrer um circuito fechado. As perguntas envolvem os assuntos de Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Hidrostática, Ondulatória e Eletromagnetismo. A Figura 1 apresenta o tabuleiro do jogo. Quando o jogador conquista uma casa com o ponto de interrogação, outro jogador o questiona abrindo uma carta com uma pergunta. As cartas representadas com a letra

S permitem ao jogador rodar a roleta (Tabuleiro surpresa) com ações adicionais, por exemplo, avançar ou retroceder casas.



Figura 1 - Tabuleiro do jogo Conhecendo a Física (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009)

2. Concepção do Jogo

O projeto foi inspirado no jogo de tabuleiro “Conhecendo a Física” (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009). A ideia original foi obter dos autores desse jogo todos os componentes (tabuleiro, roleta e cartas) e a partir disso criar marcadores para desenvolver uma versão do jogo utilizando RA. Porém, devido à pandemia do COVID-19 e às restrições sanitárias, não coincidiram mais os cronogramas entre o *deadline* da pesquisa e o momento das aulas das turmas do Ensino Médio, além dos professores de física terem que se desdobrar para atenderem o ensino remoto, nós não conseguimos validar com turmas reais. Por essa razão, o jogo foi completamente desenvolvido para dispositivos móveis compatíveis com Android, permitindo que pudesse ser jogado individualmente.

O jogador enfrenta outros três jogadores controlados pelo jogo, conhecidos como NPC (Non-Player Character). Todos eles têm a capacidade de lançar o dado para andar casas, usar a roleta da sorte, e responder as cartas com perguntas. Os NPCs sorteiam a alternativa da carta, por isso, eles não têm vantagem alguma sobre o jogador. Inclusive, a mesma carta pode ser comprada novamente pelo jogador, e caso um NPC já tenha tentado respondê-la, é uma alternativa a menos a ser considerado na resposta pelo jogador.

O jogo tem 17 cartas de perguntas (cinco de mecânica, três de física moderna, cinco de hidrostática e quatro de termodinâmica) e cada uma com quatro alternativas. Nove dessas cartas (três de mecânica, uma de física moderna, quatro de hidrostática e uma de

termodinâmica) foram transformadas para que o jogador usando recursos de RA possa ver animações referentes à pergunta, e assim auxiliá-lo para refletir sobre qual a alternativa que melhor casa com a pergunta. Quando o jogador acerta a pergunta ele avança duas casas e quando erra retrocede uma casa.

3. Desenvolvimento do Jogo

O jogo foi desenvolvido com o Unity 4.19, na linguagem de programação C#. A biblioteca Vuforia foi utilizada para implementar os recursos de RA.

A Figura 2 ilustra a tela principal do jogo desenvolvido para Android. Em (1) está o dado necessário para determinar quantas casas o jogador deve andar. Em (2) estão os rostos dos participantes: o jogador com seus três oponentes. O jogador da vez é exibido no canto superior esquerdo. Complementarmente, o jogo exibe diálogos aleatoriamente, porém, conforme a situação atual do jogo. Por exemplo, na Figura 2 pode-se observar que o jogador conseguiu um seis na rolagem dos dados. Em (3) está a roleta da sorte com oito ações que serão executadas quando o jogador estiver em uma casa com a letra S no tabuleiro. As ações são do tipo ande X casas, volte X casas, jogue o dado novamente, passe a vez e rode a roleta novamente. Em (4) estão dois botões: com interrogação é um botão de [Ajuda] que abre uma nova janela explicando as regras do jogo; com [X] é o botão para sair do jogo. O tabuleiro é composto por 48 casas: 17 casas em branco, 13 casas para jogar a roleta da sorte (com "S"), 17 casas para sortear uma carta de pergunta (com "?") e casa com a bandeira representando a partida e a chegada.



Figura 2 - Tela principal do jogo

A Figura 3a apresenta um exemplo da carta no jogo. Observe o botão do lado direito quando ela permite visualizar uma animação com RA. O jogador precisa procurar a carta (Figura 3b) conforme a pergunta e apontar o celular para ela. Em seguida, o jogo apresenta uma animação (Figura 4) relacionada a carta.

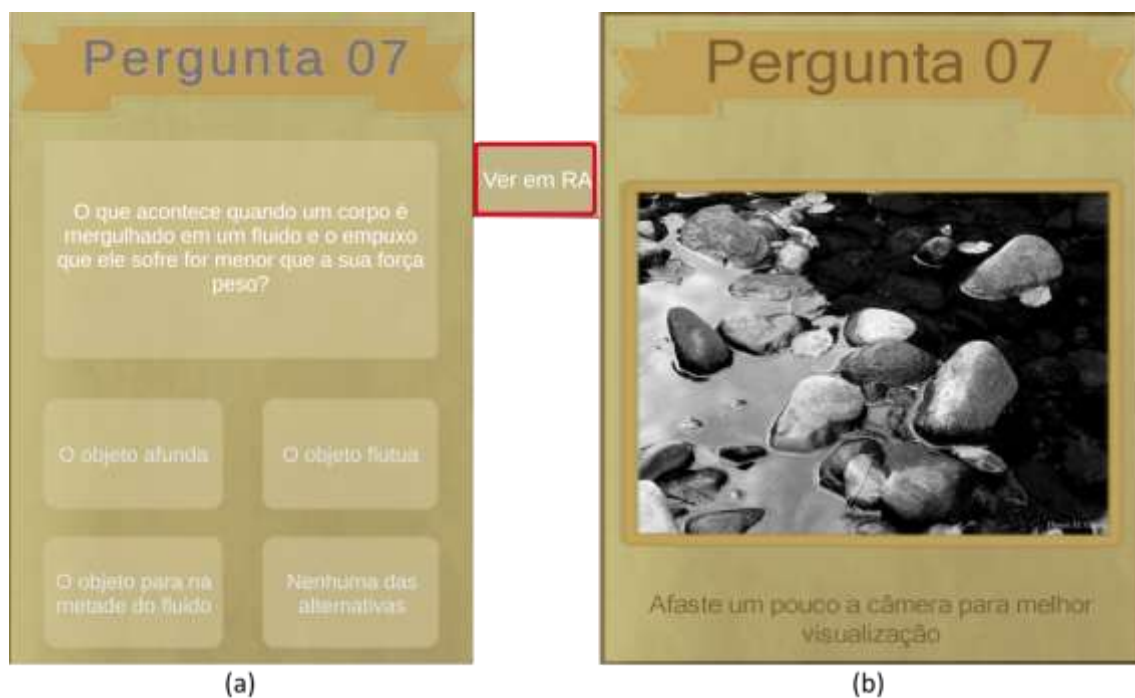


Figura 3 - a) Carta do Jogo b) Carta com marcador para ser apontado pelo dispositivo móvel

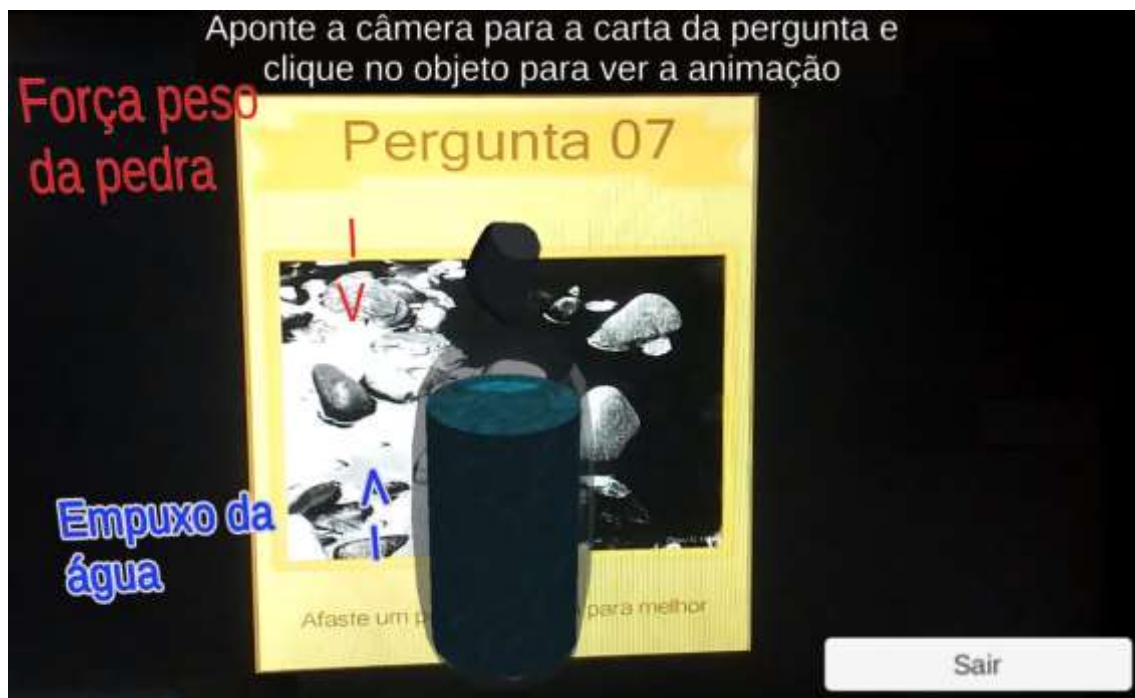


Figura 4 - Animação com RA

4. Avaliação do Jogo

Conforme apontado na seção 2, a pandemia com COVID-19 restringiu a nossa avaliação em sala de aula. Contudo, o acadêmico responsável por essa investigação, providenciou uma página no Google Forms com os links para baixar o aplicativo e os marcadores em PDF, disponibilizando instruções iniciais sobre a instalação do aplicativo, algumas perguntas para identificar o testador (idade, gênero e nível de instrução) e um questionário baseado no

instrumento MAREEA (HERPICH et al., 2019) que visa avaliar abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. O acadêmico divulgou em suas redes sociais com um limite de cinco dias para coletar as respostas do formulário.

O jogo foi testado por 40 voluntários, com idades entre 15 e 44 anos. O gráfico da Figura 5 apresenta a distribuição demográfica dos testadores, onde na Figura 5a pode-se observar que o maior conjunto da amostra (24 pessoas – 60%) pertenciam àqueles entre 20 e 24 anos. Em relação ao gênero houve uma distribuição homogênea (42,5% de mulheres e 57,5% de homens). A Figura 5b ilustra a distribuição quanto ao grau de instrução, e verifica-se que a grande maioria foram alunos que estão cursando ou concluíram o ensino superior (26 pessoas – 65%).



Figura 5 - Distribuição demográfica dos voluntários

O instrumento MAREEA tem como propósito avaliar a percepção da qualidade, em fatores como Usabilidade, Engajamento, Motivação e Aprendizagem Ativa quando os alunos usam um aplicativo de RA (HERPICH et al., 2019). Foram usadas as 37 questões (Figura 6) em cinco níveis de concordância na escala *likert* (discordo totalmente a concordo totalmente) e adicionada uma questão discursiva para sugerir melhorias.

Conforme Vahldick, Schoeffel e Moser (2019), “A escala *likert* é de natureza qualitativa ordinal, pois existe uma ordem natural entre os itens da escala (p.e., entre discordo totalmente e concordo totalmente). Para realizar as operações algébricas, normalmente acaba-se transformando a escala em quantitativa discreta (neste caso, pontuando-se de 1 a 5). Porém, quando isso é feito, admite-se, incorretamente, que existe uma relação linear entre os níveis de concordância.”. Tastle, Russell e Wiermann (2008) propõem um novo índice para complementar a interpretação dos resultados obtidos a partir dos questionários. O índice, nomeado de Consenso ($Cns(x)$), usa a esperança matemática ($E(x)$), que consiste no valor médio esperado de uma pesquisa, caso ela for repetida várias vezes. O $Cns(x)$ deve ser interpretado como um valor percentual de concordância interna da distribuição, no que diz respeito a $E(x)$. Como $0 \leq Cns(x) \leq 1$, entende-se que, quanto mais próximo de 1, mais os respondentes “concordam” com o valor

esperado para a questão. Um conceito complementar ao Consenso é o de Divergência ($Dvg(x)$) e esta é dada simplesmente por $1 - Cns(x)$.

Q1	Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este jogo.
Q2	Aprender a usar este jogo foi fácil.
Q3	Este jogo é fácil de usar.
Q4	A forma de usar este jogo é fácil de entender.
Q5	O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado neste jogo é claro e legível.
Q6	Este jogo torna difícil que eu cometa erros.
Q7	Em caso de erro no jogo, eu consigo me recuperar rápido dele.
Q8	A interface deste jogo é atraente.
Q9	Eu gosto da informação gráfica apresentada neste jogo.
Q10	O conteúdo educacional deste jogo vale a pena.
Q11	Minha experiência com este jogo foi gratificante.
Q12	Eu me senti envolvido nas tarefas deste jogo.
Q13	A experiência de aprendizagem com este jogo foi divertida.
Q14	O conteúdo educacional deste jogo despertou minha curiosidade.
Q15	Eu me interessei por este jogo.
Q16	Eu estava tão envolvido na tarefa com este jogo que perdi a noção do tempo.
Q17	Eu ignorei as coisas ao meu redor quando eu estava usando este jogo.
Q18	A forma como a informação é organizada neste jogo ajudou a manter a minha atenção.
Q19	Está claro para mim como o conteúdo educacional deste jogo está relacionado às coisas que conheço.
Q20	Completar com sucesso as atividades com este jogo foi importante para mim.
Q21	Estou confiante de que aprendi o que deveria depois de usar este jogo.
Q22	Estou confiante de que entendi o conteúdo educacional mais complexo usando este jogo.
Q23	Completar as atividades neste jogo gerou um sentimento satisfatório de realização.
Q24	Gostei tanto do conteúdo educacional deste jogo que gostaria de saber mais sobre esse assunto.
Q25	Eu realmente gostei de estudar com este jogo.
Q26	Este jogo me permitiu compreender melhor o conteúdo educacional.
Q27	Eu poderei aplicar o que aprendi com este jogo em outras atividades.
Q28	As simulações deste jogo são úteis para o meu aprendizado.
Q29	Este jogo me desafiou a aprender coisas novas.
Q30	Neste jogo, escolho tarefas que posso aprender.
Q31	Este jogo forneceu oportunidades para experimentar informações por meio de feedback visual.
Q32	Este jogo forneceu oportunidades para experimentar informações por meio de feedback de áudio.
Q33	Este jogo me permite interagir com simulações que dificilmente realizaria no mundo real.
Q34	As simulações neste jogo foram apropriadas para uma experiência de aprendizado.
Q35	As simulações neste jogo são úteis para praticar os casos da vida real antes de realizá-las no laboratório real.
Q36	Este jogo retratou problemas do mundo real por meio de simulações.
Q37	Eu gosto de usar este jogo no meu treinamento prático.

Figura 6 - Itens do instrumento MAREEA

Apesar do jogo possuir cartas que usam recursos de RA para demonstrar simulações, ele ainda pode ser utilizado por qualquer dispositivo móvel, mesmo que não seja compatível com a tecnologia, com a diferença que as cartas não apresentarão o botão para carregar a animação com RA. Os dispositivos compatíveis estão na seção Android Devices em <https://library.vuforia.com/platform-support/vuforia-engine-recommended-devices.html>.

5. Resultados e discussões

A Figura 7 apresenta o resultado das esperanças matemáticas calculadas para cada questão. As questões sinalizadas em vermelho (Q1, Q17, Q30 e Q36) correspondem àquelas em que o consenso não atingiu a maioria qualificada ($Cns(x) \leq 0.60$), ou seja, não houve consenso com o grupo em relação à esperança matemática.

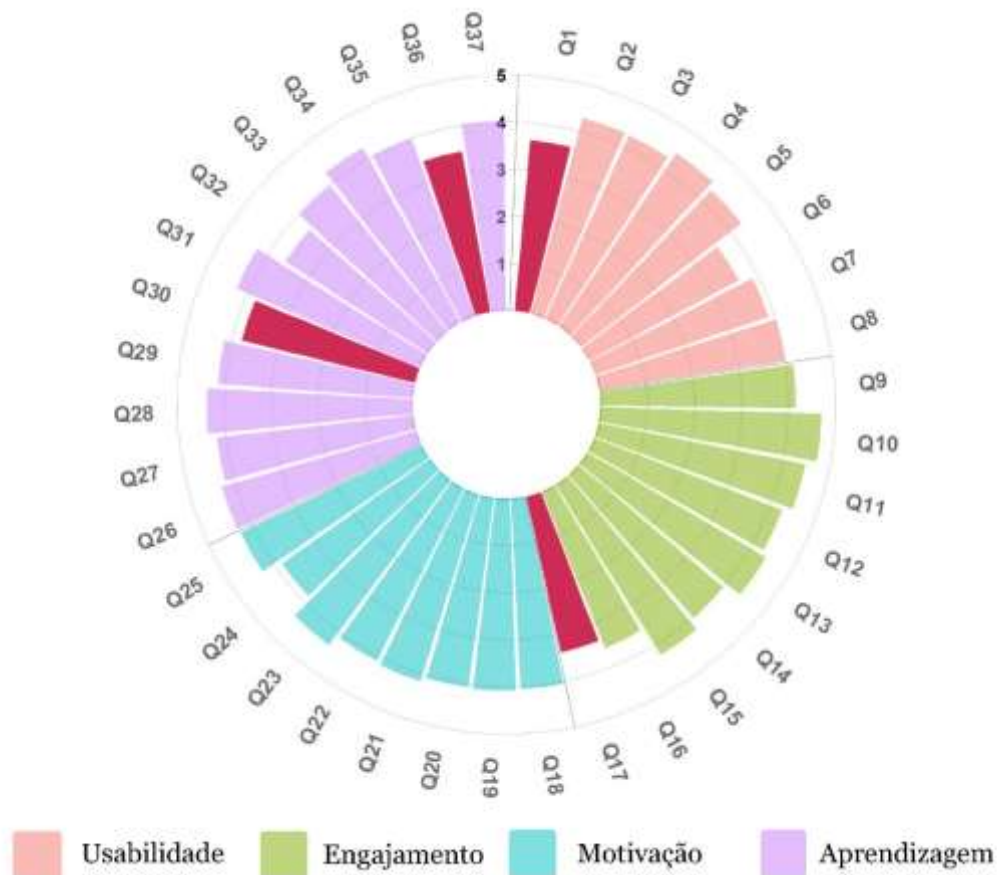


Figura 7 - Resultado da avaliação com o instrumento MAREEA

Os resultados para a questão Q1 foram $E(x) = 3,63$, $Cns(x) = 0,57$ e $Dvg(x) = 0,43$. Pode-se observar que os respondentes não concordaram com o valor da esperança matemática. Essa questão apresenta ao testador “Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este jogo”. Apesar de ter sido uma pergunta à nível de usabilidade, os testadores podem ter avaliado essa questão em relação ao nível de conhecimento de física, pois a maioria deles, conforme a Figura 5, não estão no Ensino Médio, e provavelmente tiveram que buscar lembrar os conceitos de Física.

A Q17 dizia respeito quanto à sensação de imersão no jogo: “Eu ignorei as coisas ao meu redor quando estava usando esse jogo”. Os valores dessa questão foram $E(x) = 3,38$, $Cns(x) = 0,57$ e $Dvg(x) = 0,43$. Através da análise das respostas da questão discursiva pôde-se concluir que essa indecisão aconteceu porque alguns alunos se sentiram impacientes até chegar a vez de eles jogarem, ou seja, cada oponente demanda um tempo, como são três oponentes, e nenhum deles colegas reais de sala, por vezes os testadores se sentiram impacientes.

Na Q30 estava relacionado às escolhas de tarefas. Como o jogo conta com a sorte, através da rolagem de dados e da roleta, é inerente em jogos desse tipo a baixa (ou quase nulidade) possibilidade de escolhas, o que influenciou nessa decisão. Apesar de não ter sido consensual, pois $Cns(x) = 0,57$ e $Dvg(x) = 0,43$, devido às características desse tipo de jogo, podemos concordar num valor menor de $E(x)$.

Por fim, a última questão que não apresentou concordância ($E(x) = 3,45$, $Cns(x) = 0,58$ e $Dvg(x) = 0,42$), foi a Q36 “Este jogo retratou problemas do mundo real por meio de simulações”. Como 8 das 17 perguntas não possuem recursos de RA, o jogador tem a possibilidade de não ter obtido cartas, ou ter conquistado poucas cartas, com as simulações o que pode ter interferido na avaliação desse item. Inclusive, é possível que o jogador não tenha comprado sequer uma carta com recursos de RA e ainda, com a jogada de dados, existe a chance do jogador jamais cair numa casa que tenha de comprar cartas.

Nas demais 33 questões houve a concordância nas respostas e ainda pode-se observar que a esperança matemática foi igual ou superior a 3,5, demonstrando que o aplicativo foi avaliado como fácil de usar, mantém os jogadores engajados e motivados, além dos testadores concordarem que a experiência criou desafios apropriados para sua aprendizagem.

As questões a serem consideradas como apontamentos de melhorias são as questões com avaliações menores que 4-Concordo: $E(Q16)=3,58$; $E(Q06)=3,60$; $E(Q32)=3,60$; $E(Q24)=3,85$; $E(Q07)=3,88$ e $E(Q33)=3,98$. A Q16 está muito ligada à Q17, e como já foi comentado os testadores perdiam o foco no jogo enquanto seus oponentes digitais estavam jogando. Quanto às questões Q06 e Q07, elas deveriam estar associadas à usabilidade. Como é natural o jogador cometer erro nas escolhas das alternativas nas cartas (inclusive, isso faz parte do processo de aprender), temos que deixar claro que esses oito primeiros itens façam parte da seção de avaliação da Usabilidade do Jogo. As questões Q24 e Q33 estão relacionadas ao conteúdo educacional e as simulações. Como melhorias podemos apontar aumentar a quantidade de cartas com simulações, e inclusive, usar simulações mais interativas e com outros recursos, como usar um vídeo em vez de produzir uma animação em 3D. Quanto ao feedback de áudio (Q32), como não existiram menções sobre isso nem nas respostas discursivas, carece de maior investigação nessa questão. Para esclarecer, todas as ações, como jogar o dado, comprar a carta e rolar a roleta, tinham sons distintos que lembram essas ações na vida real.

Em relação a questão discursiva, como não sendo um campo obrigatório, foram coletadas 19 respostas. Além de ter sido utilizada para compreendermos a falta de consenso na Q17, com muitas avaliações positivas, inclusive elogiando que o jogo executou sem erros e excelente desempenho, o que foi surpresa para muitos por ser um projeto acadêmico. Também cabe apontar algumas sugestões: (1) separar as cartas de perguntas que já foram sorteadas para serem consideradas novamente somente quando todas as cartas já tiverem sido usadas, evitando a repetição excessiva durante o jogo; (2) menos oponentes, ou que pudesse configurar a quantidade de oponentes ou aumentar a velocidade em que apresentam o feedback no jogo; (3) mais cartas com o recurso de RA, pois os testadores ficavam na expectativa de verem funcionando essas animações; (4) permitir que o jogo aceitasse a conexão de mais usuários, permitindo que os oponentes fossem adversários reais. Inclusive um dos testadores sugeriu criar um jogo como plataforma para que o professor pudesse inserir as questões, e assim poderia ser usado em mais disciplinas.

6. Considerações finais

O objetivo inicial desse trabalho era avaliar a viabilidade de usar RA melhora a motivação dos alunos ao experimentarem um jogo de tabuleiro físico. Entretanto, devido às restrições sanitárias em relação à COVID-19 limitando o acesso às turmas em sala de aula, o projeto seguiu outros rumos, exigindo que o jogo “Conhecendo a Física” tivesse que ser reimplementado para dispositivos móveis. Logo a RA foi integrada ao jogo digital.

Um dos investigadores convidou em suas redes sociais o acesso ao jogo, disponibilizando as cartas com os marcadores, e um manual de instruções sobre a instalação do jogo no Android. Foi utilizado o instrumento MAREEA para avaliar quatro aspectos do jogo (Usabilidade, Motivação, Engajamento e Aprendizagem Ativa). Com a coleta das respostas de 40 voluntários, foram detectadas algumas melhorias a serem feitas no jogo (cartas repetidas, mais cartas com animações em RA e velocidade/quantidade de oponentes), contudo, como a maioria das esperanças matemáticas foi igual ou superior a 3,5, os jogadores ficaram satisfeitos com o jogo, até mesmo apontando ganhos em aprendizagem, corroborando com o objetivo alcançado.

O jogo, seus marcadores e manual de instrução para instalação, estão disponíveis em <https://www.udesc.br/ceavi/gamelab/tccs/vinioustomevieira>.

A mecânica instrucional do jogo está exclusivamente nas cartas de perguntas e respostas, algumas com recursos de RA. Como trabalho futuro, inclusive seguindo sugestão de um dos testadores, é desenvolver o jogo como uma plataforma para que os próprios professores, de quaisquer áreas do conhecimento, possam inserir as cartas, inclusive com recursos de RA.

É importante esclarecer que o jogo não vem para substituir o professor em sala de aula, mas complementar as suas práticas, e inclusive fomentar a motivação através da curiosidade sobre os assuntos de Física. O jogo permite que os alunos errem sem causar prejuízos em sua nota (boletim) e abrem-se oportunidades para que os alunos questionem o professor nessas situações.

7. Referências

BENEDETTI FILHO, Edemar; SILVA, Adriana de Oliveira Delgado; FAVARETTO, Danilo Vieira. Um jogo de tabuleiro utilizando tópicos contextualizados em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. DOI: 10.1590/1806-9126-rbef-2019-0356.

CARDOSO, Raul G. S.; PEREIRA, Said T.; CRUZ, Jorge H.; ALMEIDA, Will R. M. Uso da realidade aumentada em auxílio à educação. *In*: COMPUTER ON THE BEACH 2014, Florianópolis-SC. **Anais [...]**. Florianópolis-SC p. 330–339.

DANTAS DE SÁ, Clayton; PAULUCCI, Laura. Desenvolvimento de um sistema de RPG para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. DOI: 10.1590/1806-9126-rbef-2021-0005.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259–272, 2003. DOI: 10.1590/s1806-11172003000300002.

GUEDES, Sharon Geneviève Araujo; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico; CALLEGARO, Morgana. Aprendizagem baseada em equipes e jogos educacionais: integrando a física e a química através da astronomia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 10, n. 3, p. 115–137, 2020. DOI: 10.31512/encitec.v10i3.3518.

HERPICH, F.; JARDIM, RR; SILVA, Ricardo Frohlich Da; NUNES, FB; VOSS, GB; MEDINA, RD. Jogos Sérios na Educação: Uma Abordagem para Ensino-Aprendizagem de Redes de Computadores (Fase I). *In*: NUEVAS IDEAS EN INFORMÁTICA EDUCATIVA 2013, Porto Alegre-RS. **Anais [...]**. Porto Alegre-RS p. 617–620.

HERPICH, Fabrício; NUNES, Felipe Becker; PETRI, Giani; NICOLETE, Priscila; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 355–364, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.95842.

MANN, Steve; FURNESS, Tom; YUAN, Yu; IORIO, Jay; WANG, Zixin. **All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X,Y), and Multimediated Reality** *arXiv:1804.08386*, 2018. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1804.08386>.

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 2009, Florianópolis-SC. **Anais [...]**. Florianópolis-SC p. 12–23.

ROSA, Cleci Werner Da; ROSA, Álvaro Becker Da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 1–18, 2005.

SANTOS, Carlos Alberto Dos; AQUINO, Eliabe Maxsuel De. Em busca do Prêmio Nobel – Versão beta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

SOUZA, M. A. M.; NASCIMENTO, A. C. S.; COSTA, D. F.; FERREIRA, O. Jogo de Física de partículas: Descobrimo o bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, 2019. DOI: 10.1590/1806-9126-rbef-2018-0124.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; ROLAND, Letícia Coelho; FABRE, Marie-Christine Julie Mascarenhas; KONRATH, Mary Lúcia Pedroso. Jogos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, n. 1, 2004.

TASTLE, William J.; RUSSELL, Jack; WIERMANN, Mark J. A new measure to analyze student performance using the Likert scale. **Information Systems Education Journal**, v. 6, n. 35, 2008.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade Virtual. *In*: **Introdução à Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

VAHLDICK, Adilson; SCHOEFFEL, Pablo; MOSER, Paolo. Metodologia de Ensino de Padrões de Projeto Baseado no Modelo 4C/ID. *In*: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO 2019, Brasília. **Anais [...]**. Brasília p. 397–406. DOI: 10.5753/cbie.wcbie.2019.397.

VAHLDICK, Adilson; SILVA, Willeson Thomas Da. Um Jogo Sérioo para Suportar o Aprendizado do Modelo Atômico de Bohr. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 1, 2020.