

Uso da Realidade Aumentada e gamificação para apoiar o ensino de eletroeletrônica

Use of Augmented Reality and gamification for the teaching electroelectronics

Orlando Rosa Júnior  <https://orcid.org/0000-0002-3894-7879>

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo (ICT/UNIFESP)

E-mail: orlando.rosa@unifesp.br

Tiago de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-3676-5967>

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo (ICT/UNIFESP)

E-mail: tiago.oliveira@unifesp.br

Ezequiel Roberto Zorzal  <https://orcid.org/0000-0002-0938-7374>

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo (ICT/UNIFESP)

E-mail: ezorzal@unifesp.br

Resumo

A Realidade Aumentada pode ser aplicada de muitas formas em diversas áreas do conhecimento. Cabe ressaltar sua utilização no ensino. Devido à sua alta capacidade de interação, a Realidade Aumentada pode prover aplicações mais intuitivas e melhorar a interação humano-computador. Concomitantemente, os modos de ensinar vêm sendo beneficiados com diversos recursos tecnológicos. Dentre eles, cabe destacar o uso de técnicas de gamificação que são utilizadas para melhorar a motivação dos estudantes. O objetivo deste artigo é apresentar uma aplicação que faz uso da Realidade Aumentada com técnicas de gamificação para apoiar o ensino de eletroeletrônica. Foram selecionados quatro fundamentos que poderiam ser inseridos na aplicação, na forma de fases, de acordo com uma lista de fundamentos pelos quais os alunos são submetidos ao longo do curso. As técnicas aplicadas foram usadas para aumentar a motivação dos estudantes, além de melhorar o engajamento quanto aos fundamentos estudados em eletroeletrônica. A aplicação foi testada por dezoito estudantes em uma escola de ensino profissionalizante e se mostrou bastante promissora, apresentando resultados positivos nos testes de usabilidade efetuados.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Gamificação. Eletroeletrônica. Ensino.

Abstract

Augmented Reality can be applied in many ways in different areas of knowledge. It is worth mentioning its use in teaching. Due to its high capacity for interaction, Augmented Reality can provide more intuitive applications and improve human-computer interaction. Concomitantly, the ways to teach have benefited from several technological resources. Among them, it is worth mentioning the use of gamification techniques to improve students' motivation. The purpose of this article is to present an application that makes use of Augmented Reality with gamification techniques to support teaching electroelectronics. Four concepts were selected to be in application, based on a knowledge list whereby the students were submitted along the course. The applied techniques were used to increase students' motivation and improve the abstraction of electroelectronics elements and simplify their associated concepts. Eighteen students tested the application at a vocational school and proved to be promising, presenting positive results in the usability tests performed.

Keywords: Augmented Reality. Gamification. Electroelectronics. Teaching.

Introdução

Nos últimos anos, a evolução tecnológica tem causado a mudança de comportamento e conduta na sociedade. Estudos diversos, tais como os de Derevensky, Hayman e Gilbeau (2019), Haucke (2018) e Jamal e Habib (2020) apresentam mudanças de comportamento dos usuários, a partir da adoção do smartphone no cotidiano do indivíduo. Sendo assim, a área da Educação também tem sido influenciada por essas mudanças de comportamento e inovações tecnológicas.

A partir da adoção dos computadores e dispositivos móveis como ferramenta de apoio ao ensino pode-se aproveitar recursos multimídia, bem como aplicações computacionais dedicadas a auxiliar no trabalho docente. Exemplos dessas tecnologias são os vídeos interativos, jogos didáticos e até mesmo o uso de aplicações gerais para fins educacionais.

Para aumentar a motivação dos alunos no ambiente de ensino, pesquisadores têm usado técnicas de gamificação, ou seja, elementos de jogos digitais no contexto educacional (OGAWA et al., 2015). Conforme a definição de Kim et al. (2018), gamificação é um conjunto de atividades e processos usados para resolver problemas, por meio do uso ou aplicação das características dos elementos de jogos.

Ao implementar os processos e atividades gamificadas, o desenvolvedor precisa perceber que o processo não se resume apenas a usar as mecânicas de jogos. É preciso aplicá-las no intuito de resolver um problema ou atender uma necessidade. Na educação, isto significa aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, além de apoiar o trabalho docente no desenvolvimento de fundamentos (ZICHERMANN E CUNNINGHAM, 2011).

Além da gamificação, uma tecnologia que pode ser implementada no âmbito educacional é a Realidade Aumentada (RA) (ZORZAL et al., 2018). Weerasinghe et al. (2019) mostra que a RA tem o potencial de misturar objetos reais e virtuais, permitindo aos usuários experimentarem os conteúdos em várias dimensões. Estas dimensões, segundo os autores, são temporais, espaciais e contextuais. Além disso, Zorzal et al. (2008) afirmaram que o uso da RA permite trazer o contexto dos jogos digitais do computador para o espaço do usuário. Nas três situações citadas neste parágrafo os trabalhos foram desenvolvidos unindo RA e gamificação no contexto educacional.

Dentro deste contexto, essa conexão entre RA e gamificação pode facilitar a mediação do aprendizado do aluno. Os recursos desenvolvidos em RA podem ser agregados a propostas de gamificação, a fim de criar experiências inovadoras de ensino e aprendizagem aos alunos. Incorporar ao ensino, por exemplo, um ambiente que integre os smartphones a uma aplicação de RA é uma opção diferente dos métodos de ensino tradicionais. A fusão desta plataforma à gamificação torna o mecanismo propício a melhoria das interações entre discentes e docentes. Esta é uma solução que permitiria ainda criar um ambiente propício ao aluno de vivenciar fundamentos abordados em sala de aula, de forma lúdica. Estas características já foram abordadas em outros estudos, como os realizados por Paredes-Velasteguí et al. (2018), Chen e Liao (2015) e Oh, So e Gaydos (2018). Nestes estudos a gamificação e RA foram trabalhadas de forma conjunta, visando medir o engajamento e a motivação dos alunos.



Para complementar e reforçar o uso das aplicações de RA e gamificação aplicadas na área de educação, DURAO *et al* (2019), PATRÍCIO *et al* (2019) e ZHENMING *et al* (2019) foram exemplos recentes de uso destas tecnologias para auxiliar no ensino de diversos fundamentos. Cada uma destas pesquisas avaliou o uso das ferramentas tecnológicas e propuseram formas de aplicação, bem como indicaram diversas vantagens no uso destas tecnologias. A combinação dos elementos de gamificação e a RA parecem se encaixar perfeitamente, uma vez que aumenta a motivação e, conseqüentemente o desempenho e produtividade dos usuários (PONIS *et al.*, 2020).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma aplicação com RA e gamificação para apoiar o ensino de eletroeletrônica. O foco estava em verificar se o uso da RA aliada a gamificação poderia melhorar a motivação dos alunos e facilitar o ensino dos fundamentos da Eletroeletrônica. Além disso, a seleção de fundamentos a serem desenvolvidos levou em conta a possibilidade de inseri-los na aplicação, visando aumentar a motivação quanto ao aprendizado destes.

Desenvolvimento

Inicialmente, foram definidos quais fundamentos da Eletroeletrônica seriam inseridos na aplicação, relacionados com a Unidade Curricular de nome análogo, que poderiam ser constituídos na forma de fases. Estes itens estão descritos com maior detalhamento ainda nesta seção. Além disso, foram levantados os requisitos para implementação, como hardware a ser utilizado, metodologias de desenvolvimento e técnicas de gamificação que seriam implementadas, bem como toda a infraestrutura necessária para desenvolver a aplicação. Por fim, foi desenvolvido um protocolo experimental para aplicação de testes em usuários, no intuito de medir a satisfação do usuário e também a usabilidade da aplicação.

A aplicação foi desenvolvida com um roteiro de fases, pelas quais o usuário deve completar para receber as recompensas, ser ranqueado e ter um *feedback* de seu aprendizado. O *feedback* é referente aos pontos específicos que o usuário precisa melhorar em seu processo de aprendizagem. Além disso, as fases incorporadas na aplicação, possuem diferentes formatos usando RA, para que a experiência do usuário na aplicação não se torne repetitiva ou monótona.

Ao implementar a aplicação, listou-se um conjunto de tarefas fundamentais da Eletrônica que poderiam ser implementadas, totalizando 21 itens. Destes itens pré-definidos foram selecionados quatro para serem implementadas na aplicação, levando em consideração principalmente o tempo de desenvolvimento das fases. Os itens selecionados foram:

- Utilizar um diagrama de circuito elétrico como marcador para demonstrar o sentido convencional e o sentido eletrônico da corrente elétrica;
- Demonstrar o comportamento de capacitores quando carregados ou descarregados;
- Simular o comportamento das linhas de campo magnético em um indutor;

- Com base em um circuito série entre LED (*Light-emitting diode*) e resistor, definir o valor de resistência com base nos dados do LED e na tensão da fonte de alimentação.

Para que os usuários experimentassem a aplicação e fizessem a interação com o ambiente, estas tarefas foram dispostas em formato de desafio, fazendo parte do roteiro das fases. Além disso, o usuário teve 5 minutos, aproximadamente, para testar a aplicação.

Ao finalizarem os testes, os alunos foram submetidos aos questionários de satisfação, visando analisar este grau de satisfação dos alunos em aprender fundamentos da eletroeletrônica, e questionário de usabilidade baseado no SUS - *System Usability Scale* (BROOKE, 1996). O uso da ferramenta para medir a satisfação se baseia nos princípios da NBR ISO 9421-11 (ABNT, 2011), que trata da usabilidade como a medida que um produto pode ser usado com efetividade, eficiência e satisfação ao ser usado para realizar operações específicas. Estas ações podem influenciar diretamente o nível de engajamento do aluno ao ter acesso ao recurso tecnológico.

Por fim, os alunos puderam sugerir modificações para a aplicação. Esta última etapa foi importante para identificar necessidades de melhoria na aplicação. Foi possível ter um relato dos usuários dos recursos por eles explorados e utilizados ao longo do teste.

O uso do SUS se deu em virtude de ser uma metodologia que concede maior confiabilidade quando comparada a outros questionários. SAURO e LEWIS (2009) descreveram a metodologia como mais confiável.

Aplicação de RA e gamificação

Como já mencionado, a aplicação foi desenvolvida para melhorar a abstração dos fundamentos de eletroeletrônica a partir do uso da RA e gamificação.

Para adequar a proposta da pesquisa ao ambiente a ser desenvolvido, foram definidas inicialmente quais técnicas de gamificação seriam utilizadas na aplicação:

- **Ranqueamento:** lista de pontuação geral dos usuários da pontuação;
- **Badges:** a cada nível completo, o usuário recebe um escudo como recompensa. Além disso, há escudos por velocidade de cumprimento das tarefas, por acertos consecutivos e por domínio de um determinado conhecimento desenvolvido;
- **Feedback:** a cada execução das tarefas, o usuário recebe um retorno sobre sua atuação no desafio anterior, destacando as necessidades para reforçar algum determinado aspecto que não foi atingido;
- **Pontuação por atividade:** a cada tarefa realizada, o usuário recebe pontos no sistema, visando o acompanhamento do usuário de seu desempenho individual;
- **Fases:** foram criados grupos de fases por nível de dificuldade e por capacidade técnica ou fundamento a ser desenvolvido;
- **Progresso:** é possível identificar, na tela de fases e ao final de cada tarefa, o progresso do usuário em relação ao grupo de fases estudado e ao total de fases.

A aplicação de RA foi desenvolvida para dispositivos móveis, a partir da ferramenta e motor de jogos Unity com o *plugin* Vuforia. Para usar a aplicação é preciso que os



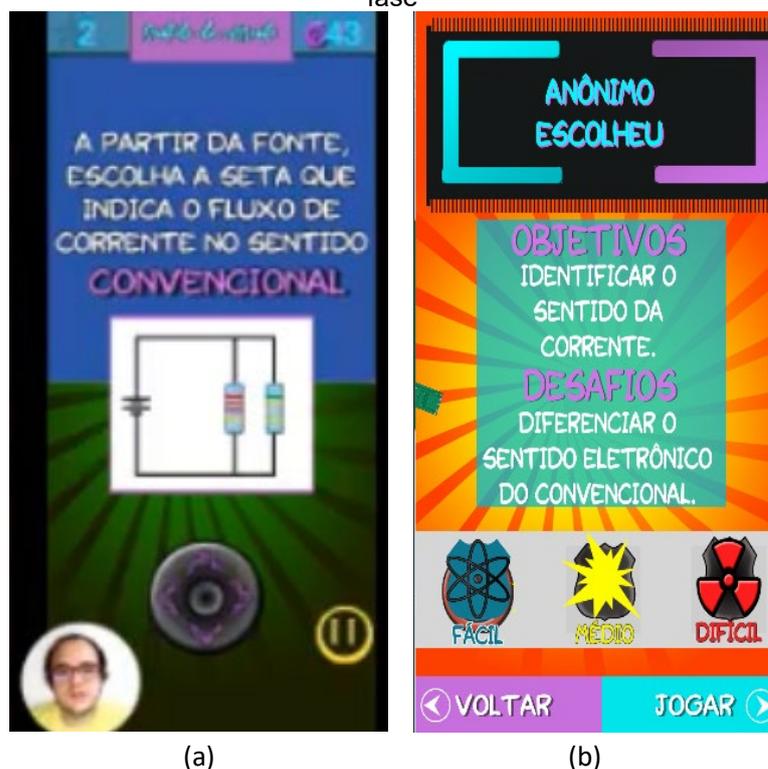
dispositivos capturem os dados sensoriais da tela ou ainda de teclado e repassem à aplicação, para que esta efetue a execução da tarefa. Em tarefas que exijam movimentação do usuário, nos dispositivos móveis são usados os sensores de detecção de movimento, como o acelerômetro, o giroscópio. Além disso, é necessário usar uma das câmeras disponíveis no dispositivo para execução das tarefas com RA.

Todas as fases foram desenvolvidas com base na tecnologia *Ground Plane Detection*, pela qual um algoritmo detecta o chão e posiciona os objetos a partir da referência dada pelo usuário. Por meio de um alvo indicador, o usuário toca a tela e ativa o plano virtual a partir do chão detectado. Esta técnica não exige um marcador fixo na tela, isto é, o chão se torna a referência de posicionamento dos objetos.

A Fase 1 (Tutorial) fornece um vídeo explicativo de como o aplicativo funciona e como interagir com o ambiente. Nesta apresentação são abordados os recursos utilizados na aplicação, bem como a dinâmica de eventos que podem ocorrer ao longo do tempo de execução. A Figura 1 (a) apresenta a exibição do vídeo na tela do smartphone. Após assistir ao vídeo, o usuário seleciona o nível de dificuldade e clica em jogar. Na Figura 1 (b) há uma referência para seleção de nível da Fase 1 e as opções de níveis de dificuldade. É nesta fase que se aborda o fundamento do sentido da corrente elétrica, sendo considerados o convencional e o eletrônico.

A Figura 2 apresenta essas atividades do usuário na aplicação. Nesta fase a dinâmica serve para entender como os objetos são posicionados ao redor do usuário e a interação dele com a aplicação. Especificamente, na Figura 2 (b), o aluno deveria observar o circuito e, pela referência da afirmativa, definir qual o sentido da corrente destacado. A afirmativa poderia solicitar a indicação do sentido convencional ou eletrônico da corrente. O usuário deveria apresentar o sentido pressionando um dos botões do *joystick* virtual, localizado na parte inferior da tela.

Figura 1 – Telas da aplicação. a) Tela tutorial com o vídeo explicativo; b) Tela referente a primeira fase



Fonte: Autores.



Figura 2 – Telas da Fase 1. a) Tela referente ao ambiente de RA. b) Questionário referente ao sentido da corrente elétrica



Fonte: Autores.

A atividade se encerra após sessenta segundos. Em seguida, o usuário será direcionado para visualizar sua pontuação, seus prêmios e o ranking atual dos usuários. Este ranking foi gerado de acordo com a somatória das pontuações das tentativas do usuário enquanto utilizou a aplicação. Vale lembrar que o ranking só foi exibido aos usuários que se cadastraram na aplicação. Ao final deste processo, o usuário retorna a tela de seleção de fases. Para ganhar o primeiro troféu o usuário deve obter no mínimo 100 pontos.

Na Fase 2 (Carga e descarga do capacitor) o objetivo é escolher o capacitor adequado para ser inserido em uma placa de circuito impresso (PCI). Ele tem três opções pré-definidas: cerâmico, poliéster e eletrolítico. Classificando de forma simples, o primeiro possui menor capacitância, o segundo um valor médio de capacitância e o terceiro um valor alto. Com base nessa premissa, a tela se inicia com a mensagem de aviso ao usuário de qual capacitor ele deve escolher. A Figura 3 ilustra este processo, que será seguido da detecção de superfície, usando a tecnologia a *Ground Plane Detection* do Vuforia.

Para que o usuário detecte uma superfície, deve pressionar o botão “Start” no *joystick* e o indicador de detecção será exibido na tela do usuário. Ao tocar a tela, o usuário define o ponto indicado como a superfície a ser utilizada para a construção do carrinho de ferramentas e componentes. A Figura 3 (b) indica este procedimento. Para interagir com o carrinho, o usuário precisa tocar a gaveta, que se abrirá para a escolha dos componentes. Ao visualizar um dos capacitores, o usuário poderá tocá-lo e automaticamente este será selecionado. A cada escolha o usuário é avisado se a seleção foi correta ou não. Ao acertar, o usuário deve chacoalhar o dispositivo para carregar o capacitor, ganhando uma pontuação por isso.



Figura 3 – Telas da fase Carga e descarga do capacitor



Fonte: Autores.

Na Fase 3 (Carga e descarga do indutor), o usuário precisa inserir, no indutor, o núcleo de material ferromagnético. Isto se deve ao fato deste elemento concentrar as linhas de campo no interior do indutor. O usuário deve selecionar o material correto para o núcleo do indutor. A cada acerto, o usuário deve carregar o indutor, chacoalhando o seu aparelho. A cada carga, o aluno receberá pontos a fim de melhorar seu ranqueamento. Ao encerrar o tempo da tela, as informações referentes a pontuação e sugestões de melhorias serão apresentadas da mesma forma que as fases anteriores.

No último desafio proposto (Fase 4 - Quedas de tensão no resistor), o objetivo é que o aluno escolha o resistor mais adequado para acender um LED, sendo que os dois componentes estão associados em série. O usuário recebe os dados de consumo do LED e a tensão da fonte de alimentação. Em contrapartida, deve escolher o resistor mais adequado para que o LED acenda. Para manter a circulação de corrente, o usuário deve chacoalhar o aparelho para que o LED se mantenha aceso.

Testes com usuários

O experimento foi realizado em uma escola profissionalizante com dezoito alunos dos cursos de Eletricistas de Manutenção Eletroeletrônica e Técnicos em Mecatrônica. Foram selecionados alunos que estavam cursando unidades curriculares que envolviam eletroeletrônica em seus respectivos cursos. Com base nos dados coletados, observou-se que da amostra utilizada na pesquisa 77,78% dos entrevistados são do sexo masculino e 22,22% do sexo feminino.

O ambiente utilizado para a aplicação dos testes foi um dos laboratórios de Eletroeletrônica da escola, pois já era um ambiente utilizado e familiar aos alunos. Devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19 / SARS-CoV-2), o acesso aos locais

da escola estava limitado. Desta forma, os alunos foram divididos em grupos com no máximo oito indivíduos para a realização dos testes. Neste período, vale ressaltar que a escola ficou aberta para realização das aulas práticas, com as aulas teóricas sendo realizadas de forma remota. O período de aplicação foi realizado no mês de outubro do ano de 2020.

Inicialmente, os alunos foram submetidos as medidas de higiene e distanciamento social, respeitando todos os protocolos e recomendações de segurança. A seguir, foi explanado ao grupo sobre o funcionamento da aplicação, bem como a dinâmica em cada uma das fases. Foi salientada a etapa de criação dos usuários e, para finalizar, como os alunos poderiam observar os resultados obtidos a cada fase executada.

Os alunos tiveram cerca de 5 minutos para testar as fases da aplicação. Os que quiseram criar seus respectivos usuários tiveram seus resultados armazenados. Aqueles que, por motivo particular, não quiseram criar seus usuários tiveram a opção de jogar de forma anônima.

Ao final dos testes, os usuários preencheram o teste de usabilidade SUS e ainda foram indagados de sugestões de melhoria, conforme já observado no capítulo 2 deste artigo.

Resultados e discursões

Foram levantados dados e geradas informações que permitissem mensurar a satisfação ao usar a ferramenta de apoio ao ensino. Ao final dos testes, verificou-se que 100% dos entrevistados afirmaram que a aplicação deveria ser adotada como ferramenta de apoio ao ensino de Fundamentos da Eletroeletrônica.

Os alunos que usaram a aplicação tinham uma faixa etária variada, de 17 até 19 anos e apresentaram respostas divergentes quanto ao uso do computador, sendo que 11,11% dos entrevistados afirmaram não possuir computador em casa, 5,56% usam o equipamento pelo menos por uma hora por semana, 38,89% usam o computador pelo período entre uma e 5 horas semanais; 11,11% usam o computador pelo período entre seis e 15 horas semanais; e 33,33% usam o computador por mais de quinze horas semanais.

Com relação ao uso de dispositivos móveis (*smartphone* ou *tablet*), todos os entrevistados afirmaram terem um destes equipamentos em casa; 5,56% usam o dispositivo pelo período entre uma e 5 horas semanais; 44,44% usam pelo período entre seis e quinze horas semanais; e 50,0% usam o dispositivo por mais de quinze horas semanais.

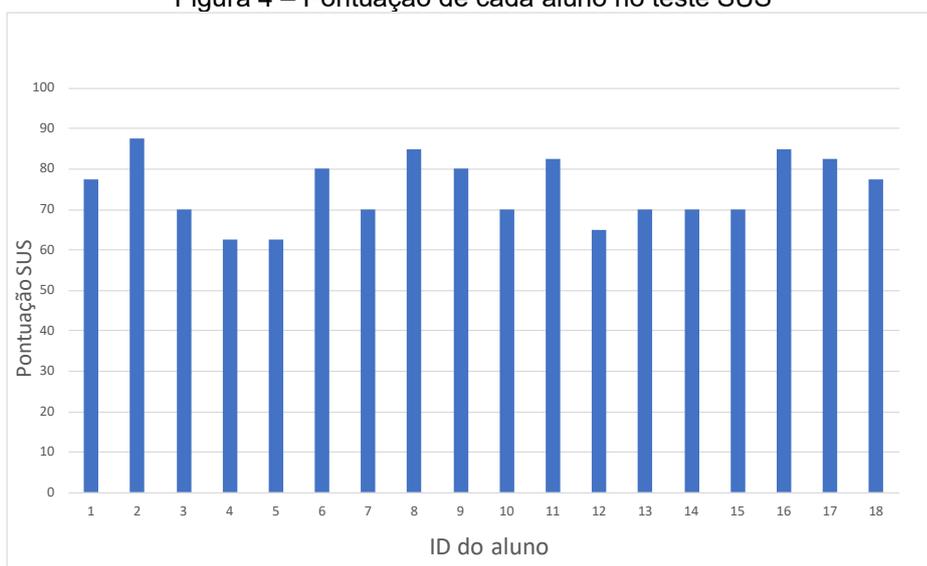
Além de verificar os aspectos tecnológicos, foi identificada ainda a formação egressa dos alunos. Foi questionado a eles sobre os conhecimentos prévios, isto é, se haviam feito algum treinamento em eletroeletrônica nos últimos dois anos. 27,78% disseram que tinham feito pelo menos um treinamento na área nos últimos dois anos, 5,56% fizeram mais de um curso na área nos últimos dois anos e, por fim, 66,67% fizeram um ou mais cursos há mais de dois anos.

Para identificar o engajamento atual do aluno com os Fundamentos abordados, verificou-se que 55,56% dos alunos estuda apenas nos horários do Curso. 38,89% estudaram por uma hora ou mais fora do ambiente escolar. Pesquisar fontes de informação além daquelas já oferecidas pela escola foram foco de 94% dos alunos.



Após o uso da aplicação, os alunos foram submetidos a um questionário de usabilidade, com base no SUS (média 74,87), com mínimo de 62,5 e máximo de 87,5 pontos. Este resultado médio indicou que a aplicação possui uma boa usabilidade. Para os indivíduos do sexo masculino, a média de pontos é de 82,86. Já para os entrevistados do sexo feminino, a média foi de 71,87 pontos. Isto pode indicar que indivíduos do sexo masculino aceitam melhor os recursos da aplicação do que os do sexo feminino. Para os alunos que declararam dedicar um tempo fora da escola para estudar (33,33%), a média do SUS foi de 77,08 pontos. É uma verificação que, para aqueles que se dedicaram mais ao estudo da Eletroeletrônica tiveram um nível de motivação maior para usar o aplicativo. A Figura 4 ilustra a pontuação individual de cada aluno, de acordo com a metodologia SUS.

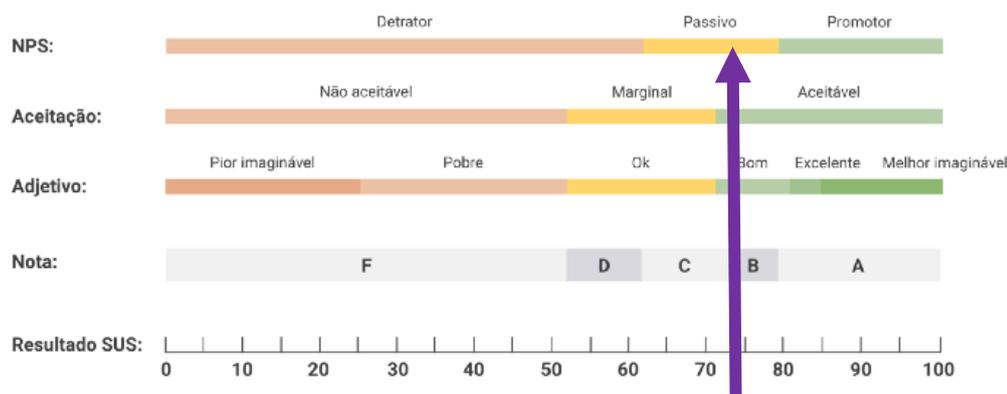
Figura 4 – Pontuação de cada aluno no teste SUS



Fonte: Autores.

Com base nas pontuações geradas, consolidou-se, como já dito, uma média de 74,87 pontos, demonstrando as classificações do *Net Promoter Score*, Aceitação e Adjetivos também relacionados a metodologia SUS. A Figura 5 apresenta a informação e a característica de cada item serão discutidos a seguir, nos próximos parágrafos.

Figura 5 – Classificação de características conforme a metodologia SUS



Fonte: MiroMedium (2020).

Ainda, tratando-se do *Net Promoter Score* (NPS), que mensura a satisfação do usuário, foi classificado como passivo. Isto, segundo a metodologia, indicou que os



usuários não promoveriam nem descredenciariam a aplicação. Seria uma posição neutra. Da mesma forma, esta pontuação classifica a aplicação com o adjetivo bom, indicando que a experiência foi satisfatória no uso da aplicação. O indicador de aceitação esteve com classificação aceitável, indicando que houve receptividade dos usuários pela aplicação proposta.

Cabe ressaltar ainda que, para os entrevistados que afirmaram utilizar o smartphone por mais de 15 horas por semana (50% da amostra), a média de pontuação, na escala SUS, foi de 79,17. Como consequência, o adjetivo continuou na classificação bom e o indicador de aceitação seguiu como aceitável. Sobretudo, o índice NPS passou para o nível de Promoção, indicando que estes indivíduos promoveriam a aplicação, caso houvesse necessidade.

Ao final dos testes, os usuários foram indagados das suas explorações do sistema. As respostas foram as mais diversas, mas as principais avaliações foram no sentido de enxergar os fenômenos ocorrendo no ambiente de RA, como a carga do capacitor e as linhas de campo magnético, que são fenômenos passíveis de medição, que geram efeitos nos equipamentos, porém não são visíveis ao indivíduo. Além disso, a interação com os objetos virtuais, como o carrinho de componentes, bem como a seleção do tipo de componente adequado também apareceu como resposta as indagações das operações realizadas pelos usuários. Alguns disseram que precisaram lembrar alguns fundamentos e testar uma fase por mais de uma vez para conseguir realizar os objetivos da tarefa. Foram ouvidos, por várias vezes, comentários positivos sobre aplicação proposta. Palavras como interessante, legal e inovador foram ouvidas por diversas vezes. Além disso, os alunos destacaram que a aplicação deveria ser implementada como ferramenta no Curso, estendendo sua funcionalidade para outras áreas, como Comandos Elétricos, Máquinas Elétricas, Pneumática e Hidráulica e Automação. Além disso, foram sugeridas inserções de recursos dentro das fases. Um item bastante mencionado foi a inclusão de um botão para retornar ao menu de fases do aplicativo.

Considerações finais

O uso da RA com a gamificação apresenta uma oportunidade de aumentar a satisfação dos estudantes e a incentivá-los a buscar fontes de informação também de formas menos conservadoras. A adoção das duas tecnologias apresenta inúmeras formas de exploração, não somente para a educação regular, mas também para o Ensino Profissional. É um fator para enriquecer e apoiar os docentes na tarefa de ensinar, principalmente quando o objetivo do aprendizado está o desenvolvimento de uma profissão.

O campo de aplicação das tecnologias de RA e gamificação pode ser estendido também aos treinamentos de funcionários em empresas, como tutoriais para execução de procedimentos e rotinas de trabalho, visando aumentar a satisfação e a eficiência dos treinamentos corporativos. É uma forma de incentivar os funcionários a realizar o treinamento de uma forma mais lúdica, visando estimular diversas sensações ao indivíduo, melhorando a experiência e tornando propício o ambiente para uma melhor relação entre ensino e aprendizagem.

Em virtude dos fatos observados e apresentados nesta pesquisa, a aplicação desenvolvida utilizou a gamificação, associada aos estudos da Eletroeletrônica, em particular no aspecto dos fundamentos. Foram utilizados elementos como pontuação,



ranqueamento, níveis de dificuldade, fases, desafios e premiação na aplicação, visando utilizar aspectos oriundos dos jogos eletrônicos para um fim diferente, que era o apoio ao ensino dos fundamentos da Eletroeletrônica.

Em se tratando da RA, assim como para a gamificação, a aplicação utilizou elementos da RA para incrementar as sensações e a imersão do usuário ao testar a aplicação. Usou-se os periféricos disponíveis na maioria dos smartphones, como o giroscópio, o acelerômetro e a câmera do dispositivo móvel. Foi verificado em alguns modelos de dispositivos um aquecimento excessivo durante os testes. Isso se deu principalmente pelo uso excessivo do processamento da câmera por mais de 5 minutos. Mesmo com essas dificuldades, os recursos de RA puderam ser implementados e testados pelos usuários e se mostraram uma tecnologia promissora para o ensino.

Foi possível perceber que, além do aspecto do desenvolvimento dos fundamentos da Eletroeletrônica, os indivíduos puderam interagir com os objetos tridimensionais, aumentando assim a sua percepção espacial, além de proporcionar a interação entre os ambientes reais e os objetos virtuais. Incorporar áudios e ações como chacoalhar o dispositivo móvel para observar um fenômeno elétrico ocorrendo permitiu ao usuário visualizar efeitos da eletricidade que não seriam possíveis apenas com os objetos reais. Ademais, em um cenário de pandemia, onde há limitação na execução dos trabalhos em ambiente escolar, a solução se mostrou uma forma diversificada e inovadora de propor os desafios de aprendizado aos alunos.

A rápida adaptação dos usuários ao ambiente da aplicação também demonstra como a tecnologia dos dispositivos móveis está cada vez mais inserida no cotidiano dos seres humanos. Além disso, essa nova forma de abordagem dos fundamentos trouxe um aspecto de motivação e engajamento dos jogos eletrônicos também para o ambiente educacional, aliando aspectos positivos de ambos.

Por fim, para futuros trabalhos de pesquisa, pretende-se realizar um acompanhamento do uso das aplicações por um tempo maior, com atividades sequenciadas e planejadas. Além disso, considera-se importante verificar, usando grupos experimentais e de controle, qual o grau de efetividade do uso das aplicações de RA e gamificação no processo de ensino e aprendizagem, além de analisar a motivação e o engajamento dos estudantes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual. Parte 11:** Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BROOKE, J. (1996). **SUS: a “quick and dirty” usability**. Usability evaluation in industry: 189.

CHEN, M. P.; LIAO, B. C. **Augmented Reality Laboratory for High School Electrochemistry Course**. In: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies. [S.l.: s.n.], 2015. p. 132–136.

DEREVENSKY, J. L.; HAYMAN, V.; GILBEAU, L. **Behavioral Addictions: Excessive Gambling, Gaming, Internet, and Smartphone Use Among Children and Adolescents**. Pediatric clinics of North America, Taylor & Francis, v. 66, n. 6, p.1163–1182.



DURAO, N., MOREIRA, F., FERREIRA, M. J., PEREIRA, C. S., & ANNAMALAI, N. (2019). **A comparative study about mobile learning with gamification and augmented reality in high education institutions across South Europe, South America, and Asia countries**. 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).

HAUCKE, F. V. **Smartphone-enabled social change: Evidence from the Fair phone case?** Journal of Cleaner Production, Elsevier Ltd, v. 197, p. 1719–1730.

JAMAL, S.; HABIB, M. A. **Smartphone and daily travel: How the use of smartphone applications affect travel decisions**. Sustainable Cities and Society, Elsevier B.V., v. 53, p. 101939, 2020.

KIM, S. et al. **Gamification in Learning and Education**. Cham: Springer International Publishing, 2018.

MIROMEDIUM. **Indicadores de usabilidade**. Disponível em: https://miro.medium.com/max/700/1*ut8zN\QRhNLhj5dTRPqkww.png. Acesso em 10 janeiro 2020.

OGAWA, A. N. et al. (2015) **Análise sobre a Gamificação em Ambientes Educacionais**. Revista de Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 13, n. 2.

OH, S.; SO, H. J.; GAYDOS, M. **Hybrid Augmented Reality for Participatory Learning: The Hidden Efficacy of Multi-User Game-Based Simulation**. IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 11, n. 1, p. 115–127, 1 2018.

PAREDES-VELASTEGUÍ, D. et al. **Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in Ecuador**. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.: s.n.], 2018. p. 1243–1250.

PATRICIO, J. M., COSTA, M. C., & MANSO, A. (2019). **A Gamified Mobile Augmented Reality System for the Teaching of Astronomical Concepts**. 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).

PONIS, S. T., PLAKAS, G., AGALIANOS, K., ARETOULAKI, E., GAYIALIS, S. P., & ANDRIANOPOULOS, A. (2020). **Augmented Reality and Gamification to Increase Productivity and Job Satisfaction in the Warehouse of the Future**. Procedia Manufacturing, 51, 1621–1628.

SAURO J., LEWIS, R. **Correlations among prototypical usability metrics: evidence for the construct of usability**. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, 1609– 1618, 2009.

SERDYUKOV, P. **Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it?** Journal of Research in Innovative Teaching & Learning, v. 10, n. 1, p. 4–33, 2017.

WEERASINGHE, M. et al. **Educational Augmented Reality Games**. In: Augmented Reality Games II. [S.l.: s.n.]. cap. Education a, p. 28.

ZHENMING, B., MAYU, U., MAMORU, E., & TATAMI, Y. **Development of an english words learning system utilizes 3D markers with augmented reality technology**. 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE).

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification By Design**. [s.n.]. 208 p.

ZORZAL, E. R., DE OLIVEIRA, M. R. F., SILVA L. F., CARDOSO, A., KIRNER, C., LAMOUNIER JR. E. (2008). **Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada**. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 6, n. 1.

ZORZAL, E. R.; JORGE, A. J.; COSTA, G. G. (2018). **Desafios e Aplicações da Realidade Aumentada Móvel na Educação**. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 16, n. 2.

Recebido: 22/02/2021

Aprovado: 30/06/2021

Como citar: ROSA JÚNIOR, O.; OLIVEIRA, T.; ZORZA, E. R. Uso da Realidade Aumentada e gamificação para apoiar o ensino de eletroeletrônica. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, e166921, 2021.

Contribuição de autoria:

Orlando Rosa Júnior: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, software, escrita.

Tiago de Oliveira: Conceituação, supervisão, validação, escrita.

Ezequiel Roberto Zorzal: Conceituação, investigação, administração de projeto, supervisão, validação, escrita.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

