

Jogos digitais com realidade aumentada no Ensino Superior: um projeto para introdução a programação

Digital games with augmented reality in higher education: a project to introduce programming

Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto^{1*}, Eliane Pozzebon¹, Liane Margarida Rockenbach Tarouco², Patrícia Fernanda da Silva³

RESUMO

O presente artigo apresenta um estudo intitulado Projeto JogAR: Ensinando Programação com Jogos Digitais e Realidade Aumentada para o Ensino Superior desenvolvido com vistas a minorar as dificuldades usualmente encontradas no ensino e aprendizagem inicial de programação de computadores no Ensino de Engenharia. A investigação envolveu uma pesquisa aplicada com abordagem de cunho qualitativo. Foram envolvidos 20 alunos de uma turma do curso de Engenharia Mecatrônica e 35 alunos de uma turma do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Criciúma, da disciplina de Programação I, que participaram da atividade que utilizou jogos digitais com realidade aumentada como elementos motivadores da aprendizagem. O estudo demonstrou que 68% dos alunos da Engenharia Mecatrônica e 64% dos alunos de Engenharia Civil, afirmam que aprender os conceitos básicos de programação desenvolvendo jogos digitais integrando a realidade aumentada foi considerado fácil, significativo e divertido.

Palavras-chave: Ensino de programação; *Scratch*; Jogos digitais; Realidade aumentada.

ABSTRACT

This article presents a study entitled Project JogAR: Teaching Programming with Digital Games and Augmented Reality for Higher Education, developed to alleviating the difficulties usually found in teaching and initial learning of computer programming in Engineering Education. An investigation involved applied research with a qualitative approach. Twenty students from a class of the Mechatronics Engineering course and 35 students from a class of the Civil Engineering course at the Federal Institute of Santa Catarina, Criciúma campus, from the discipline of Programming I, were sent to participate in the activity that uses digital games with augmented reality as motivating elements of learning. The study described that 68% of Mechatronics Engineering students and 64% of Civil Engineering students claim that learning the basics of programming by developing digital games integrating augmented reality was considered easy, meaningful, and fun.

Keywords: Programming learning; *Scratch*; Games; Augmented reality.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1. *E-mail: kajianansartor@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina

INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) estão presentes no cotidiano das pessoas, seja em casa ou no trabalho, tornando-se primordial saber utilizá-las e aplicá-las no dia a dia. Não podendo ser diferente para o ambiente escolar e para todos os níveis de ensino. Segundo Resnick (2020), para que os indivíduos desenvolvam as habilidades e competências para a vida no século XXI e ainda se tornem fluentes no uso das tecnologias, é necessário saber programar. Não se quer dizer que todas as pessoas devem ser programadores, mas sim, que o conhecimento desta temática se torna importante para o uso das tecnologias.

Nas instituições de Ensino Superior, segundo Aureliano, Tedesco e Giraffa (2016), os alunos que estudam a disciplina de Programação têm muitas dificuldades com relação ao processo de ensino e aprendizagem, e acabam abandonando, desistindo e/ou reprovando durante a vida acadêmica. Sabendo disso, e com a experiência docente no Ensino Superior, e na disciplina de Programação, percebeu-se a importância de utilizar estratégias inovadoras para ensinar este conteúdo curricular que, normalmente, é considerado um dos mais complicados nos cursos das Engenharias.

Segundo os autores do relatório *EDUCAUSE Horizon Report, Teaching and Learning Edition* de 2020, o processo de ensino e aprendizagem do Ensino Superior tem apresentado grandes mudanças com relação às tecnologias e práticas emergentes (BROWN *et al.*, 2020). Segundo o relatório, seis tecnologias e práticas estão começando a ter um impacto significativo para o futuro do processo de ensino aprendizagem, são elas: Aprendizagem Adaptativa, Inteligência Artificial/Aprendizagem de Máquina, Analytics para o sucesso do aluno, Crescimento do Design instrucional no contexto de soluções educacionais, Aprendizagem de Engenharia, Recursos Educacionais Abertos e Tecnologias de XR (Realidade Aumentada, Realidade Virtual, Realidade Misturada, Haptic) (BROWN *et al.*, 2020).

No Brasil, as Diretrizes Curriculares do Ensino Superior (MEC, 2019) relatam que o perfil dos egressos dos cursos de Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; (MEC, 2019).

Além disso, segundo (MEC, 2019) o curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, competências gerais. As seguintes representam uma parcela destas competências:

- I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto;
- II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação e ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras (MEC, 2019).

A partir destas diretrizes constata-se a importância da preparação dos futuros engenheiros para o uso de recursos de programação de computadores. Todavia, conforme destacado em estudos citados anteriormente (AURELIANO, TEDESCO e GIRAFFA, 2016) e (MEDEIROS *et al.*, 2020) a aprendizagem de programação de computadores em cursos de Engenharia enfrenta inúmeros problemas.

Com isso, percebe-se a necessidade de encontrar estratégias educacionais para o Ensino Superior que proporcionem melhores condições para esta aprendizagem, usando a própria tecnologia como recurso de aprendizagem.

Este artigo apresenta como uma proposta de solução a este problema uma estratégia denominada projeto JogAR (VIDOTTO, 2019), envolvendo a construção de jogos digitais com Realidade Aumentada como uma estratégia para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos básicos de programação, na disciplina de Programação I do Ensino Superior. A estratégia proposta envolve o desenvolvimento de jogos digitais usando também recursos de realidade aumentada. Os estudantes envolvem-se em atividades colaborativas de programação e se divertem com seus próprios jogos, o que aumenta a sua motivação e o seu engajamento para a atividade de aprendizagem de programação.

Este artigo descreve a estratégia desenvolvida e está estruturado da seguinte forma: na seção 2, é apresentada a fundamentação teórica utilizada no estudo e trabalhos correlatos; seguido da metodologia utilizada, na seção 3; os resultados alcançados

mediante o uso desta estratégia são apresentados e discutidos, na seção 4 e ao final do artigo, encontram-se as considerações finais e possibilidades de trabalhos futuros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base nos estudos sobre o ensino de programação para o Ensino Superior, percebe-se que as instituições de ensino, e principalmente os professores, estão em busca para melhorar as estatísticas que evidenciam altos índices de abandono, desistência e reprovação na disciplina de Programação. Os motivos que levam a estes altos índices de fracasso podem ser explicadas por diversos fatores: utilização de ferramentas e métodos de ensino ultrapassados, falta de habilidades e competência por parte de professores e alunos, pela dificuldade do conteúdo, pela formação básica do estudante que demonstra dificuldades especialmente na escrita e na matemática, organização e hábitos de estudo, interpretação de textos, raciocínio lógico, falta de habilidades em resolver problemas, falta de conhecimento prévio sobre programação, falta de abstração, pensamento crítico e de discussão, o idioma inglês é precário já que é utilizado em sintaxes das linguagens de programação, entre outros (GIRAFFA; MORAES; MÜLLER, 2015; GIRAFFA; MORA, 2013; MEDEIROS *et al.*, 2020; RAMALHO; FALCÃO, 2019 e 2020).

No contexto da tendência em utilizar jogos em atividades educacionais, Johnson *et al.* (2014), discutem a relação do uso dos jogos digitais para Ensino Superior, na Edição 2019 do NMC *Horizon Report* na Educação Superior. que apontam aplicabilidade desta estratégia nas atividades de sala de aula (JOHNSON *et al.*, 2014).

Sobre o uso de tecnologias no processo ensino aprendizagem, utilizou-se nesta pesquisa, como elemento motivador, a realidade aumentada integrada aos jogos digitais a serem desenvolvidos pelos alunos. Para Kirner e Kirner (2011), realidade aumentada é uma tecnologia que associa ao mundo real, elementos virtuais gerados por computador em tempo real e inseridas no ambiente virtual, sendo visualizadas por dispositivos tecnológicos (KIRNER; KIRNER, 2011). Ela pode ser usada por qualquer área do conhecimento, uma vez que se baseia na inserção de textos, imagens e objetos virtuais tridimensionais no ambiente físico, no qual o usuário interage. Para Aukstakalnis (2017), as tecnologias imersivas (Realidade Virtual e Realidade Aumentada) ajudam os estudantes a abstrair conceitos de áreas complexas do conhecimento, como a aprendizagem experiencial, comprovando um potencial extremamente relevante na área da educação. A utilização da realidade aumentada na educação, segundo Tori (2014), se

O foco deste estudo não está no fato dos alunos aprenderem jogando, mas sim que aprendam os conceitos básicos de programação por meio do desenvolvimento de seus próprios jogos digitais integrando a realidade aumentada. Desta forma, foram utilizadas algumas técnicas de aprendizagem interativa derivada da aprendizagem baseada em jogos digitais de Prensky (2012), que permite os alunos aprenderem com seus erros, por meio de desafios, descobertas e na prática, permitindo assim uma aprendizagem construtivista. O trabalho foi desenvolvido em pares e os alunos colaboraram desta forma para a construção dos jogos. Além disso ocorria a troca de dicas entre os grupos quando trabalhavam presencialmente no laboratório de Informática. As perguntas ocorriam naturalmente entre os colegas e aqueles que sabiam como auxiliar proporcionavam este apoio. A professora também fazia a mediação pedagógica orientando, respondendo e sugerindo. Desta maneira foi ampliada a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)⁴ dos estudantes, conforme proposto por Vygotsky (1991) em sua teoria de aprendizagem sócio construtivista. A colaboração que ocorreu ao nível de pares, entre pares e com a professora ampliou a ZDP.

Com base neste referencial teórico, esta pesquisa propôs e validou uma estratégia de favorecer a aprendizagem de programação em cursos de Engenharia, utilizando a ferramenta de autoria *Scratch*. Esta ferramenta é de fácil aprendizagem pois foi desenvolvida para uso até por crianças, mas tem funcionalidades avançadas que permitem o desenvolvimento de soluções mais complexas, conforme destacado por um de seus criadores, Resnick (2020).

Seymour Papert sempre enfatiza a importância de “pisos baixos” e “teto altos”. Ele defende que para que uma tecnologia seja eficaz, ela deve proporcionar maneiras fáceis para os iniciantes darem os primeiros passos (pisos baixos), mas também maneiras de trabalhar em projetos cada vez mais sofisticados ao longo do tempo (tetos altos)... Seguimos os conselhos de Papert visando aos pisos baixos e tetos altos, mas também adicionamos outra dimensão: “paredes amplas”. Ou seja, tentamos desenvolver tecnologias que apoiem e proponham uma ampla variedade de projetos (RESNICK, 2020, p.60)

Desta maneira os alunos aprenderam com facilidade os conceitos básicos de programação desenvolvendo jogos digitais que inclusive usaram princípios de realidade

⁴ ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1991, p. 97).

aumentada. O fato de o desenvolvimento ser orientado à produção de jogos melhorou a motivação e o engajamento pois os jogos têm um caráter lúdico intrínseco.

TRABALHOS CORRELATOS

No artigo de Del Bosque, Martinez e Torres (2015), o estudo relata o uso da realidade aumentada para promover a diminuição das dificuldades de aprendizagem com relação à programação. Os autores perceberam que houve um aumento no interesse e motivação dos alunos, ocasionando melhora no processo de aprendizagem e diminuição de 50% das falhas nas programações feitas pelos alunos após o uso da ferramenta de realidade aumentada baseada nos princípios da teoria dos jogos (DEL BOSQUE; MARTINEZ; TORRES, 2015).

Outro estudo correlato é a experiência de desenvolvimento de uma espécie de jogo com realidade aumentada por meio do qual os alunos conseguem treinar habilidades de programação usando blocos de programação tangíveis por meio da RA descrita no trabalho de Goyal, Vijay, Monga e Kalita (2016). O trabalho é voltado para estudantes da educação básica, cujo objetivo é ensinar programação se valendo dos recursos motivadores da RA, jogos e programação em blocos. Esta prática é considerada interessante para aplicação em outros níveis de ensino, inclusive o superior (GOYAL; VIJAY; MONGA; KALITA, 2016).

Segundo Scaico e Scaico (2016), diversos estudos sobre estratégias de ensino de programação para o Ensino Superior, usando novos recursos como a robótica, jogos digitais, softwares educacionais, sistemas de tutoria, e metodologias diferenciadas, estão sendo pesquisados, no sentido de auxiliarem no processo de ensino e aprendizagem (SCAICO; SCAICO, 2016).

No artigo de Bombasar *et al.* (2015), foram exploradas por meio de uma revisão sistemática na literatura projetos interessantes sobre o uso do *Scratch* na área da Matemática, *Big Data* e Internet das Coisas, ao ensino de introdução à computação no Ensino Superior, na integração ao ambiente virtual *Second Life*, e utilizando as extensões do *Scratch* para programar no Arduino e no *Lego Mindstorm EV3*. O autor ainda aborda que o *Scratch* pode ser considerado atualmente como uma das principais ferramentas de ensino e aprendizagem do pensamento computacional (BOMBASAR *et al.*, 2015).

Assim, a realidade aumentada é utilizada para complementar o mundo real com componentes virtuais (ROSITO *et al.*, 2020) fazendo objetos físicos e objetos virtuais

coexistirem no mesmo espaço do mundo real. Lopes *et al.* (2018) realizaram uma RSL (revisão sistemática da literatura) a fim de verificar como a RA está sendo aplicada no contexto escolar, verificando as tendências, as dificuldades, os impulsionadores, as áreas que utilizam e os resultados das pesquisas. E os resultados obtidos apresentaram, como tendência: os livros com RA embutida, a RA nos dispositivos móveis e a aprendizagem com jogos e RA; como impulsionadores: o aumento na motivação dos estudantes, a melhora significativa no entendimento dos conteúdos curriculares; a dificuldade, está relacionada com a construção das atividades com RA pelos docentes; as áreas do conhecimento que mais utilizam a RA são: engenharia civil, arquitetura, design e ciências da saúde; e os resultados das pesquisas apresentaram: melhora no entendimento dos conteúdos, o aumento da motivação para a aprendizagem e o entusiasmo dos docentes em usar a RA em sala de aula (LOPES *et al.*, 2018).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa contemplou um estudo de caso que definiu, planejou, desenvolveu a preparação, a coleta e análise dos dados por meio de abordagens específicas. Quanto a sua natureza, foi uma pesquisa aplicada e sua abordagem de cunho qualitativo para a obtenção de uma análise relevante da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005).

O semestre letivo da disciplina de Programação I nas Engenharias do Instituto Federal de Santa Catarina campus Criciúma foi iniciado com este projeto. As atividades foram organizadas da seguinte forma: um encontro semanal presencial de quatro horas/aula, totalizando em seis encontros, ou seja, um mês e meio para o início, desenvolvimento e finalização do mesmo. Os estudantes realizaram as atividades no laboratório de Informática na instituição, acompanhados de uma das professoras pesquisadoras, titular da disciplina de Programação I. O projeto foi dividido em 9 etapas, conforme o Quadro 1 que apresenta uma síntese do projeto JogAR, mostrando o planejamento dos encontros, as etapas, os objetivos e as atividades realizadas.

Quadro 1 - Planejamento das atividades do projeto JogAR

Etapas	Objetivos	Atividades
Questionário sobre o perfil dos participantes	Identificar o perfil dos alunos ingressantes das Engenharias.	- Aplicação do questionário sobre o perfil dos estudantes.

Apresentação dos conceitos do projeto	Nívelar o conhecimento dos alunos quanto às tecnologias a serem utilizadas no projeto.	- Apresentação dos conceitos e tecnologias a serem utilizados no Projeto JogAR; - Apresentação da interface do <i>Scratch</i> .
Programando com o jogo do pong	- Apresentar estruturas básicas de programação: condição, repetição, operadores aritméticos, relacionais, variáveis. - Coordenadas Cartesianas.	- Revisão sobre o <i>Scratch</i> ; - Tutorial do Jogo do Pong.
Programando com a tabuada	- Apresentar estruturas básicas de programação: condição, repetição, operadores aritméticos, relacionais, lógicos, variáveis (pontos e tempo).	- Revisão sobre o <i>Scratch</i> e as estruturas da aula anterior; - Tutorial do Jogo da Tabuada.
Programando com o jogo coletor	- Apresentar estruturas básicas de programação: condição, repetição, operadores aritméticos, relacionais, lógicos, variáveis (locais e globais), movimento (X e Y), clones.	- Revisão sobre o <i>Scratch</i> e as estruturas da aula anterior; - Tutorial do Jogo Coletor.
Programando a realidade aumentada	- Programar a Realidade Aumentada: vídeo ligado, movimento e direção do vídeo no ator e no script, transparência do vídeo.	- Exemplo de Funções: “pule” que movimentava o ator em função de imagens capturadas pela câmera; - Tutorial da Animação Musical.
Programando seus jogos com RA	- Preencher o <i>Game Design Canvas</i> (documento sobre o desenvolvimento do jogo digital); - Desenvolvimento e programação dos jogos digitais com princípios de realidade aumentada.	- Apresentação dos <i>Game Design Canvas</i> conforme Sarinho (2017), e construção do GDC da turma; - Desenvolvimento do jogo digital em <i>Scratch</i> usando a funcionalidade de interação com imagens capturadas pela câmera para acionar comportamentos dos atores que foram previamente programados
Apresentando seus jogos com RA	- Apresentação do projeto do jogo e dos jogos digitais com RA pelos pares; - Análise e discussão sobre os jogos.	- Realização de um <i>game show</i> , onde os alunos apresentam, analisam e discutem a programação de seus jogos e interagem com os jogos desenvolvidos pelos colegas.
Questionário sobre a avaliação dos participantes. A avaliação da aprendizagem foi pautada pela análise dos jogos construídos.	- Identificar a aprendizagem ocorrida (qualidade dos projetos de jogos desenvolvidos), o envolvimento e a diversão dos alunos com relação ao projeto JogAR.	- Aplicação do questionário sobre a experiência e avaliação dos projetos desenvolvidos.

Fonte: As autoras

A atividade desenvolvida pelos estudantes foi organizada em consonância com o modelo de quatro elementos (4P's) da Aprendizagem Criativa de Resnick (2020), cujas características envolvem:

- *Projects* (Projetos): Juntamente com seus pares, os alunos planejaram, pesquisaram, programaram, finalizaram e divulgaram seus jogos digitais com RA, aprimorando seu conhecimento;
- *Passion* (Paixão): Os jogos digitais com RA foram construídos de acordo com seus próprios interesses, assim, os alunos se envolvem mais e por mais tempo;
- *Peers* (Pares): Trabalhando em pares, grupos ou equipes, os estudantes aprendem mais, compartilham ideias, cooperam, tornando uma atividade social e colaborativa;
- *Play* (Diversão): Os jogos digitais e a RA transformaram o conteúdo de introdução a programação numa experiência divertida, prazerosa e motivadora.

Para a coleta dos dados da pesquisa, na primeira etapa do projeto, foi aplicado um questionário, para identificar o perfil e os conhecimentos prévios dos alunos participantes do projeto JogAR, e ao final da atividade foi aplicado um segundo questionário que buscou identificar a opinião dos mesmos sobre o projeto, ambos realizados por meio do Google Formulário. A avaliação da aprendizagem foi realizada pela professora mediante inspeção dos jogos construídos bem como da avaliação da trajetória de trabalho observada.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos sobre o questionário inicial, a respeito do perfil dos alunos dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Civil, é apresentada no Quadro 2 de forma resumida.

Quadro 2 - Perfil sintetizado dos alunos envolvidos no projeto

Perguntas do Questionário sobre os perfis dos alunos	Respostas dos alunos da Engenharia Mecatrônica (EM) (19 alunos)	Respostas dos alunos da Engenharia Civil (EC) - (35 alunos)	Comparação
Você já utilizou alguma Linguagem de Programação em Blocos?	0% - Sim, programa com esse tipo de linguagem. 35% - Sim, já utilizei.	0% - Sim, programa com esse tipo de linguagem. 23% - Sim, já	Dos alunos da EM, 35% afirma já ter utilizado alguma linguagem de

	30% - Conheço pouco sobre o assunto. 20% - Não, não utilizei. 15% - Nunca ouvi falar sobre isso.	utilizei. 11% - Conheço pouco sobre o assunto. 46% - Não, não utilizei. 40% - Nunca ouvi falar sobre isso.	programação em blocos, contra somente 3% dos alunos da EC.
Você já interagiu com o software <i>Scratch</i> – Linguagem de Programação em Blocos desenvolvido pelo MIT?	0% - Sim, programo projetos neste software. 5% - Sim, conheço superficialmente. 10% - Não me lembro. 40% - Não, não interagi. 45% - Nunca ouvi falar sobre esse software.	0% - Sim, programo projetos neste software. 3% - Sim, conheço superficialmente. 0% - Não me lembro. 54% - Não, não interagi. 43% - Nunca ouvi falar sobre esse software.	85% dos alunos da EM e 97% dos alunos da EC, respectivamente, nunca usou ou ouviu falar sobre o <i>Scratch</i> .
Você já teve alguma experiência com desenvolvimento de Jogos Digitais?	0% - Sim, sou programador(a) de jogos. 15% - Sim, já fiz poucos projetos de jogos. 40% - Não, mas tenho um pouco de conhecimento sobre jogos. 45% - Não tenho nenhuma experiência.	0% - Sim, sou programador(a) de jogos. 0% - Sim, já fiz poucos projetos de jogos. 17% - Não, mas tenho um pouco de conhecimento sobre jogos. 83% - Não tenho nenhuma experiência.	85% dos alunos de EM e 100% dos alunos de EC afirmam não ter experiência com o desenvolvimento de jogos digitais.
Você já interagiu com Jogos que utilizam Realidade Aumentada?	25% - Sim 70% - Não 5% - Não sei responder	25,7% - Sim 60% - Não 14,3% - Não sei responder	Cerca de 75% dos alunos de ambos os cursos nunca interagiu com jogos que utilizam RA.
Na sua opinião, é possível ensinar conceitos de Programação utilizando Jogos Digitais e técnicas de Realidade Aumentada?	35% - Concordo totalmente 60% - Concordo 0% - Discordo totalmente 0% - Discordo 5% - Indiferente	20% - Concordo totalmente 69% - Concordo 6% - Discordo totalmente 0% - Discordo 6% - Indiferente	95% dos alunos de EM e 89% dos alunos de EC concordam que é possível ensinar conceitos de programação por meio de jogos digitais.

Fonte: As autoras.

Analisando as respostas e comentários dos alunos das duas turmas, considerou-se que foram receptivos com relação à proposta do projeto, demonstrando interesse e se manifestando sobre a importância das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Verificou-se também que os alunos demonstraram interesse e motivação em participar, conhecer e aprender sobre programação, jogos digitais e realidade aumentada por meio do projeto JogAR. As respostas dos alunos permitem constatar sua disposição para se envolver em uma nova estratégia de aprendizagem para uma área que usualmente é considerada difícil e ocasiona bastante evasão e reprovação. O mote dos jogos e seu caráter lúdico teve efeito de motivação dos estudantes mesmo antes de iniciarem o trabalho.

Para mensurar o quanto as atividades foram relevantes e significativas a respeito da aprendizagem e da diversão no processo de utilização do projeto proposto, foi aplicado um segundo questionário ao final da atividade. O Quadro 3 apresenta resultados com a avaliação pelos alunos da experiência.

Quadro 3 - Síntese das respostas do Questionário sobre o conhecimento e o envolvimento após a aplicação do Projeto JogAR

Perguntas do Questionário sobre o conhecimento e do envolvimento dos alunos	Respostas dos alunos da Engenharia Mecatrônica (EM) - (19 alunos)	Respostas dos alunos da Engenharia Civil (EC) - (35 alunos)	Comparação
Sobre o <i>Scratch</i> (Linguagem de Programação Visual) Considerando uma escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a "Não Concordo" e 5 corresponde a "Concordo Totalmente":			
Você concorda que o <i>Scratch</i> é uma linguagem de programação que pode ser utilizada para iniciar o conteúdo de Lógica de Programação e Programação I, no Ensino Superior.	1 - 11% 2 - 5% 3 - 16% 4 - 21% 5 - 47%	1 - 0% 2 - 6% 3 - 3% 4 - 15% 5 - 76%	Dos alunos de EM, 68% considera que o <i>Scratch</i> pode ser usado para introdução ao conteúdo de programação, enquanto que na EC este percentual ultrapassa os 90%.
Sobre Jogos Digitais Considerando uma escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a "Não Concordo" e 5 corresponde a "Concordo Totalmente":			
Conhecer os conceitos básicos de programação, desenvolvendo jogos	1 - 5% 2 - 0% 3 - 11%	1 - 3% 2 - 3% 3 - 3%	Mais de 84% dos alunos de ambos os cursos consideram que

digitais, tornou a aprendizagem muito mais interessante e motivadora.	4 - 32% 5 - 53%	4 - 33% 5 - 58%	aprender conceitos básicos de programação por meio do desenvolvimento de jogos digitais com RA tornou a aprendizagem mais interessante e motivadora.
<p>Sobre a Realidade Aumentada</p> <p>Considerando uma escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a "Não Concordo" e 5 corresponde a "Concordo Totalmente":</p>			
A Realidade Aumentada, em um jogo digital, pode ser considerada um elemento motivador em qualquer área de estudo.	1 - 5% 2 - 5% 3 - 26% 4 - 26% 5 - 37%	1 - 3% 2 - 15% 3 - 27% 4 - 30% 5 - 24%	Mais de 54% dos alunos de EM e EC consideram que agregar RA a um jogo digital pode ser um elemento motivador para qualquer área de estudo.
<p>Sobre o Projeto JogAR</p> <p>De acordo com a escala abaixo, considere que 1 corresponde a "muito simples" e 5 corresponde a "muito complexo":</p>			
Quanto a utilização da linguagem de programação visual (blocos) - <i>Scratch</i> :	1 - 21% 2 - 26% 3 - 21% 4 - 11% 5 - 21%	1 - 12% 2 - 15% 3 - 24% 4 - 27% 5 - 21%	47% dos alunos de EM consideram a linguagem de programação visual "simples" ou "muito simples". Já os alunos de EC, 27% também manifestaram sobre a simplicidade do uso da linguagem.

Fonte: As autoras

No que tange à avaliação de aprendizagem cabe destacar que todos os alunos concluíram o projeto e foram aprovados nesta fase. Na fase subsequente da disciplina quando houve a transição para o uso de uma linguagem de programação mais tradicional, a maioria progrediu com facilidade e alcançou aprovação na disciplina, diferentemente do que ocorria até então onde o índice de reprovação era alto nesta disciplina pois já haviam aprendido os princípios da lógica de programação e precisavam apenas aprender detalhes da sintaxe da nova linguagem.

Tal como destacado no artigo de Del Bosque, Martinez e Torres (2015), a aceitação dos alunos foi elevada. No projeto JogAR, foi constatado que mais de 54% dos

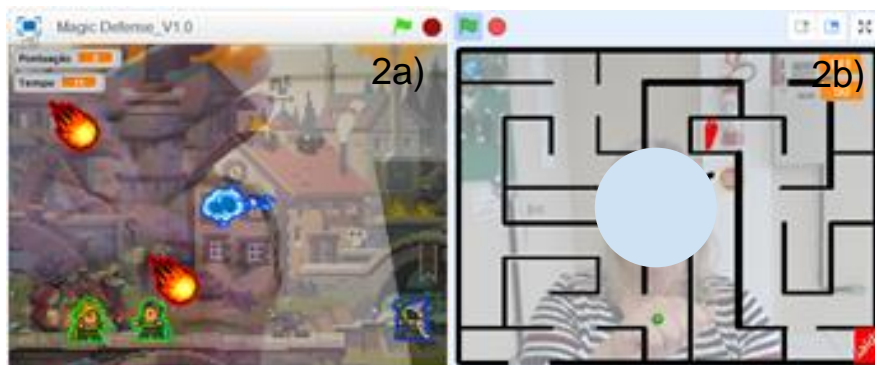
alunos dos cursos de Engenharia envolvidos consideraram que agregar RA a um jogo digital pode ser um elemento motivador para qualquer área de estudo. Ambos estudos buscaram resolver os mesmos problemas de dificuldade no ensino de programação em cursos de nível superior, tornando a atividade motivadora e utilizando estratégias e recursos tecnológicos semelhantes, ou seja, jogos e realidade aumentada (DEL BOSQUE; MARTINEZ; TORRES, 2015).

Outro estudo na área desta pesquisa foi o artigo de Goyal, Vijay, Monga e Kalita (2016) cuja experiência também foi o desenvolvimento de uma espécie de jogo com realidade aumentada pelos alunos, se valendo dos recursos motivadores de RA, jogos e programação em blocos. Segundo os autores, a atividade foi positiva gerando interesse, motivação e facilidade por programar utilizando uma linguagem em blocos com os alunos do ensino fundamental e médio (GOYAL; VIJAY; MONGA; KALITA, 2016). Neste estudo, obteve-se 84% dos estudantes do Ensino Superior com a mesma percepção positiva em relação à atividade envolvendo o desenvolvimento de jogos.

Além dos dados obtidos por meio dos questionários, as pesquisadoras também procederam uma análise de forma processual, acompanhando de forma efetiva o desenvolvimento do projeto já que uma delas era a professora da disciplina tal como proposto por Villas Boas (2008). Para Hoffmann (2009), avaliar de maneira processual possibilita acompanhar a construção do conhecimento, identificando e reconhecendo as dificuldades, corrigindo-os antes de seguir adiante, intervindo se necessário.

De maneira geral, as respostas, comentários e opiniões dos alunos sobre a experiência de aprender conceitos de programação desenvolvendo um jogo digital com realidade aumentada, de acordo com a proposta do projeto JogAR aplicado nesta pesquisa, foi considerada pela grande maioria dos alunos, interessante, desafiadora, divertida, criativa e inovadora. A figura 2 apresenta dois jogos digitais com realidade aumentada desenvolvidos pelos estudantes da Engenharia Mecatrônica (2a) e da Engenharia Civil (2b), respectivamente.

Figura 2 - Imagens de dois jogos digitais com realidade aumentada das Engenharias



Fonte: As autoras

As figuras derivadas da execução dos jogos desenvolvidos pelos estudantes mostram a sobreposição da imagem capturadas pela câmera do dispositivo e a programação do comportamento dos atores no palco do *Scratch* era afetada por detalhes desta imagem tais como sobreposição de imagem capturada e imagem gerada no jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição desta pesquisa deriva da elaboração de uma estratégia visando melhorar a eficácia do ensino de programação em cursos de Engenharia mediante uma orientação de desenvolvimento da atividade baseada em projeto e implantação de jogos digitais. O objetivo do projeto (JogAR), foi levar à aprendizagem de conceitos introdutórios e abstratos de programação utilizando uma linguagem de programação visual simples, intuitiva e interativa, como o *Scratch*, integrando jogos digitais e a realidade aumentada, como elementos motivacionais no processo de ensino e aprendizagem para o Ensino Superior.

Outra contribuição relevante está na constatação do valor da participação ativa dos estudantes no desenvolvimento e construção de jogos digitais. O processo de aprendizagem envolveu atividades práticas, nas quais os alunos puderam programar, compilar e executar os seus jogos digitais autorais com o uso de algoritmos em blocos, sendo os protagonistas da própria aprendizagem. A aprendizagem colaborativa foi outro elemento alavancador de aprendizagem. As interações intra e entre pares bem como com

a professora ampliaram a ZDP (Vygotsky, 1991) e, como tal, os alunos tornaram-se capazes de superar as dificuldades usuais, inerentes à aprendizagem de programação.

Uma contribuição adicional da pesquisa é a de que esta estratégia é passível de utilização em outras áreas do conhecimento e outros níveis educacionais.

Como trabalhos futuros pode-se antever que o uso de outras extensões do *Scratch* 3.0 que permitem utilizar recursos como o *Makey Makey*, *Micro:bit*, *Legó Mindstorm EV3*, *Arduino*, entre outros, possibilitarão o desenvolvimento de projetos envolvendo automação e controle que são focos atuais relevantes nos cursos de Engenharia. Outra proposta de trabalho futuro, constitui a possibilidade de uso de jogos digitais em outras disciplinas do curso trabalhando os conceitos destas outras disciplinas na forma de jogos educacionais.

Outra indicação pode estar relacionada ao desenvolvimento e/ou adaptação de laboratórios virtuais usando o *Scratch* como ferramenta de autoria, para a criação de simulações de experimentos e animações relacionados ao conteúdo das Engenharias.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AUKSTAKALNIS, S. **Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR**. Addison-Wesley. Pearson Education, 2017.

AURELIANO, V. C. O.; TEDESCO, P. C. de A. R.; GIRAFFA, L. M. M. Desafios e oportunidades aos processos de ensino e de aprendizagem de programação para iniciantes. In WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 71-80. ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2016.9650>. Disponível em: <https://ebooks.pucrs.br/edipucrs/anais/csbc/assets/2016/wei/08.pdf>. Acessado em: 10 dez. 2018.

BOMBASAR, J.; RAABE, A.; MIRANDA, E. M. de; SANTIAGO, R. Ferramentas para o Ensino-Aprendizagem do Pensamento Computacional: onde está Alan Turing?. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [S.l.], p. 81, out. 2015. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5120>>. Acesso em: 15 dez. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.81>.

BROWN, M.; MCCORMACK, M.; REEVES, J.; BROOK, D. C.; GRAJEK, S.; ALEXANDER, B.; BALI, M.; BULGER, S.; DARK, S.; ENGELBERT, N.; GANNON, K.; GAUTHEIR, A.; GIBSON, D.; GIBSON, R.; LUNDIN, B.; VELETSIANOS, G.; WEBER, N. **2020 Educause Horizon Report Teaching and Learning Edition**. Louisville, CO: EDUCAUSE. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/215670/>. Acesso em: 20 set. 2021

DEL BOSQUE, L.; MARTINEZ, R.; TORRES, J. L. Decreasing Failure in Programming Subject with Augmented Reality Tool. **Procedia Computer Science**. vol 75. p. 221-225, 2015. ISSN 1877-0509. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.241>.

GIRAFFA, L.; MULLER, L.; MORAES, M. C. Ensinando Programação apoiada por um ambiente virtual e exercícios associados ao cotidiano dos alunos: compartilhando alternativas e lições aprendidas. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, [S.l.], p. 1330, out. 2015. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6303>>. Acesso em: 15 abr. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2015.1330>.

GIRAFFA, M.; MORA, M. DA C. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. **Congressos III CLABES**, Tercera Conferencia sobre el Abandono en la Educación Superior, Espanha, 2013. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/8684>. Acesso: 3 nov. 2018.

GOYAL, S; VIJAY, R. S.; MONGA, C.; KALITA, P. Code Bits: An Inexpensive Tangible Computational Thinking Toolkit For K-12 Curriculum. In **Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction**. Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 441–447. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1145/2839462.2856541>

HOFFMANN, J. **Avaliação Mediadora: Uma Prática em Construção da Pré-Escola à Universidade**. Porto Alegre: Editora Mediação, 2009.

JOHNSON, L.; ADAMS BECKER, S.; CUMMINS, M.; ESTRADA, V. NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report. Austin, Texas: New Media Consortium, 2014. Disponível em: <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-technology-outlook-brazilianuniversities-PT.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In _____. SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY, 13, 2011, Uberlândia. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia: SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2011. v. 1, p. 10 - 25. Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf. Acesso em: 01 jun. 2018.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. Inovações educacionais com o uso da Realidade Aumentada: uma revisão sistemática. **Educação**

em Revista, Belo Horizonte, v. 35, 2018. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/edur/v35/1982-6621-edur-35-e197403.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MEC. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019. 2019. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>

MEDEIROS, R. P.; RAMALHO, G. L.; FALCÃO, T. P. A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education. **IEEE Transactions on Education**, vol. 62, no. 2, pp. 77-90, May 2019. DOI: 10.1109/TE.2018.2864133

MEDEIROS, R. P.; FALCÃO, T. P.; RAMALHO, G. L. Ensino e Aprendizagem de Introdução à Programação no Ensino Superior Brasileiro: Revisão Sistemática da Literatura. In WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 28, 2020, Cuiabá. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 186-190. ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11155>.

PAPERT, S. **Constructionism**. [s.l.]: Ablex Publishing, 1991.

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

RESNICK, M. **Give P's A Chance: Projects, Peers, Passion, Play**. 2014. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>.

RESNICK, M. **Jardim de Infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Tradução: Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral, Porto Alegre: Penso. 170 p, 2020.

ROSITO, F. C., SOARES, E. M. do S., WEBBER, C. G. (2020). Tecnologias emergentes da indústria 4.0: considerações para o redimensionamento dos currículos de Engenharia. **Acta Scientiarum**. Education, 42(1), e52864. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v42i1.52864>

SCAICO, A.; SCAICO, P. D. Uso de jogos em cursos introdutórios de programação no Ensino Superior na área de Computação: uma revisão sistemática. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016). **Anais [...]**. p. 549-558, 2016.

SCRATCH, 2021. Disponível em: www.scratch.mit.edu.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p, 2005.

TORI, R. **Educação sem distância: Games e Realidade Aumentada para uma Educação sem Distância**, 2014. Disponível em:
<http://romerotori.blogspot.com/2013/09/jogos-e-realidade-aumentadapara-uma.html>. Acesso em: 07 dez. 2019.

VIDOTTO, K. N. S. **Projeto JogAR: ensinando programação com jogos digitais e realidade aumentada para o Ensino Superior.** 171 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2019.

VIEGAS, T. R.; OKUYAMA, F. Y.; PARAVISI, M.; BERTAGNOLLI S. de C. Uso das TICs no processo ensino aprendizagem de programação. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**, 2015, p. 780-785. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/780-785.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

VILLAS BOAS, B. M. de F. **Virando a Escola do Avesso por Meio da Avaliação.** Campinas, SP. Editora Papirus, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Recebido em: 01/09/2021

Aprovado em: 25/09/2021

Publicado em: 30/09/2021