

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PPGIE
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – CINTED
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Vol. 24 | N° 1 | 2021



ISSN digital

1982-1654

ISSN impresso

1516-084X



PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO BI-
BLIOTECA SETORIAL DE EDUCAÇÃO da UFRGS, Porto Alegre, RS – BR

Informática na Educação: teoria & prática – Vol. 1, n. 1 (1998).
Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Pro-
grama de Pós-Graduação em Informática na Educação, 1998-

Quadrimestral. Anual de 1998 a 2000. Semestral de 2001 a 2015. Trimestral de
2016 em diante.

ISSN digital 1982 1654

ISSN impresso 1516-084X

1. Informática na Educação – Periódicos. 2. Educação– Inovação tecnológica – Pe-
riódicos. 3. Computador na educação – Ambiente de aprendizagem– Ensino a distância.
Periódicos I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Interdisciplinar de No-
vas Tecnologias na Educação. Programa de Pós -Graduação em Informática na Educa-
ção.

CDU – 371.694:681.3

Expediente

Informática na Educação: teoria & prática – V. 24, n.1 – janeiro/maio 2021

Publicação trimestral do PPGIE/CINTED/UFRGS

ISSN digital: 1982-1654 ISSN impresso 1516-084X

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Reitor: Carlos André Bulhões Mendes

Centro Interdisciplinar de Tecnologias na Educação (CINTED)

Diretor: Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE)

Coordenador: Dante Augusto Couto Barone

Editores

José Valdeni de Lima

Raquel Salcedo Gomes

Leandro Krug Wives

Conselho Editorial

Alberto Cañas (University of West Florida – UWF, EUA)

Alda M. S. Pereira (Universidade Aberta – Lisboa, Portugal)

Antonio Carlos da Rocha Costa (Universidade Católica de Pelotas)

Antonio Quincas Mendes (Universidade Aberta – Lisboa, Portugal)

Cleci Maraschin (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Cristina Contera (Universidad de La Republica – UDELAR, Uruguai)

Denise Leite (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Eliza Helena de Oliveira Echternacht (Universidade Federal de Minas Gerais)

Edel Ern (Universidade Federal de Santa Catarina)

Edla M. Faust Ramos (Universidade Federal de Santa Catarina)

Eduardo H. Passos Pereira (Universidade Federal Fluminense)

Flávia Maria Santoro (Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Francisco Javier Díaz, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Gentil Lucena (Universidade Católica de Brasília)

Hugo Fuks (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro)

Isabela Gasparini (Universidade do Estado de Santa Catarina)
Javier Días (Universidade de La Plata – UDLP, Argentina)
José Silvio (Instituto de Estudos para America Latina e Caribe – IESALC/UNESCO, Venezuela)
Mauro Pequeno (Universidade Federal do Ceará)
Nicholas C. Burbules (University of Illinois – Urbana-Champaign, EUA)
Nicole Caparraos Mencacci (Université de Nice, França)
Patrícia Behar (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Pedro Krotsch (Universidad de Buenos Aires – UBA, Argentina)
Regina Maria Varini Mutti (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Richard Malinski (Ryerson polytechnic University, Canadá)
Sérgio Bairon (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/Universidade Mackenzie)
Sergueï Tchougounnikov (Université de Bourgogne, França)
Teresinha Fróes Burnham (Universidade Federal da Bahia)
Vera Menezes (Universidade Federal de Minas Gerais)
Victos Giraldo Valdés Pardo (Universidad Central de las Villas – UCLV, Cuba)
Vilson José Leffa (Universidade Católica de Pelotas)
Yves Schwartz (Universidade de Provence, França)

Pareceristas Ad Hoc 2021 – v.24 n.1

Alexandra Lorandi Macedo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Aline de Campos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Alline Bettin de Oliveira (Universidade de Minho – Portugal)
Andre Baldráia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Angelo Magno de Jesus (Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG)
Carlos Eduardo Sanches (Universidade de São Paulo – USP)
Carolina Müller (Instituição Evangélica de Novo Hamburgo – IENH)
Christian Brackmann (Instituto Federal de Farroupilha – IFFAR)
Cláudia Batista Mélo (Universidade Federal da Paraíba – UFPA)
Danileno Meireles do Rosário (Instituto Federal do Paraná – IFPR)
Dauster Souza Pereira (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Diana Francisca Adamatti (Universidade Federal de Rio Grande (FURG)
Giovanni Bohm Machado (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Felipe Becker Nunes (Faculdade Antônio Meneguetti)
Jean Alex Custódio Machado (Universidade Federal de Santa Maria - UFSM)
Karina Soledad Maldonado Molina (Universidade de São Paulo – USP)

Karla Marques da Rocha (Universidade Federal de Santa Maria – UFSM)
Karla Rosane do Amaral Demoly (Universidade Federal Rural do Semi-árido)
Maria Claudia de Oliveira Pan (Colégio Pedro II)
Maurício Alves Mendes (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR)
Miguel Santibanez (Universidade Federal de Roraima – UFRR)
Muryel Pyetro Vidmar (Universidade Federal de Santa Maria – UFSM)
Patrícia da Silva Barrero (Universidade Federal de Santa Maria – UFSM)
Rafaela Ribeiro Jardim (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)
Raquel Moureira Machado (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)
Raquel Salcedo Gomes (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS)
Sandra Cristina Fonseca Pires (Faculdade de Ciências Médicas Santa Casa de São Paulo)
Thiago Ferauche (Universidade Católica de Santos)
Will Ribamar Mendes Almeida (Universidade Ceuma)

Informática na Educação: teoria & prática é um periódico científico editado pelo Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE), do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Publicado desde 1998, privilegia perspectivas interdisciplinares de natureza regional, nacional e internacional. Publicam-se três números anualmente com artigos, pesquisas, relatos sobre trabalhos em andamento, resumos de teses e resenhas.

Missão: Operar como agente difusor de pesquisa científica e tecnológica em temas educacionais de cunho teórico-conceitual ou prático-metodológico, pertinentes à inserção, ao uso e à avaliação da informática e de outras tecnologias, no âmbito das Artes e das Ciências. Neste contexto, o curso de Doutorado do PPGIE publica a revista científica Informática na Educação: teoria & prática, em que a prioridade da linha editorial é a de contribuir para um debate filosófico-científico-epistemológico, resultante de pesquisas e/ou reflexões polêmicas, segundo objetivos orientados por compromissos ético-estéticos na construção de conhecimento, na preservação da biodiversidade e no respeito à diferença.

Linha Editorial: As tecnologias, sob este olhar, se fazem presentes e atuantes nos modos de subjetivação e educação em todos os âmbitos da vida social e individual, sendo indissociáveis da formação humana e dos modos de viver em sociedade. A sociedade da informação e do conhecimento provê imensos desafios às formações subjetivas e aos processos educativos, tornando-se significativas todas aquelas escutas e prospecções da pesquisa e de reflexões que indiquem a pluralidade de caminhos e a importância da singularização dos mesmos. Quer-se, assim, dar passagem e voz aos gestos - individuais e coletivos-, atravessados por estratégias de resistência e de invenção, apostando na composição de sentidos que, através das possibilidades oferecidas pelas tecnologias, potencializem as vias de criação a partir da perspectiva de um finito, mas sempre ilimitado horizonte.

A seleção dos artigos toma como referência sua contribuição ao escopo editorial da revista, de cunho interdisciplinar, a originalidade do tema ou do tratamento dado ao mesmo, a consistência e o rigor da abordagem teórica. Cada artigo é examinado por três consultores *ad hoc*, ou membros do Conselho Editorial, no sistema *blind peer review*, sendo necessários dois pareceres favoráveis para sua publicação.

Reconhecendo a importância de contribuição para o diálogo interpares, para o aprofundamento teórico na área e para a crescente qualificação de critérios e processos, a Revista recebe submissões em fluxo contínuo e pelo sistema online, de artigos, ensaios, resumos de teses, relatos de experiência e resenhas inéditos que focalizem temas de cunho teórico-conceitual ou prático-metodológico. Sendo assim, após o responsável pela submissão haver se cadastrado no sistema, solicita-se observar as normas de formatação, de uso padrão pela revista.

Comissão de Publicação

José Valdeni de Lima
Raquel Salcedo Gomes
Giovanni Bohm Machado

Diagramação e Editoração

Rosana Martins Madalena
Giovanni Bohm Machado

Bibliotecária Responsável

Kátia Soares Coutinho
CRB: 10/684

Revisão Final

Raquel Salcedo Gomes
José Valdeni de Lima
Rosana Martins Madalena

Publicação online

Raquel Salcedo Gomes

Capa, Projeto Gráfico

Luana Petry

Pedidos de números impressos, dependendo da disponibilidade em estoque, devem ser realizados por meio do e-mail da revista revista@pgie.ufrgs.br, ou através de correspondência para:

Revista Informática na Educação: teoria & prática

Av. Paulo Gama, 110 – prédio 12105 – 3º andar, sala 327 90040-060 – Porto Alegre (RS) – Brasil
Telefone: (51) 3308-3986 (Secretaria) E-mail: revista@pgie.ufrgs.br
URL: <http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica>

Conteúdos, correção linguística e estilo relativos aos artigos publicados e assinados são de inteira responsabilidade de seus respectivos autores e não representam necessariamente a opinião da Revista Informática na Educação: teoria & prática. Permitida a reprodução, desde que citada a fonte.

Diretrizes para Autores

Os textos devem ser inéditos, de autores brasileiros ou estrangeiros, em português, espanhol, inglês ou francês, sendo o conteúdo, a correção linguística e o estilo de responsabilidade do autor. A seleção dos artigos toma como referência sua contribuição à área específica e à linha editorial da revista, a originalidade do tema ou do tratamento dado ao mesmo, a consistência e o rigor da abordagem teórica.

Cada artigo é examinado por três consultores *ad-hoc* ou membros do Conselho Editorial, no sistema *blind peer review*, sendo necessários dois pareceres favoráveis para sua publicação. É importante salientar que o autor só pode assinar um artigo por número e ser coautor em mais um. O artigo deverá ser encaminhado à editoria, através do site <http://www.pgje.ufrgs.br/revista>, na seguinte forma:

- Nome de cada um dos autores e instituição, assim como deverá aparecer na publicação (completo, por extenso, somente prenome e sobrenome, etc.) nos campos destinados ao preenchimento dos metadados. É importante salientar que, após aprovado, não há a possibilidade da inclusão de nomes de coautores no trabalho a ser publicado;
- Título do artigo na língua de origem do texto, e em língua inglesa, não devendo exceder 15 palavras;
- Resumo informativo, na língua de origem do texto e em língua inglesa, contendo até 150 palavras, indicando ao leitor contexto teórico, temático e problemático do artigo, finalidades, metodologia, resultados e conclusões do artigo, de tal forma que possa dispensar a consulta ao original. Deve ser constituído de uma sequência de frases concisas e objetivas;
- Palavras-chave (de três a cinco), na língua de origem do texto, separadas entre si por ponto, e com as iniciais maiúsculas, representando o conteúdo do artigo;
- Corpo do Texto, que não deve ter identificação dos autores, deve apresentar fielmente os mesmos títulos indicados, seguidos do desenvolvimento do conteúdo do artigo, incluindo figuras e tabelas. (O nome do autor será inserido no formulário de submissão, nos campos destinados ao preenchimento dos metadados);
- O arquivo submetido deve ser do tipo Microsoft Word (.doc) ou (docx);
- Os artigos deverão ter sua extensão ditada pela necessidade de clareza na explicitação dos argumentos, respeitado o limite de 33.000 a 50.000 caracteres com espaço, incluindo resumo e *abstract*, títulos, notas de fim e referências bibliográficas, ênfase de expressões no corpo do texto em *itálico*, ao invés de sublinhado ou **negrito** (exceto em endereços URL); citações breves no interior do parágrafo, entre aspas; citações longas, em parágrafo com recuo, sem aspas, fonte menor; notas de fim, fonte menor; figuras (jpg; png) e tabelas inseridas no corpo do texto, e não em seu final; títulos e subtítulos destacados, fonte maior, e numerados, conforme template disponível no website da revista;
- Resenhas, assim como relatos e discussão de pesquisas ou experiências em andamento devem ter 1.500 a 3.000 palavras de igual formatação ao descrito acima, podendo excepcionalmente ultrapassar este limite, a critério da revista, ouvido o conselho editorial;
- Resumos de teses – relacionados à temática central da revista - devem ter 150 a 500 palavras;
- Artigos aceitos para publicação nas seções Em Foco e Ponto de Vista possuem autonomia em seu formato de apresentação;
- Os textos dos artigos devem seguir as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e o template disponível no website da revista.

Editorial

Raquel Salcedo Gomes

José Valdeni de Lima

A primeira edição de 2021, ano em que comemoramos o jubileu de 25 anos de funcionamento do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS, apresenta artigos em três temáticas-chave: **Simulação, TICs no Ensino Superior e Pensamento Computacional/Ensino de Programação**. Ao todo, esta edição traz nove artigos, além dos tradicionais Resumos de Teses, que tem como novidade a introdução da subseção **Egressos em Destaque**, relatando um pouco sobre as trajetórias de sucesso de alguns dos egressos do Programa.

A edição abre com o artigo intitulado **Sistemática pedagógica para desenvolvimento de ambiente de simulação computacional na perspectiva da teoria da atividade**, de autoria de Cristiano Henrique Antonelli Da Veiga, Jean Carlos Domingos, Vérica Marconi Freitas de Paula e Vitor Hugo Souza da Costa. Sua sistemática visa à aprendizagem de simulação computacional no ensino superior sob a luz da teoria da atividade, em uma perspectiva de aprendizagem dinâmica. O texto destaca as contribuições da proposta de estruturação didática para a elaboração das diversas etapas do projeto de simulação e algumas indicações de oportunidades futuras de pesquisas teóricas e estudos empíricos.

Em seguida, Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes, Lucas De Almeida Braga, Marcos Charles Pinheiro Baltazar e Marcos Ronaldo Albertin assinam o artigo **Ensino de Lean Manufacturing usando Simulação Computacional e Aprendizagem Baseada em Problemas**. Considerando a potencialidade das metodologias ativas na formação de engenheiros, seu estudo descreve o desenvolvimento e aplicação, em laboratório, de um jogo multiplayer focado no apoio ao ensino de Lean Manufacturing para alunos do curso de Engenharia de Produção. O experimento, que fez uso da Simulação Computacional e da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), possibilitou analisar o impacto do jogo e suas qualidades, por meio de questionários respondidos pelos alunos participantes. Como resultados, os participantes concordaram que o jogo contribuiu para um melhor entendimento da gestão Lean, e afirmaram que tiveram a oportunidade de elaborar estratégias enquanto jogavam, validando a solução proposta.

O terceiro artigo da edição chama-se **Ensaio sobre o uso do ambiente virtual de aprendizagem nos cursos de graduação da saúde**. Suas autoras são Shirley Maria de Araújo Passos, Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett, Waldeyde Magalhães dos Santos e Isabela Cristina de Miranda Gonçalves. O estudo buscou esclarecer se o Ambiente Virtual de Aprendizagem agrega ao processo de ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde, considerando suas especificidades, mediante análise da percepção de docentes e discentes quanto ao seu uso. Dados primários coletados por meio de questionário autopreenchível nos cursos de odontologia, medicina e enfermagem foram analisados no software Epiinfo. Foram abordados 388 indivíduos, dentre os quais 386 concordaram em participar da pesquisa. Destes, 301 (78%) eram discentes e 85 (22%) docentes. Segundo os resultados, o AVA é, inquestionavelmente, uma ferramenta facilitadora no processo de ensino aprendizagem dos universitários da área da saúde.

Percepções dos estudantes de enfermagem sobre a resolução de caso clínico a partir do simulador virtual é o quarto artigo, de autoria de Michele Antunes, Marta Rosecler Bez, Gabriela Trindade Perry e Marie Jane Soares Carvalho. Partindo da premissa que a simulação tem o potencial para desenvolver conhecimentos, habilidades e atitudes que auxiliam na formação de um profissional crítico e reflexivo, inserido em diferentes contextos assistenciais, o objetivo geral do trabalho foi analisar as percepções dos estudantes de enfermagem quanto à resolução de caso clínico por meio de um simulador virtual. Tratou-se de um estudo de abordagem qualitativa, com análise de conteúdo de entrevistas com 40 estudantes de enfermagem de uma universidade do Sul do Brasil. Como resultados, a experiência foi considerada mais proveitosa quando comparada à forma que, atualmente, o conteúdo é ministrado em sala de aula, e emergiram dificuldades quanto à interface do simulador virtual e na realização do processo de enfermagem. As autoras concluíram que a simulação virtual pode contribuir para a análise e a interpretação do estudo de caso, possibilitando o exercício do raciocínio clínico e da tomada de decisão.

O próximo artigo da edição tem como autores Graziela Frainer Knoll e Fabrício Tonetto Londero. O trabalho intitula-se **Level Up: gamificação no ensino através de plugin adicionado ao Moodle** e apresenta uma análise descritiva dos recursos de gamificação oferecidos pelo plugin Level Up! quando instalado no ambiente virtual de aprendizagem Moodle. Foi feito um levantamento dos recursos de gamificação presentes na extensão e, em seguida, uma reflexão sobre seu uso no contexto de ensino. Os resultados demonstram um número amplo de recursos que gamificam a sala de aula virtual e, ao mesmo tempo, possibilitam um uso relativamente fácil para professores iniciantes na gamificação, com opções de customização das configurações.

Rafael Garcia Ramirez, Paulo Fernando Zem e Gustavo Copini Decol assinam o trabalho denominado **Ambiente Computacional para a Programação, Geração de Movimentos e a Análise Cinemática de um Robô Didático**. A partir do kit robótico denominado Robix, formado por um corpo robótico montável, uma unidade controladora e um software de programação chamado Rascal, desenvolveu-se um ambiente computacional, usando o Matlab, para a programação, geração de trajetórias e a análise cinemática. O software permite a programação dos movimentos, mas apresenta limitações, pois a geração de trajetórias e a análise cinemática não são recursos com os quais o acadêmico consiga interagir de forma didática. Assim, a interface gráfica desenvolvida visou a aplicabilidade dos cálculos cinemáticos e de trajetórias, sendo possível modificar e aperfeiçoar os algoritmos pelos acadêmicos. Ainda, de modo a tornar a solução independente da unidade de controle e visando à flexibilização da conexão com o computador, foi implementada uma interface via USB, que interage com a plataforma Arduino MEGA. Os algoritmos e recursos foram testados com resultados satisfatórios.

O sétimo artigo da edição, **Formação Pedagógica e o Ensino-Aprendizagem de Programação: Um estudo preliminar**, é assinado por João Henrique Berssanette e Antonio Carlos de Francisco. Segundo os autores, a literatura tem evidenciado que os docentes, ao ensinar programação, têm obtido menos êxito do que deveriam e precisariam ter. Considerando que pelo menos uma parte das dificuldades relativas ao processo de ensino-aprendizagem de programação pode estar relacionada à formação pedagógica ou à ausência dela pelos docentes, objetivou-se, neste estudo, por meio de duas diferentes abordagens investigar uma possível relação entre a formação pedagógica e o ensino-aprendizagem de programação. Para tanto, foi desenvolvido um estudo exploratório de abordagem qualitativa. Por intermédio da análise dos dados coletados, observou-se que os docentes com formação pedagógica possuem uma percepção positiva da preparação fornecida pelo ensino

superior para exercer a docência, quando em comparação aos docentes que não possuem essa formação. Ademais, pode-se verificar que não há diferenças significativas no que tange aos índices de aprovação entre os docentes com e sem formação pedagógica.

Ainda na perspectiva do ensino de computação, o próximo artigo chama-se **Instituto de Hackers: O pensamento computacional aplicado ao ensino médio integrado profissionalizante**. Seus autores são Leandro Delgado de Souza e Elisângela Valevein Rodrigues. Argumentando que o pensamento computacional desperta criatividade, espírito crítico, raciocínio lógico e a construção passo a passo de soluções do mundo real, por meio de fundamentos e técnicas computacionais, sua pesquisa buscou relacionar a promoção do ensino por meio do pensamento computacional no ensino médio integrado de uma instituição pública focada em educação profissional. Foi realizada uma oficina de curta duração, utilizando linguagem de programação visual por blocos, com ferramentas como o Code.Org e Scratch. A oficina teve sua construção e concepção baseados na teoria de aprendizagem situada, de Jean Lave. Foi aplicada em dois momentos com turmas distintas e, ao final de sua aplicação foi avaliada pelos estudantes. Notou-se resultado positivo e motivador quanto à metodologia utilizada e à linguagem de blocos.

Por fim, o artigo que encerra a edição é **Pensamento Computacional: Habilidades, Estratégias e Desafios na Educação Básica**, de Regiane Ezequiel Fantinati e Selma dos Santos Rosa. Sua pesquisa buscou compreender e identificar as origens, estratégias, habilidades desenvolvidas e os desafios e potencialidades do Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica. Por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, as autoras constataram que: (1) quando se aplica conceitos do PC com estratégias didático-pedagógicas condizentes; (2) quando se chega ao entendimento de que a programação de computadores não está restrita a profissionais da Computação, mas pode ser aplicada nas séries iniciais para que se desenvolva habilidades espaciais, de raciocínio e de resolução de problemas e de aptidões cognitivas; (3) quando se parte da compreensão de que alunos em situações vulneráveis, geralmente, prosperam nos ambientes computacionais, a compreensão crítica e aprofundada sobre o PC, com propostas exequíveis para a formação de professores, aliada à organização curricular e a estratégias didático-pedagógicas, incluindo métodos de avaliação da aprendizagem, constituem elementos fundamentais para agregar contribuições à formação básica dos alunos do século XXI.

A seção de **Resumos de Teses** encerra a edição, apresentando as teses de doutorado homologadas no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação entre janeiro e abril de 2021.

Boa leitura.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 13-25

Cristiano Henrique Antonelli da Veiga

Faculdade de Gestão e Negócios Universidade
Federal de Uberlândia
chadaveiga@ufu.br

Jean Carlos Domingos

Faculdade de Gestão e Negócios Universidade
Federal de Uberlândia
jdomingos@ufu.br

Vérica Freitas

Faculdade de Gestão e Negócios Universidade
Federal de Uberlândia
verica@ufu.br

Vitor Hugo Souza da Costa

Curso de Gestão da Informação
Universidade Federal de Uberlândia
vitorle@gmail.com



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: **dezembro de 2019**

Aprovado em: **março de 2021**

Sistemática pedagógica para desenvolvimento de ambiente de simulação computacional na perspectiva da teoria da atividade

*Pedagogic framework in a computer simulation
environment within activity theory perspective*

Resumo

Este estudo apresenta e testa uma proposta de sistemática pedagógica de planejamento e execução de atividades de aprendizagem por meio da integração entre ambiente de simulação computacional e a perspectiva da teoria histórico-cultural da atividade, visando propiciar situações dinâmicas da compreensão de conceitos e processos cotidianos de determinada área de conhecimento, notadamente para o ensino de graduação. Os resultados obtidos com uma turma de graduação em Administração na temática teoria das filas demonstram que: o uso da ferramenta não requer conhecimentos computacionais prévios; a sequência de estudo para o aprendizado, bem como os comentários fornecidos pelo aplicativo durante a realização dos exercícios são um ponto de destaque; e que muitos estudantes não estavam acostumados a realizar a coleta de dados primários, independente do uso ou não da ferramenta. Foi possível observar ainda que essa nova sistemática exige outras habilidades e competências de compreensão dos ambientes e conteúdos estudados.

Palavras-chave: Simulação computacional. Teoria da atividade. Ensino mediado por simulação. Aprendizagem.

Abstract

This paper presents a theoretical articulation based on Activity theory used to develop a pedagogic framework that guides the development of a computer simulation for undergraduate teaching. The results obtained with an undergraduate Business class dealing with the subject queuing theory demonstrate that: the use of the tool does not require previous computational knowledge; the study sequence for learning, as well as the comments provided by the application during the performance of the exercises are a highlight; and that many students were not used to collecting primary data, regardless of whether they used the tool. It was also possible to observe that this new system requires other skills and competences to understand the studied environments and contents.

Keywords: Computer simulation. Activity theory. Simulation-mediated teaching. Learning.

1. Introdução

A simulação com apoio computacional e o uso de jogos sérios são atividades didáticas em expansão em todos os níveis de ensino (ROCHA, et al., 2016). As Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras, em geral, ainda mantêm a ação pedagógica na reprodução de conceitos e técnicas sem haver a associação com o desenvolvimento de pensamento crítico e criativo necessários para o ambiente profissional (BOAVENTURA et al., 2018). Algumas poucas IES vêm adotando outras estratégias de ensino, com destaque para a área gestão empresarial, tendo como ações principais as de empresas simuladas e jogos de empresas (ARAÚJO et al., 2015).

Ao buscar uma estrutura pedagógica que pudesse dar aporte à tarefa de desenvolver a aula mediada pelo uso de sistemas computacionais que simulem uma determinada situação do mundo cotidiano (FORRESTER, 1994), norteadas didaticamente a partir da teoria da atividade (LEONTIEV, 1978), foi observada, após pesquisa em bases científicas da área com as palavras-chave Teoria da atividade e simulação computacional (em português e Inglês), a falta de uma didática conceitual que integre essas duas teorias. A partir dessa lacuna, foi detectada a oportunidade de desenvolvimento de uma estrutura didática para a elaboração, desenvolvimento e realização da ação pedagógica da aula mediada com uso de ferramentas computacionais e que tivesse um alinhamento com a teoria histórico-cultural da atividade (ENGSTRÖM, 2011).

Como princípio geral, um ambiente de ensino mediado por simulação computacional necessita estruturação e organização que propiciem aos acadêmicos uma série de atividades de estudos que, mesmo simuladas, possam fornecer condições de realizar observações, abstrações e generalizações conceituais das teorias científicas estudadas.

Com a simulação computacional é possível desenvolver relações conceituais e científicas de maneira que essas possam ser compreendidas pelos estudantes, contribuindo para a formação do pensamento e desenvolvimento de conceitos científicos. Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é: elaborar e testar uma sistemática pedagógica que oriente a elaboração das etapas de projeto e desenvolvimento de uma simulação computacional para o ensino de graduação que oportunize um processo de aprendizagem dinâmico mediado por ambiente virtual simulado em 3D.

Foi elaborada uma revisão teórica que associa os princípios da teoria da atividade e o desenvolvimento

de aulas por meio de simulação computacional, seguida da proposição de uma sistemática pedagógica, que foi desenvolvida e aplicada com alunos do curso de graduação em Administração, com um tema de Produção e Operações. Na sequência, este artigo apresenta a visão dos estudantes nos testes realizados e as considerações finais e ações futuras de pesquisa.

2. Simulação computacional

A simulação computacional é um método de resolução de problemas, um método de modelagem utilizado para implementar e analisar um procedimento real (físico), proposto em um computador (virtual) ou em protótipos (ensaios) (MEDEIROS; MOSER; SANTOS, 2014). A simulação busca imitar um procedimento real em menor tempo e com menor custo, permitindo estudo de acontecimentos passados, presentes e até mesmo projeções de futuros (LAW; KELTON, 2000). A simulação viabiliza compreender a dinâmica de determinado sistema, permitindo a análise e a previsão dos efeitos de determinadas mudanças no sistema simulado (DECKER JR et al., 2020).

Simulação é a construção de um modelo de processo e a experimentação com a replicação desse processo pela manipulação das variáveis e suas inter-relações dentro do modelo (Berends; Romme, 1999). O uso de simulação traz uma abordagem de geração de conhecimento racional com modelos objetivos que explicam o comportamento dos processos operacionais da vida real (Law; Kelton, 2000).

Para criar um modelo de simulação é necessário possuir uma compreensão precisa do fenômeno ou sistema a ser modelado, uma vez que a modelagem por computador requer declarações claras e rigorosas, não permitindo declarações ambíguas, incompletas ou até mesmo ilógicas (Forrester; 1994).

O uso de modelos de simulação requer certo esforço dos estudantes para formular declarações explícitas requeridas para obter a precisão necessária em uma expressão na modelagem por computador. A utilização da simulação computacional em atividades pedagógicas deve proporcionar melhor compreensão e apreensão do conteúdo, uma vez que a simulação possibilita que esses estudantes possam experienciar os processos e operações que compõem alguns dos sistemas de sua área de conhecimento (STAVE; BECHK; GALVAN, 2015).

A utilização de modelos simulados, fundamentados na realidade, está cada vez mais inserida na educação e na capacitação de pessoas. Modelos novos, baseados nessa representação,

mostram-se eficientes em educação, pois proporcionam redução dos riscos e custos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem (OLIVEIRA et al., 2006; COSTANZA, 2019).

A simulação utilizada como instrumento didático é composta por um grupo de regras que, colocadas em prática, possibilitam estudar teorias, conceitos, modelos e técnicas com a finalidade de transformar conhecimentos estáticos, memorizados em currículos teóricos, em competências sistêmicas e dinâmicas (ANDRADE; DOMINGOS; VEIGA, 2017).

Dentre as abordagens clássicas de simulação, há: simulação de eventos discretos; Monte Carlo; dinâmica de sistemas; e a simulação baseada em agentes. As mais tradicionalmente utilizadas são: a modelagem e simulação de eventos discretos (SED); e dinâmica de sistema ou *System Dynamics* (SD) (Helal; Rabelo, 2004).

Para Morecroft e Robinson (2005), Brito, Botter e Trevisan (2011) e McHaney, Tako e Robinson (2014), as abordagens de SED e SD podem ser complementares, oferecendo soluções potenciais para modelar e atender aos requisitos de representações detalhadas, dinâmicas e complexas de uma realidade em estudo. A principal diferença está na representação de entidades, sendo representadas em SD como uma quantidade contínua e em SED como objetos individuais, dotados de atributos específicos.

Brito e Botter (2014) destacam a capacidade de representação detalhada de um sistema, que pode ser obtida na construção de modelos com a abordagem de SED, permitindo o refinamento dos dados e a realização de análises pormenorizadas dos eventos dinâmicos gerados sem, necessariamente, apresentar ênfase na compreensão dos relacionamentos entre as diversas variáveis.

Em relação à SD, o foco é a busca pela compreensão do relacionamento entre as variáveis de um sistema modelado, possibilitando a representação de sistemas com alta complexidade dinâmica e baixa complexidade de detalhes. Ela permite estudar e analisar o comportamento das variáveis dos sistemas ao longo do tempo, viabilizando o aprimoramento da compreensão de sistemas complexos (STERMAN, 2000).

Domingos, Politano e Pereira (2015) propõem uma abordagem de simulação híbrida, que objetiva a construção de modelos de simulação com níveis elevados de confiança, possibilitando a modelagem de sistemas maiores e mais complexos, representando características de seus elementos por meio da abordagem mais adequada. Com a necessidade de simular sistemas cada vez maiores e mais complexos, onde o uso da abordagem sequencial pode tornar a

simulação inviável, foram desenvolvidos diversos mecanismos que permitem o uso da computação paralela e/ou distribuída. Assim, modelos complexos podem ser tratados de forma mais adequada.

A simulação distribuída trata da execução da simulação em plataformas computacionais que contêm vários processadores ou plataformas conectadas por meio de uma rede de comunicação computacional, que podem estar geograficamente dispersos ou não (FUJIMOTO, 2015). Consiste na distribuição dos processos que compõem o programa de simulação entre vários processadores que estejam disponíveis, para que de modo simultâneo ocorra o processamento paralelo da simulação. Para Yau (1999), duas abordagens podem ser utilizadas para realização de uma simulação distribuída: Replicações Múltiplas em Paralelo (MRIP); ou Replicação Individual em Paralelo (SRIP).

Na SRIP, o modelo de simulação é dividido em pequenos processos lógicos que serão alocados e executados em múltiplos processadores ou em múltiplos computadores de uma rede, de modo que as operações tenham condições de serem processadas paralelamente. Na MRIP, ocorre a replicação independente de um mesmo modelo que é executada em paralelo. Os resultados produzidos em cada replicação são enviados para um processo de análise responsável para coletar dados das simulações, os comparar ou sumarizar.

A implementação de uma simulação distribuída difere em grande parte de um sistema centralizado, pois alguns problemas (como sincronização dos processos, balanceamento de carga e sobrecarga na rede de comunicação) não estão presentes no sistema centralizado (Barbosa, 2012). Na simulação distribuída, a execução de processos lógicos de forma desordenada deve ser evitada, ou seja, os eventos devem ser executados na mesma ordem, como em um sistema centralizado.

Na literatura, há diversos protocolos de sincronização desenvolvidos para serem utilizados em computação distribuída (PARK, FUJIMOTO, PERUMALLA, 2004; MOREIRA, 2005). Esses protocolos são classificados por Fujimoto (2003) em duas classes, denominadas de protocolos conservativos e protocolos otimistas, que respectivamente tratam do problema de causa e efeito.

A evolução da simulação computacional permite a integração de abordagens de modelagem diferentes, alinhadas ao desenvolvimento de arquiteturas computacionais que ampliam a capacidade de processamento por meio da computação paralela e distribuída, possibilitando atualmente simular sistemas

cada vez mais complexos em diferentes áreas da ciência e da tecnologia. Congregar esses avanços na construção de um ambiente de aprendizagem mediado por simulação, que possibilite representações mais realistas do objeto de estudo, permitindo o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem individuais ou coletivas em uma estrita comunicação e integração é o foco desta proposta.

3. Método da pesquisa

Este estudo apresenta e testa uma proposta de sistemática pedagógica de planejamento e execução de atividades de aprendizagem por meio da integração entre ambiente de simulação computacional e a perspectiva da teoria histórico-cultural da atividade, para que seja possível propiciar situações dinâmicas da compreensão dos conceitos científicos e dos processos cotidianos inerentes a uma determinada área de conhecimento. Para isso, foram realizadas: uma revisão da literatura a respeito dessas teorias com a finalidade de identificar a existência de estudos anteriores que realizassem a sua integração; e a proposição da sistemática em si. Com base nessa proposta de sistemática pedagógica, foram definidos ainda os requisitos para o desenvolvimento da plataforma de simulação em ambiente 3D para fins educacionais.

O caminho metodológico escolhido foi a pesquisa-ação, caracterizada pela ação e experiência dos professores participantes como fonte de questionamento oriundas da vivência profissional e acadêmica, bem como para a elaboração, verificação e ajustes da proposta pedagógica com a prática de desenvolvimento da simulação computacional. Esse método permite que os docentes elaborem suas compreensões relacionadas às teorias estudadas e formulem suas proposições teóricas sobre o tema educativo em questão (THIOLLENT, 2003). Posteriormente, é factível realizar ações que possam comprovar ou refutar suas proposições e realizar alterações na proposta para proporcionar a criação de saberes pela sua natureza participativa (MORIN, 2004).

O conteúdo definido para desenvolvimento e teste do modelo conforme a sistemática pedagógica proposta foi "teoria das filas", que compõe uma unidade curricular da área de conhecimento Operações e Produção de um curso de graduação em Administração em uma Universidade Federal no interior mineiro, dentre outras. Durante o seu uso foram identificadas, selecionadas e utilizadas diferentes ferramentas para o desenvolvimento de programas de computador em geral, como: o diagrama de classes; diagrama de casos de usos; diagrama de entidade e

relacionamento; mapeamento e fluxo de processos; e as mais específicas do programa definido para a realização da simulação.

Para apresentar os resultados, foram estruturadas duas etapas de apresentação da proposta, a seguir detalhada: a primeira descreve e fundamenta a estrutura didática desenvolvida; e a segunda debate a sua utilização para o desenvolvimento do projeto de simulação e dos testes realizados orientados por ela.

4. Resultados e discussão

Inspirado a partir da estrutura hierárquica da teoria da atividade (LEONTIEV, 1978) ou nos níveis de atividade propostos nos princípios do sistema de atividade (ENGSTRÖM, 2011), foi elaborado um plano de atividade de componente curricular que procure inspirar os estudantes a compreender o seu papel e dos demais membros da comunidade da aula para a realização do processo pedagógico mediado por simulação computacional, ao longo do período letivo (RAMOS, 2010). Ao se planejar uma ação educativa voltada para a formação profissional, é necessário quebrar o paradigma típico de planejamento da aula (COLDHAM, 2011).

A teoria da atividade fornece um modelo de análise comportamental no contexto social e organizacional, bem como os diferentes papéis que os sujeitos ocupam para alcançar os objetivos de alto nível proposto por uma sistemática educacional medida por recursos computacionais. Nesse sentido, a teoria da atividade apresenta uma taxonomia que amplia a análise da mecânica e dos processos envolvidos em uma simulação computacional de maneira a contribuir no processo de aprendizagem, nas instruções e nos cenários nela envolvidos (PREDESCU, et al., 2021).

O processo de tomada de consciência, mesmo por meio de ações simuladas, possibilita o desenvolvimento psíquico do estudante com o intuito de estimular o deslocamento de sua atividade principal. Proporciona associações das linguagens, do papel dos diferentes sujeitos e grupos, das regras, das ferramentas de trabalho e das metas inerentes a um determinado objeto cultural (VEIGA; ZANON, 2016).

A teoria da atividade é estruturada em três níveis hierárquicos que se articulam simultaneamente. O mais alto, a atividade principal, é direcionada para o motivo que é o desejo principal ou o objeto cultural que o sujeito em última análise quer atingir. A realização da atividade ocorre por meio de uma sequência de ações que podem ou não estar relacionadas com o motivo principal do sujeito. Cada sequência de ação é direcionada a um objetivo, uma meta. A função central

das dinâmicas de conceituação empírica simulada em processos educacionais é identificar os aspectos comuns do objeto cultural estudado (BATTISTA, 2015). A limitação está no uso mecânico e apenas tecnológico da simulação. Assim, ela não possibilita a articulação dos conceitos como possibilidade de replicar um fato simulado para os seus possíveis desdobramentos no mundo real e conceitual (DOURADO; GIANNELLA, 2014).

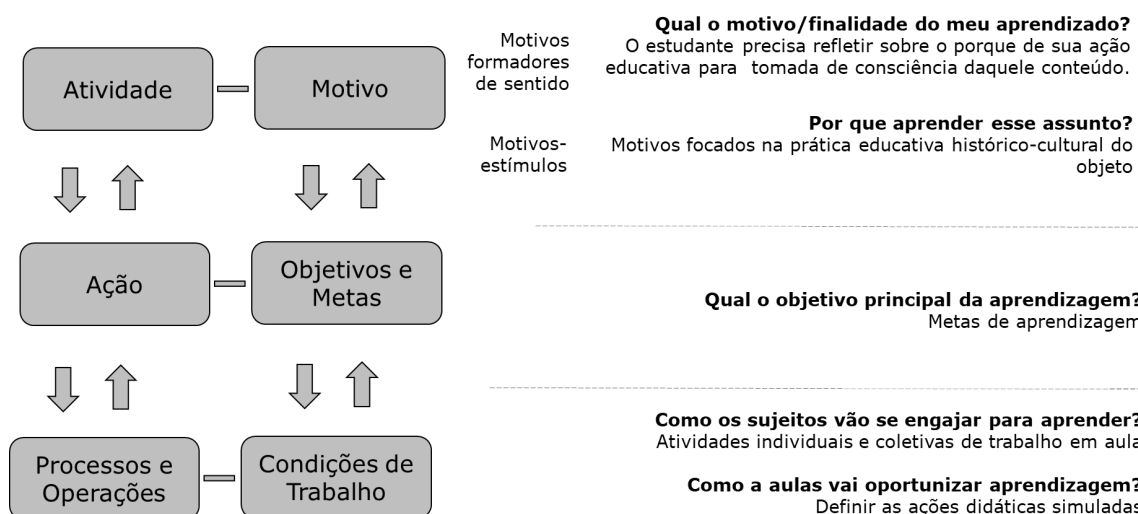
Na teoria da atividade, o processo de generalização dos fatos ocorridos necessita partir do que os estudantes encontram na base orientadora da ação vivenciada. O processo de significação da ação realizada com os objetos culturais em estudo em ambientes simulados visa o desenvolvimento, formação e consolidação dos conceitos teóricos estudados por meio das observações das ações empíricas do mundo do trabalho coletivo nele objetivado. Mediante a análise da situação é possível diminuir a lacuna entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica dos conteúdos (VEIGA; LIMA; ZANON, 2013).

Ao analisarem e buscarem a resolução de um objeto problemático e contraditório, os sujeitos

expandem os seus conhecimentos pela necessidade de formulação e construção de um novo conceito via a identificação e controle das variáveis já estudadas. Essa nova configuração do ambiente lhe trará segurança para a obtenção dos resultados esperados a partir da transferência dos conceitos já estudados para a resolução das novas configurações (CASSANDRE; PEREIRA-QUEROL, 2014).

A primeira parte do plano de atividade de componente curricular (Figura 1) objetiva permitir ao estudante um momento de entendimento dos motivos histórico-culturais curriculares inerentes àquele conhecimento científico, elaborado mediante a resposta do docente às questões propostas, didaticamente apresentadas, de acordo com os níveis hierárquicos da estrutura da atividade. Na primeira aula, o docente apresenta o plano e subsídios para que os estudantes tenham condições mínimas de entender o tema e possam estabelecer uma resposta inicial para a primeira questão que é uma definição de cada estudante.

Figura 1. Motivo histórico-cultural curricular

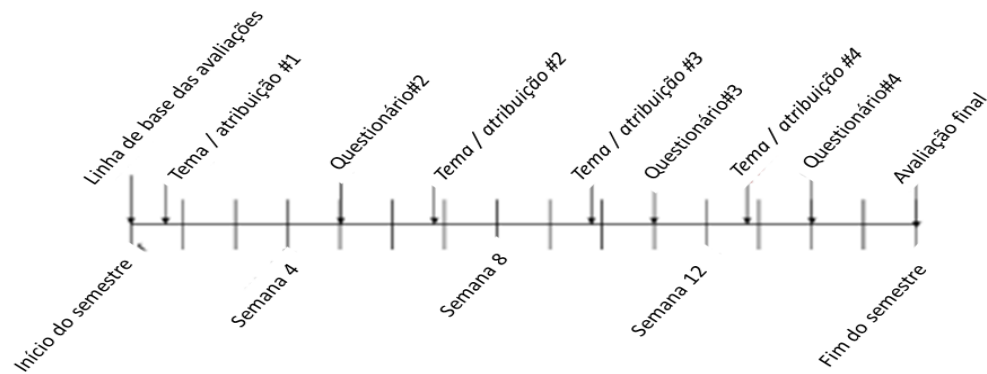


Fonte: os autores.

As constantes transformações ocorridas entre esses níveis, bem como as mudanças do ambiente, dos motivos e das habilidades dos sujeitos, demonstram que o sistema de atividade não é estático (CARVALHO et al., 2015), exigindo que o planejamento de atribuições e sistematizações dos conteúdos sejam organizados e

ajustados ao longo do período letivo. A segunda parte do plano de atividades (Figura 2) é a elaboração da linha do tempo dos conteúdos e avaliações durante o semestre para o planejamento das sequências das aulas presenciais com o uso da simulação computacional.

Figura 2. Linha do tempo dos conteúdos e demais sistematizações



Fonte: Adaptado de Stave (2011, p. 8).

Stave, Beck e Galvan (2015) demonstram que o primeiro momento da simulação tem como foco o conhecimento e ambientação com o sistema de simulação. Para isso, o planejamento da simulação necessita apresentar conteúdo considerado fácil, mas com exemplo não usual aos estudantes. Para os demais momentos de simulação, os estudantes já estarão familiarizados com o ambiente do sistema. Assim, é possível realizar o aprofundamento do conteúdo com uso de tópicos de exemplos mais usuais e com análise mais aprofundada.

O planejamento da aula que não utiliza o sistema computacional é organizado de acordo com as estratégias típicas de ensino de acordo com o perfil de cada curso, turma e com o tema a ser abordado (GIL, 2007). Para o planejamento das aulas em que serão

utilizados ambientes de aprendizagem simulados, primeiramente é necessário realizar o desenho das sequências e os componentes da simulação para cada conteúdo a ser estudado.

A adaptação do modelo de desenvolvimentos de componentes para jogos proposto por Carvalho et al. (2015) apresenta os principais componentes necessários para a elaboração didática de uma simulação computacional (Figura 3) aplicada para ambientes de ensino, apresentando os quatro principais componentes organizadores da aula: a simulação; as aprendizagens dos estudantes; as orientações intrínsecas aos sistemas simulados; e as ações de orientação e mediação docente.

Figura 3. Desenho dos componentes para ambientes de aprendizagem em simulação computacional baseado na teoria da atividade

Simulação	Individual (Stand Alone)	
	Distribuída * Multiple Replication in Parallel * Single Replication in Parallel (Multiple Processes)	Múltiplas Replicações
		Síncrona
		Assíncrona
Aprendizagens estudantes	Ação	
	Ferramenta	
	Meta	
	Ação Individual	
Orientações intrínsecas	Ação Coletiva	
	Ferramenta	
	Meta	
	Ação	
Orientações docente	Ferramenta	
	Meta	
	Ação	
	Ferramenta	

Fonte: Adaptado de Carvalho et. al (2015).

O sistema de simulação traz uma infraestrutura tecnológica combinando componentes de softwares, redes de comunicação e hardwares que medeiam operações realizadas pelo sujeito para desenvolver suas atividades pedagógicas. No que trata a simulação, é necessário definir como ocorrerão as divisões de trabalho durante a realização da atividade simulada (UDEN; HWANG, 2013).

A simulação individual é aquela em que o estudante interage individualmente com o sistema para desenvolver suas atividades pedagógicas dirigidas para compreensão e apreensão do conteúdo. A simulação distribuída trata da realização em grupos, fornecendo recursos para a obtenção de estreita comunicação, integração e interdependência entre os sujeitos envolvidos no processo didático. Nesse componente, são empregadas estruturas existentes para a aplicação da simulação computacional distribuída (FUJIMOTO, 2015) para contemplar o desenvolvimento de trabalho coletivo nas atividades pedagógicas.

Utilizando os conceitos de simulação distribuída SRIP e MRIP, o componente de simulação é estruturado de modo que as atividades pedagógicas possam ser planejadas em processos a serem executados em modo síncrono ou assíncrono. Como modo síncrono, as atividades planejadas definem como requisito que haja simultaneidade temporal para a sua realização; já no assíncrono, as atividades não requerem que haja simultaneidade temporal, são executadas em um conceito atemporal.

São ações realizadas pelo simulador: a manipulação das entidades virtuais; tipos de movimentos que são realizados; tempos relacionados; e informações pertinentes ao cenário simulado. Como ferramentas possíveis de serem utilizadas estão: os objetos e seus atributos; tempo; retorno aos estudantes das ações realizadas; ajudas; mudanças; narrativas; regras; métricas; e escores (CARVALHO et al., 2015). Como metas de simulação, é possível citar o tipo de experiência que se pretende simular: assimilação das sistemáticas; a usabilidade; da coleta de dados; e análise do uso dos recursos (LAW; SUN, 2012).

Ao abordar as sistemáticas da aprendizagem dos estudantes, duas perspectivas são estabelecidas, uma voltada para as ações individuais e a outra cujo resultado depende do trabalho coletivo colaborativo. Sem esse engajamento pode haver a perda de foco e desapontamento ou falta de motivação com a simulação ou até mesmo distração durante as aulas (ANDREW; ROBIN, 2015). No aspecto cognitivo, é necessário o estudo dos conteúdos curriculares pré e pós realização das vivências simuladas, aplicação dos conceitos na simulação, identificação dos fatos ocorridos, resolução

de problemas, levantamento e análise de dados, elaboração de relatórios e desenvolvimento de planos de ação que manifestem um resumo de melhorias a serem implantadas (NESTEL; BEARMAN, 2015).

Como ferramentas de aprendizagem, os estudantes podem utilizar documentação sistemática relacionada às complexidades vivenciadas na simulação, dramatização, informações gráficas, textos informativos, solução de problemas, relatórios técnicos, estudos comparativos entre a simulação e casos reais e a elaboração de relatórios técnicos (CARVALHO et al., 2015). Como metas de aprendizagem, são destacados os aspectos cognitivos, afetivos e domínio psicomotor bem como a capacidade de aprender e expandir os conhecimentos individuais e coletivos a partir dos estudos e das experiências vivenciadas pela simulação.

As orientações intrínsecas ao sistema são as instruções e mecanismos de avaliação e feedback que ocorrem dentro do sistema e durante o seu uso. Como ações da orientação intrínseca, há as realizadas durante a simulação com o objetivo de estimular ações de aprendizagem (CARVALHO et al., 2015), tais como demonstrações, suporte à recuperação de erros, avaliações de desempenho, dicas e mensagens de ajuda. No âmbito das ferramentas, são elementos ou componentes de recursos presentes no sistema que suportam as ações da orientação intrínseca, como vídeos, textos de ajudas, alertas com mensagens, testes de desempenho, listas de verificação, tutoriais, *fly path*, entre outras.

Com relação às metas da orientação, seus objetivos são: produzir informações que forneçam orientação e que guiem ao objetivo da aprendizagem; fornecer *feedback*; estimular a recuperação da aprendizagem prévia (DUVEKOT, 2012); e avaliar o desempenho.

O processo de mediação e orientação docente que ocorre durante a aula é estruturado por meio das orientações pedagógicas que possibilitem aos estudantes realizar a compreensão e a interação com as teorias estudadas e as vivências viabilizadas pelo ambiente simulado (PEÑA-AYALA, SOSSA e MÉNDEZ, 2014). Como ações de orientação e mediação docente, há: mediação da adaptabilidade ao sistema; revisão; entendimento e aplicação de conteúdo; sistematizações; e avaliações. Como ferramentas, podem ser utilizados questionários orientativos, testes, informações gráficas, solução de problemas, debate coletivo e a pesquisa de dados. Como metas, é factível analisar as contradições e as inconsistências existentes entre as teorias estudadas e os resultados observados na simulação, a adaptabilidade dos estudantes em relação ao manuseio da ferramenta, compreensão da dinâmica existente entre os elementos e esses com o

sistema, a extrapolação dos dados virtuais com fatos ocorridos no mundo real e as diversas interações existentes entre os colegas e as mudanças que essas provocaram na realização da simulação (UDEN; HWANG, 2013).

5. Uso da estrutura didática da atividade de aprendizagem para desenvolvimento da interface e da simulação computacional

Foi realizado um curso de extensão universitária para aplicação do projeto de simulação em ambiente 3D em software desenvolvido sob a lógica de eventos discretos, abordando os conceitos básicos da teoria das filas. O processo de planejamento e execução

compreendeu a definição pedagógica das três etapas da proposta (Figuras 1, 2 e 3). Depois de elaboradas as etapas didáticas da proposta pedagógica, foi desenvolvido o projeto de simulação computacional para ambiente 3D. Essa etapa consistiu na especificação dos requisitos de software, seguida pela análise desses requisitos com a utilização de diagramas de casos de uso.

Conforme Figura 4, a especificação dos requisitos teve como base a análise dos componentes definidos na 3ª etapa do planejamento, que foram avaliados sob a ótica da integração dos principais atores (docente e estudante) e os modelos de simulação.

Figura 4. Ações realizadas para o desenvolvimento do projeto.

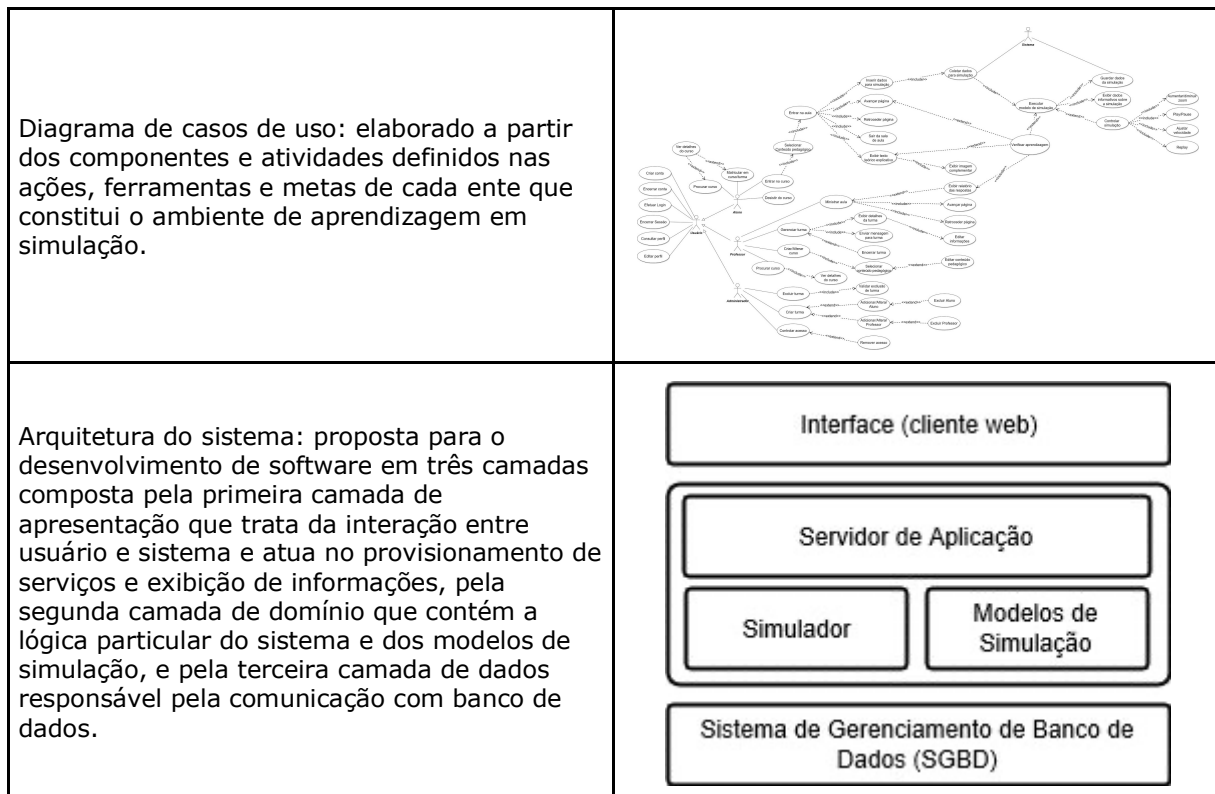
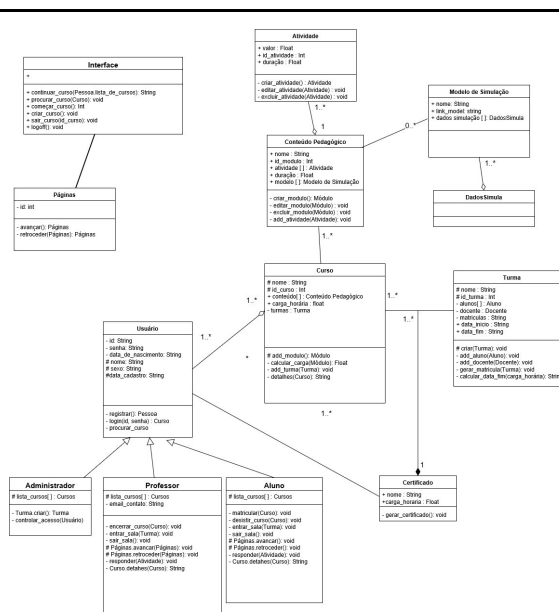


Diagrama de classes: elaborado a partir da definição das interações dos atores com as funcionalidades especificadas no diagrama de casos de uso.



Representação do modelo de simulação estabelecido para a aprendizagem: elaborado a partir dos conceitos pedagógicos a serem abordados no tópico com o uso do software de simulação (na versão gratuita).



Fonte: Os autores.

A análise desses requisitos levou ao desenvolvimento de um novo conceito de sistema. A partir da definição do conceito e de todas as funcionalidades do sistema, foi iniciada a execução das atividades do projeto de software com a definição de alguns aspectos como a arquitetura do sistema, padrão de interface gráfica, linguagem de programação, sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD).

Para realizar essa etapa, foram necessárias várias reuniões de trabalho com a presença de profissionais da área técnica do conteúdo, pedagógica e computacional para que houvesse o alinhamento das diversas visões sobre os ajustes e definição das ações para a concretização do projeto. Foram elaborados planos de ação que nortearam o desenvolvimento das atividades de programação. Devido à delimitação, neste artigo, não serão debatidos os resultados dos testes das referidas sistematizações.

5. Considerações sobre o uso das soluções desenvolvidas

Depois de realizado o desenvolvimento da estrutura didática da atividade de aprendizagem para ambientes de simulação computacional, foi elaborada uma solução computacional tendo como linguagem de programação o PHP (Hypertext Preprocessor) e Javascript, e como linguagem de marcação foi utilizado o HTML (Hyper Text Markup Language). Como sistema gerenciador de banco de dados, foi utilizado o MySQL, que é baseado na linguagem SQL (Structure Query Language).

Para o desenvolvimento dos modelos de simulação, foi utilizada a versão gratuita do Flexsim® versão 2017. Devido às limitações técnicas impostas pela versão gratuita, foram desenvolvidos oito modelos de simulação computacional em ambiente 3D, com média de 20 elementos cada. Essas foram gravadas em formato de vídeos, que foram inseridos na interface. Foram definidos padrões de interfaces e dos textos didáticos elaborados para complementar as explicações dos conceitos.

Foi possível observar nesse caso que os dados gerados pela simulação necessitavam ser armazenados no banco de dados a fim de verificar se houve a correta

interpretação dos dados pelos estudantes. Os dados oriundos da própria simulação precisavam ser apresentados até o final da simulação em forma de gráficos dinâmicos interativos (campo denominado *dashboards*).

Nessa etapa, desenvolvida ao longo do ano 2017 e início de 2018, foram necessárias mais de 1759 linhas de programação e 27 linhas de comentários da linguagem PHP e Javascript distribuídos entre 35 arquivos com os quais foram possíveis desenvolver 17 páginas de navegação, incluindo direcionamentos de respostas de acordo com os dados de cada modelo de simulação elaborado para apresentar os conceitos a serem estudados e dos seus respectivos textos orientativos e questões de verificação.

Para analisar a visão dos estudantes, foi utilizado o questionário validado por Medina-Lopes, Alfalla-Luque e Arenas-Marques (2011), que trata da avaliação de desenvolvimento de *softwares* para o ensino de operações, que aborda três dimensões de análise: interface; interatividade e entendimento; e aprendizagem dos conceitos.

Primeiramente, foi realizado um pré-teste do uso da solução, pelo qual foi possível identificar alguns erros de programação, entendimento, dados da simulação e até da ação do professor durante a aula em laboratório de informática. Depois de realizados os ajustes, foram realizadas duas ações simultâneas de apresentação do conteúdo: uma mesma turma de graduandos em Administração foi dividida em aula expositiva-dialogada com uso das telas em forma de slides estáticos; e outra parte da turma no laboratório. A divisão ocorreu por ordem de chegada dos estudantes em aula.

Depois de apresentada a sistemática da interface, foram iniciadas as duas aulas simultaneamente: na aula expositiva-dialogada o tempo planejado para o conteúdo foi cumprido dentro do prazo previsto (21 minutos); e na aula mediada pela solução computacional os tempos de finalização foram maiores e variavam de 30 até 47 minutos.

O sistema foi programado para avançar em caso de acerto sem notificação de acerto. Quando do erro de questão, também não havia notificação, mas o sistema direcionava para um caminho alternativo, em que havia outros comentários e vídeos para a revisão do tema. Caso o aluno seguisse errando o sistema não avançava, requerendo que o estudante solicitasse ao docente ajuda para a compreensão do tema.

Essa sistemática teve como foco a quebra do paradigma da transmissão de conhecimento e avaliação por acertos X erros para a construção do aprendizado; isso fez com que alguns estudantes solicitassem ao docente a confirmação de que suas ações estavam

corretas, embora, ao avançar a página, o texto seguinte deixasse evidente o resultado da ação, mas não evidenciava o erro ou acerto de forma explícita, fato que gerou insegurança em alguns estudantes.

A vivência do uso da ferramenta também demonstrou que essa sistemática exigiu atenção dos estudantes, sendo que não foram observadas dispersões e conversas paralelas durante a aula. Depois de finalizada as aulas e respondidos o questionário de análise da sistemática, os estudantes foram reunidos em uma única sala e por meio de uma sistematização verbal puderam comentar as suas experiências e observações.

Em uma escala crescente de concordância de 1 a 5, a interface apresentou um valor médio de 4,33 pontos e um desvio padrão de 0,83 para os estudantes que participaram da aula no laboratório e de 4,19 e 0,89 para os da aula tradicional respectivamente. O ponto com maior concordância foi a de que aplicação não necessita de conhecimentos computacionais prévios para ser utilizada adequadamente e a de menor concordância foi em relação ao design e a estética das telas.

Em relação à interatividade, observou-se uma concordância média de 3,91 com desvio padrão de 1,11 para os estudantes em laboratório. O ponto que teve maior concordância foi a sequência de estudo para o aprendizado e o de menor foi a precisão e facilidade na coleta de informações. Por meio das entrevistas orais e da observação em aula, foi possível notar que muitos estudantes não estavam acostumados a realizar a coleta de dados primários de um sistema de fila dinâmico, fato observado na aula tradicional na qual o docente apresentou os dados em tabela para que os estudantes pudessem realizar os cálculos. Esse quesito, na aula expositiva-dialogada obteve média de 4,34 e desvio padrão de 0,82, evidenciando a facilidade de entendimento dos cenários apresentados (mesmo que estáticos) em concomitância com a fala do professor.

Sobre o entendimento e aprendizagem dos conteúdos dos estudantes, na visão dos que estavam no laboratório houve concordância de 4,36 com desvio padrão de 0,69 tendo como destaque as explicações e comentários fornecidos pelo aplicativo durante a realização dos exercícios e o ponto com menor concordância foi em relação à facilidade do uso de gráficos e tabelas interativos da simulação para entendimento do conceito. Foi possível observar que essa nova sistemática exige outras habilidades e competências de compreensão dos ambientes e conteúdos estudados, alguns estudantes comentaram que primeiro tiveram que observar o que estava acontecendo no ambiente para, posteriormente, realizar a análise dos dados apresentados. Na aula

tradicional a média foi de 4,44 com desvio padrão de 0,75, tendo como destaque que a gama de elementos não perturba a aprendizagem e com menor concordância a falta do entendimento dos gráficos estáticos para a compreensão do conteúdo.

6. Considerações Finais

A motivação deste estudo foi buscar formas de aproximar a realidade dos estudantes, notadamente para a formação profissional, possibilitando que haja alguma experiência prática e vivencial, mesmo que simulada, para melhor entendimento dos processos reais e consequentemente maior absorção do conhecimento.

Há várias contribuições neste artigo, sendo possível destacar: o levantamento teórico sobre a aplicação da simulação computacional para fins de ensino e aprendizagem; a proposição de uma abordagem de ensino que objetiva oportunizar para o estudante o entendimento da motivação curricular inerente a determinado conhecimento científico que será abordado; fomentar a discussão sobre formas alternativas de ensino e aprendizagem; a necessidade de interação e alinhamento de conceitos entre os membros da equipe multidisciplinar necessária para desenvolvimento desse tipo de projeto; a apresentação da sistemática em si, como uma proposição passível de ser aplicada a diferentes áreas do conhecimento e para diferentes níveis de estudo; e a mudança paradigmática do estudante e do docente durante o processo de aula.

Existem diversas oportunidades para ações decorrentes e pesquisas futuras, como: aplicação e avaliação da efetividade dessa sistemática como parte das atividades realizadas em determinado componente curricular; análise e definição de uma proposta de avaliação do entendimento e da retenção de conhecimento a partir da utilização do ambiente de simulação computacional como parte das atividades; gravação de explicações das simulações para os estudantes ouvirem visando complementar o uso de sentidos (visual e auditivo); ajuste de alguns modelos para melhor diferenciar os diversos elementos simulados; e a verificação dos resultados da aprendizagem por meio de técnicas tradicionais versus a incorporação de novas ferramentas e tecnologias.

Referências

ANDRADE, I. F.; DOMINGOS, J. C.; VEIGA, C. H. A. Análise do uso de simulação empresarial baseada em dinâmica de sistemas como ferramenta de ensino em

Administração no Brasil. *Gestão e Aprendizagem*, v. 6, n.2, pp. 35-56, 2017.

ANDREW, K.; ROBIN, B. G. Emotional Engagement and Active Learning in a Marketing Simulation: A Review and Exploratory Study. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 6, n.1, p. 69-76, 2015.

ARAÚJO, U. P. et al.. Simulação de negócios no ensino da administração em centro de educação brasileiro. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, v. 13, n. 2, 99-130, 2015.

BARBOSA, J. P. C. Uma ferramenta paralela para simulação de eventos discretos com monitoramento dinâmico de processos. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia da Computação, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

BATTISTA, A. Activity Theory and Analyzing Learning in Simulations. *Simulation & Gaming*, n. 46, v. 2, p. 187-196, 2015.

BERENDS, P.; ROMME, G. Simulation as a research tool in management studies. *European Management Journal*, v. 17, n.6, p. 576-583, 1999.

BOAVENTURA, P. S. M. et al.. Desafios na formação de profissionais em Administração no Brasil. *Administração: Ensino e Pesquisa*, v. 19, n.1, p. 1-31, 2018.

BRITO, T. B.; BOTTER, R. C. Uma comparação conceitual entre as metodologias de simulação discreta e a contínua como elemento impulsionador da simulação híbrida. *Revista Eletrônica Pesquisa Operacional Para O Desenvolvimento*, v. 6, n.2, p. 202-225, 2014.

BRITO, T. B.; BOTTER, R. C.; TREVISAN, E. F. C. A conceptual comparison between discrete and continuous simulation to motivate the hybrid simulation methodology. *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, p. 2194-2205, 11-14 dez. 2011. <http://doi.org/10.1109/WSC.2011.6148117>.

CARVALHO, M. B. et al.. An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education*, v. 87, p. 166-181, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.023>.

CASSANDRE, M. P.; PEREIRA-QUEROL, M. A. O percurso dos princípios teóricos-metodológicos vygotskyanos: um olhar sobre o CRADLE. *Revista de Estudos Organizacionais e Sociedade*, n. 1, v. 2, p. 454-509, 2014.

COLDHAM, S. CETL for Professional Learning from the Workplace. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, n. 1, v. 3, p. 262-272, 2011.

COSTANZA, F. Stimulating new business creation through system dynamics education. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, n. 4, v. 35, p. 267-284, 2019.

DECKER JR., C. et al. Comparação dos projetos fatoriais completo e fracionado em um modelo de simulação de eventos discretos em um sistema de manufatura para os leiautes celular e celular virtual. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 15, n. 2, p. 23 - 57, 2020.
DOI:10.15675/gepros.v15i2.2422

DOMINGOS, J. C., POLITANO, P. R.; PEREIRA, N. A. Simulação computacional híbrida de dinâmica de sistemas e eventos discretos para auxílio ao processo de SOP. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 35, 2015 Fortaleza, 2015. Anais... Fortaleza, 2015.

DOURADO, A. S. S.; GIANNELLA, T. R. Ensino baseado em simulação na formação continuada de médicos: análise das percepções de alunos e professores de um hospital do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 38, n. 4, p. 460-496, 2014.

DUEKOT, R. Validação da aprendizagem prévia como uma ponte para oportunidades de aprendizagem para todos. Tradução. *Revista UFG*, n. XIII, v. 12, p. 100–115, 2012.

ENGSTRÖM, Y. From design experiments to formative interventions. *Theory & Psychology*, United Kingston, v. 21, n. 5, p. 598-628, 2011.

FORRESTER, J. W. Learning through System Dynamics as Preparation for the 21st Century by. In *Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference for K-12 Education*, n. 10, p. 1–22, jun. 1994.

FUJIMOTO, R. M. Distributed simulation systems. *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, p. 124–134, 2003.

FUJIMOTO, R. Parallel and distributed simulation. *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference*, p. 45–59, 2015.

GIL, A. C. Didática do ensino superior. São Paulo: Atlas, 2007.

HELAL, M.; RABELO, L. An enterprise simulation approach to the development of a dynamic balanced scorecard. In *25 th Proceedings os American Society of Engineering Management Conference*, p. 311–320. Alexandria, Virginia. Anais... Alexandria, 2004.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. Simulation Modeling and Analysis. *Simulation Modeling and Analysis* (3rd ed.). McGraw-Hill, 2000.

LAW, E. L. C.; SUN, X. Evaluating user experience of adaptive digital educational games with Activity Theory. *International Journal of Human Computer Studies*, v. 70, n. 7, p. 478-497, 2012.

LEONTIEV, A. N. O desenvolvimento do psiquismo. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

MCHANNEY, R.; TAKO, A. A.; ROBINSON, S. Model building in system dynamics and discrete-event simulation: a comparison of analysts' language. In *Proceedings of the Operational Research Society Simulation Workshop (SW14)* n. 2, p. 1–13. Worcestershire, UK, 2014.

MEDEIROS, L. F.; MOSER, A.; SANTOS, N. A simulação computacional como técnica de pesquisa na administração. *Revista Intersaberes*, n. 9 (especial), p. 441–459, 2014.

MEDINA-LOPES, C.; ALFALLA-LUQUE, R.; ARENAS-MARQUES, F. Active learning in Operations Management: interactive multimedia software for teaching JIT/Lean Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 4, n.1, p.31-80, 2011.

MORIN, A. Pesquisa-ação integral e sistêmica: uma antropopedagogia renovada. Rio de janeiro: DP&A, 2004.

MORECROFT, J. D. W.; ROBINSON, S. Explaining Puzzling Dynamics: Comparing the Use of System Dynamics and Discrete-Event Simulation. *Proceedings of the International Conference of the System Dynamics Society*, 23, 2005.

MOREIRA, E. M. Rollback Solidário: Um Novo Protocolo Otimista para Simulação Distribuída. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2005.

NESTEL, D.; BEARMAN, M. Theory and Simulation-Based Education: Definitions, Worldviews and Applications. *Clinical Simulation in Nursing*, v. 11, n. 8, p. 349-354, 2015.

OLIVEIRA, F. P. S. de et al.. Aplicação da simulação empresarial no ensino da graduação. In *Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)*, 13, Bauru-SP, 2006. Anais... Bauru, 2006.

PARK, A.; FUJIMOTO, R. M.; PERUMALLA, K. S. Conservative synchronization of large-scale network simulations. In: *Proceedings of the eighteenth workshop on Parallel and distributed simulation*. New York, NY, USA: ACM. (PADS '04), 153–161, 2004.

PEÑA-AYALA, A.; SOSSA, H.; MÉNDEZ, I. Activity theory as a framework for building adaptive e-learning systems: A case to provide empirical evidence. *Computers in Human Behavior*, 30, 131-145, 2014.

PREDESCU, A. et al.. A Serious Gaming Approach for Crowdsensing in Urban Water Infrastructure with Blockchain Support. *Appl. Sci.*, 11, 1449, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11041449>

RAMOS, D. K. Processos colaborativos mediados pelo computador e as contribuições da teoria da atividade. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 18, n. 3, p. 34-45, 2010.

ROCHA, R. V. da et al.. Metodologia de desenvolvimento de jogos sérios: especificação de ferramentas open source. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 24, n. 3, p. 109-124, 2016.

STAVE, K. A. Using simulations for discovery learning about environmental accumulations. 29th International Conference of the System Dynamics Society. Washington, DC, jul. 2011.

STAVE, K. A.; BECK, A.; GALVAN, C. Improving Learners' Understanding of Environmental Accumulations through Simulation. *Simulation & Gaming*, v.46, n. 3–4, p. 270–292, 2015.

STERMAN. J. D. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*. USA: McGraw Hill, 2000.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 12 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

UDEN, L.; HWANG, G. J. Activity theory approach to developing context-aware mobile learning systems for understanding scientific phenomenon and theories. *International Journal of Distance Education Technologies*. V. 11, n. 4, p. 30-44, 2013.

VEIGA, C. H. A.; ZANON, L. B. Atividade de interação com integração de aprendizagens: uma didática para ambientes de ensino dinâmicos. Curitiba: Appris, 2016.

VEIGA, C. H. A., LIMA, J. M.; ZANON, L. B. Rodadas de negócios internacionais: uma proposta didática vivencial de jogos de empresas em sala de aula. *INTERNEXT: São Paulo*, n. 8, v. 3, p. 127-144, 2013.

YAU, V. Automating parallel simulation using parallel time streams. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, n. 9, v. 2, p. 171–201, abr. 1999.



Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal do Ceará
hjaguaribe@ufc.br

Lucas De Almeida Braga

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal do Ceará
bg.lucasbraga@gmail.com

Marcos Charles Pinheiro Baltazar

Instituto Federal de Alagoas
marcos.charles@ifal.edu.br

Marcos Ronaldo Albertin

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal do Ceará
albertin@ot.ufc.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: abril de 2020

Aprovado em: abril de 2021

Ensino de *Lean Manufacturing* usando Simulação Computacional e Aprendizagem Baseada em Problemas

Lean Manufacturing Teaching using Computational Simulation and Problem-Based Learning

Resumo

Nos tempos atuais, de uso intensivo da informação e conhecimento, é preponderante a formação de profissionais qualificados para atuar na engenharia. As metodologias ativas apoiam a qualificação no processo de ensino-aprendizagem das engenharias. Desta forma, esse estudo descreve o desenvolvimento e aplicação, em laboratório, de um jogo multiplayer focado no apoio ao ensino de *Lean Manufacturing* para alunos do curso de Engenharia de Produção. Foram utilizadas a Simulação Computacional e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A metodologia consistiu em quatro etapas: revisão bibliográfica, desenvolvimento do jogo, aplicação do jogo e avaliação dos resultados. Através de aplicações, foi possível qualificar o impacto do jogo e suas qualidades, por meio de questionários respondidos por alunos. Esta avaliação concluiu que os participantes concordaram que o jogo contribuiu para um melhor entendimento da gestão *Lean*. Os alunos afirmaram que tiveram a oportunidade de elaborar estratégias enquanto jogavam, validando a solução proposta neste estudo.

Palavras-chave: Ensino. Simulação Computacional. Aprendizagem Baseada em Problemas. *Lean Manufacturing*.

Abstract

Nowadays, with the intensive use of information and knowledge, the training of qualified professionals to work in engineering is paramount. Active methodologies support qualification and learning in engineering education. Thus, this study describes the development and application, in the laboratory, of a multiplayer game focused on supporting the teaching of lean manufacturing for students of the Production Engineering course. This was possible with the use of Computer Simulation and Problem-Based Learning (PBL). The methodology consisted of four steps: literature review, development of the game, application of the game and evaluation of the results. Through applications, it was possible to qualify the impact of the game and its qualities, through questionnaires answered by students. This evaluation pointed out that the participants agreed that the game contributed to a better understanding of Lean management. The students stated that they had the opportunity to develop strategies while playing, validating the solution proposed in this study.

Keywords: Teaching. Computational Simulation. Problem-Based Learning. *Lean Manufacturing*.

1. Introdução

O papel do Engenheiro de Produção dentro da sociedade é marcado pela criação de soluções eficazes para os problemas relacionados a sistemas produtivos gerados pela expansão capitalista no mundo. Estes profissionais, cada vez mais requisitados, são norteados por conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia (ABEPRO, 2001).

Fatores relevantes como o nível atual de globalização, os avanços da tecnologia, a concorrência entre organizações e as exigências cada vez mais rigorosas dentro do mercado de trabalho trazem como consequência a demanda por engenheiros cada vez mais qualificados, flexíveis e em constante processo de formação.

Assim, para Póvoa e Bento (2005), a formação do engenheiro é desenvolvida por um processo que se inicia em sala de aula, com a formação acadêmica, e complementa-se com a atuação do acadêmico no mercado de trabalho e com a continuidade de seus estudos na busca de atualização. Porém, a chegada ao mercado de trabalho, geralmente durante o período em que o profissional ainda está em formação, tende a ser marcada por uma lacuna entre o que é aprendido dentro da Instituição de Ensino Superior (IES) e o que de fato é aplicado na empresa. O problema mencionado pode ser ocasionado pelo distanciamento entre estes (WANG et al., (2011). Um exemplo, nos cursos de Engenharia de Produção (EP), é a compreensão em sala de aula do conceito de Lean Manufacturing e a dificuldade de sua aplicação na prática. O Lean Manufacturing é um conceito fundamental na formação de um estudante de EP devido ser uma filosofia que visa a redução dos desperdícios em processos e atividades de uma organização.

Tal problema é acentuado ao considerar-se que afeta e afetará a Geração Z (nascidos a partir da metade dos anos 90 até 2010). Esses indivíduos cresceram cercados pelas mais novas tecnologias e são expostos à grandes quantidades de informação, as quais podem ser acessadas em segundos (BARREIRO e BOZUTTI, 2017). Entretanto, para Half (2016), estes tendem a ser individualistas, com problemas de comunicação e de resolução de problemas.

Diante deste cenário, as IES necessitam desenvolver atividades práticas no ensino-aprendizagem da engenharia. Segundo Bass (2012), educadores, cada vez mais, prezam pelo

balanceamento entre teoria e prática, sendo a última enfatizada o quanto antes na estrutura curricular.

Face ao sistema clássico de ensino, surgem novas alternativas, que são aplicáveis, interessantes e eficazes. Entre estas, pode-se citar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês Problem-Based Learning (PBL) e a Simulação Computacional. Com estas alternativas o estudante torna-se mais ativo no processo de aprendizagem, uma vez que é estimulado a fazer análises constantes e hipóteses do tipo what-if ("e se") e permite visualizar as consequências de cada passo realizado.

O método ABP recorre à resolução de problemas para o processo de ensino de conteúdos técnicos e científicos como forma de manter os estudantes no centro deste processo, fazendo com que estes participem ativamente e tornem sua participação relevante, interagindo, obtendo dados, formulando hipóteses e tomando decisões (CASALE, KURI e SILVA, 2011).

A Simulação Computacional é usada em cursos de engenharia como instrumento para treinamento na aviação e segue crescendo como um mecanismo de educação (KINCAID e WESTERLUND, 2009). Proporcionando redução de riscos e custos do processo ensino-aprendizagem, a simulação pode auxiliar na concepção de sistemas administrativos, produtivos, econômicos e financeiros (OLIVEIRA et al., 2007).

Desse modo, a pergunta que este trabalho busca responder: é viável o uso da metodologia da APB e da técnica de Simulação em forma de um jogo didático a fim de potencializar o ensino de conceitos teóricos de Engenharia de Produção na área de Lean Manufacturing?

Este trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento e aplicação de um jogo didático e interativo para o apoio ao ensino de conceitos de Lean Manufacturing a partir da utilização da Simulação Computacional e da Aprendizagem Baseada em Problemas.

O jogo foi desenvolvido em laboratório de pesquisa de uma universidade pública. Ademais, é voltado para os alunos do curso de engenharia de produção e outros interessados. Além disso, a aplicação do mesmo poderá trazer benefícios para alunos novatos e em semestres avançados, pois trabalha um conceito muito importante para o desenvolvimento dos futuros profissionais dessa engenharia (BRAGA et al., 2017).

2. Fundamentação Teórica

Esta seção aborda os conceitos e breve discussão do ensino da engenharia e seus desafios, dos jogos sérios, do Lean Manufacturing, da Simulação e, por último, sobre Aprendizagem Baseada em Problemas.

2.1 O Ensino da Engenharia e desafios de ensino à Geração Z

Segundo Macedo e Sapunaru (2016), o ensino da engenharia – como área de aplicação de conhecimentos para a criação de estruturas, dispositivos e processos que atendam às necessidades humanas – deve estar ancorado pelos avanços tecnológicos e pelos desafios nos contextos sociais e econômicos. O ensino deve acompanhar este dinamismo e isto exige uma atualização constante das estruturas curriculares dos cursos.

As IES precisam oferecer cursos de engenharia que se encaixem no perfil de formação profissional que um setor empresarial requer. Entretanto, este desafio persiste sem grandes avanços (BORGES e ALMEIDA, 2013).

Aliado a este desafio, o ensino de engenharia deve lidar com a Geração Z. Este grupo nasceu durante a expansão da tecnologia e da internet e tem como características marcantes a falta de sociabilidade, a habilidade de serem multitarefas, a falta de foco, a dificuldade de se adaptar em hierarquias empresariais (BARREIRO e BOZUTTI, 2017), estilos de vida ligados às novas tecnologias e uso das redes sociais (KAPIL e ROY, 2014), desejam respostas rápidas, falta de pensamento crítico para poder avaliar a veracidade das fontes (CHUN et al., 2017; FUDIN, 2012) e preferência por recursos de vídeo em detrimento à leitura (ROTHMAN, 2014).

A Geração Z, mesmo com características diferentes de outras gerações, tem em mente perspectivas otimistas de mercado. Num estudo realizado por Half (2016), 32% de jovens da Geração Z se enxergam liderando pessoas em seu ambiente de trabalho em pelo menos 5 anos após sua graduação e 77% acreditam que, deverão trabalhar mais, em comparação à geração passada, para poder manter uma carreira satisfatória. Para Kapil e Roy (2014), eles liderarão grupos da geração antecessora quase imediatamente e destaca que os educadores devem usar estratégias para extrair o melhor do que esta geração pode oferecer.

2.2 Jogos Sérios

O cenário dinâmico e o comportamento da geração atual forçam as IES a adotarem novas políticas e metodologias eficazes que possam ajudar a solucionar

esta problemática. Assim, algumas das metodologias usadas nos últimos anos se utilizam de recursos como jogos sérios (RIIS, 1995). Este método de ensino tem apresentado resultados positivos (ALDEMIR, CELIK e KAPLAN, 2018; BARATA et al., 2017; LANDERS e LANDERS, 2014; MÜLLER, REISE e SELIGER, 2015; ROCHA SEIXAS, GOMES e MELO FILHO, 2016; SANCHEZ, LANGER e KAUR, 2020).

Para Teixeira e Teixeira (1998), os jogos de empresas têm grande relevância para treinamento e desenvolvimento de habilidades e potencialidades do indivíduo, pois aprimoram seu conhecimento, trabalha a autodisciplina, a cooperação e a socialização. Visto que, indivíduos têm a chance de vivenciar situações problemáticas e realizar análises das decisões que tomam durante o jogo, o jogo internaliza o aprendizado de forma duradoura (FERREIRA, 2000).

Entretanto, o educador deve ter em mente que os jogos de empresa também apresentam limitações. Para Martinelli (1987 apud FERREIRA, 2000), os jogos não podem simplesmente substituir o método tradicional de ensino, mas devem ser acompanhados de outras abordagens validadas, como seminários, estudos de casos, aulas expositivas etc.

2.3 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão também conhecida como modelo de Manufatura Enxuta ou Sistema Toyota de Produção. Segundo Shingo (1996), este sistema consiste na identificação e na eliminação das perdas e na redução dos custos nos processos de produção de uma empresa. Para Godinho Filho e Fernandes (2004), este sistema de gestão resulta em uma maior produção com o menor esforço possível.

Para que ocorra isto, segundo de Bhasin e Burcher (2006), o *Lean Manufacturing* foca na eliminação de qualquer fonte de desperdício com o intuito de reduzir ao máximo o tempo entre o momento do pedido feito pelo cliente até a sua entrega (*lead time*). Dentro da abordagem do Lean, compreende-se o uso de diversas práticas de gestão, como o conceito *just-in-time*, sistemas de qualidade, equipes de trabalho, manufatura em célula, gerenciamento de fornecedores entre outras.

Albertin e Pontes (2016) definem desperdício como qualquer atividade que consome recursos da organização, mas não cria valor para o cliente final. Campos (2004), o define como qualquer recurso gasto na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário. E Ohno (1997) classifica os desperdícios em 7 tipos, que são: superprodução, estoque, transporte, movimentação, defeitos, processos desnecessários e espera.

O *Lean Manufacturing* conta com um leque de opções de princípios, ferramentas e metodologias. Entretanto, o *Just-In-Time (JIT)* e o Fluxo Contínuo foram os princípios mais relevantes para um maior entendimento sobre os conceitos desenvolvidos na proposta de jogo deste trabalho.

O JIT está relacionado com a alocação de recursos visando aproveitá-los da melhor forma e com menor índice de desperdício possível. Ele estimula a simplificação da produção e ajuda na identificação de desperdícios e ineficiências ao longo de um processo (Bruun e Mefford, 2004). Slack, Chambers e Johnston (2009) definem o JIT como a movimentação rápida e coordenada de componentes ao longo do sistema de produção e rede de suprimentos para atender à demanda do consumidor.

Para Erba et al.(2013), o JIT é um dos principais pilares da filosofia de produção enxuta. Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que o JIT é mais que apenas uma filosofia gerencial, funcionando como uma metodologia para planejamento e controle de operações. Martins e Laugen (2005) complementam que o *just-in-time* não se preocupa só em eliminar desperdícios, mas também colocar o componente certo, no lugar certo e na hora certa, com um ritmo puxado pela necessidade de produção e totalmente ligada à demanda da empresa.

Enquanto o fluxo contínuo significa a realização das atividades necessárias para a produção de um produto ou prestação de um serviço sem interrupção, estoques em processamento e esperas, resultando assim em um atendimento aos clientes de forma mais eficiente e com menos perdas (Rother e Harris, 2002).

O estabelecimento de um fluxo contínuo que cesse as esperas presente no fluxo dos processos tem uma representação significativa de avanço, permitindo que cada peça percorra seu fluxo de fabricação sem interrupção, evitando esperas, formação de estoques intermediários e superprodução, reduzindo a movimentação e o transporte (Carreira e Sobrinho, 2012; Shingo, 1996).

2.4 Simulação e Aplicação no Ensino de Engenharia

Simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação (Pedgen, Shannon e Sadowski, 1990). Sakurada e Miyake (2003) definem a simulação como uma ferramenta de apoio a tomadas de decisão que utiliza modelos para reproduzir sistemas e resolver problemas cuja solução analítica se mostre inviável.

Para Banks (1998), a simulação permite a inferência de características de operações do sistema real em estudo. Ela surgiu como uma resposta à carência de métodos de solução de problemas de natureza estatística (GAVIRA, 2003) e é considerada a melhor técnica para estudar ou entender sistemas (Abdurahiman et al., 2000).

Zhou et al. (2009) sugerem o uso da simulação computacional para superar o problema da abstração dos currículos de cursos de Engenharia. Os currículos estão bastante relacionados com trabalhos e práticas que são vistos com baixa frequência em sala de aula, mas são amplamente usados na indústria; e atribuem à simulação como uma poderosa ferramenta para a educação.

Outros problemas ligados ao processo de formação em Engenharia podem ser listados, como a alienação dos estudantes no ciclo básico, a ausência de integração entre teoria e prática e a dificuldade em promover conhecimentos fora da área técnica e científica da estrutura curricular (RIBEIRO, 2008).

Ademais, Khalil (2013) ressalta a preferência de alunos por modelos de aula mais dinâmicos, visto a crescente interatividade dos jovens com o computador. Ele afirma que há um leque de possibilidades da simulação quando trabalhada no desenvolvimento e análises de cenários, além de retratar o uso da simulação na educação como de imensa utilidade, criando interatividade, dinamismo e maior compreensão dos conteúdos que são repassados em sala de aula.

O apelo da simulação como ferramenta de ensino também é notado por meio de pesquisas que puderam mensurar o impacto de diferentes mídias na retenção de conteúdo. Alunos tem a capacidade de reter aproximadamente 20% do que ouvem em sala de aula, 30% caso haja conteúdo visual relativo e quase 90% caso pratiquem por si mesmos o que está sendo explicado (HUANYIN et al., 2009).

A partir da análise da literatura, observa-se que uma das maneiras de tornar o aluno de engenharia mais ativo em seu processo de aprendizado é por meio do uso da simulação.

2.5 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma estratégia de aprendizagem centrada no aluno criada com o intuito de reunir pequenos grupos de alunos e colocá-los em papéis de profissionais, apresentando-os problemas desestruturados, confusos e mais próximos da realidade para que os discentes sejam guiados pelo processo de solução do problema, desenvolvendo

habilidades, atributos e conhecimentos específicos (Yusof *et al.*, 2005).

Para Tasir *et al.* (2005), ABP torna o aprendizado e estruturas curriculares mais interessantes aos discente, pois estimula-os a analisarem, individualmente ou em grupos, o problema que lhes é proposto de diversas perspectivas. A ABP confronta os discentes com problemas que têm uma estrutura confusa, para que assim não exista um caminho claro a se seguir e os força a analisarem o problema com raciocínios indutivos e dedutivos (Etherington, 2011).

A ABP, como uma metodologia ativa de aprendizagem, é uma alternativa para atender a atual demanda na preparação dos profissionais, baseando-se no conhecimento desenvolvido através de interações com o ambiente, resolução de problemas e atividades cooperativas (VIEIRA, 2015). A ABP qual faz com que os estudantes assumam a responsabilidade pelo seu próprio aprendizado, requerendo um alto envolvimento deles (Francese *et al.*, 2015).

Ribeiro (2008) cita como uma vantagem do uso da metodologia ABP a possibilidade de o aluno desenvolver certas habilidades e atitudes necessárias para profissionais de todas as áreas, como comunicação oral e escrita, trabalho em grupo e respeito por opiniões diversas de terceiros. Com a utilização da ABP há a possibilidade do discente refletir sobre o seu próprio processo de aprendizagem (Williams, Iglesias e Barak, 2008).

3. Métodos

Esta seção aborda os aspectos metodológicos desta pesquisa como as etapas, as técnicas utilizadas e o público-alvo.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas principais, como abordado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores

Na etapa revisão bibliográfica, foram realizadas pesquisas sobre a filosofia Lean Manufacturing, a fim de entender mais a fundo sua origem, abordagem, princípios, aplicações e importância no cenário atual. Para isto, consultou-se os livros e artigos relacionados ao tema, assim como jogos que tratassem o ensino da manufatura enxuta.

Quanto ao uso de jogos no ensino, procurou-se artigos de aplicações reais que contemplassem técnicas de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na área de engenharia. Além disso, foram estudados os benefícios, dificuldades e peculiaridades de cada aplicação.

Por fim, no tocante ao tema Simulação, deu-se preferência por artigos e outros textos relevantes publicados nas principais conferências internacionais como o Winter Simulation Conference, buscando por cases envolvendo o ensino através da simulação, além de novidades na área que pudessem ser utilizadas no desenvolvimento do jogo.

Na etapa seguinte, desenvolvimento do jogo, foram estudados diversos jogos envolvendo conceitos

da Engenharia de Produção já existentes no mercado. Optou-se pelo jogo de tabuleiro Manufatura, desenvolvido e comercializado pela empresa brasileira Games For Business e lançando em 2009. Este jogo foi utilizado como a base para a construção do jogo didático proposto para apoiar o ensino de conceitos de Lean Manufacturing.

O Manufatura simula o processo produtivo de uma fábrica fictícia que apresenta deficiências na capacidade de produção, problemas envolvendo a qualidade de seus produtos e condições precárias de funcionamento. A dinâmica ocorre com até quatro jogadores que, então, realizam o papel de presidentes de suas respectivas fábricas. Tendo como objetivo tornar o processo de produção mais fluído e vender seus produtos ao menor preço, o jogo aborda diversos temas encontrados no Lean Manufacturing e no curso de Engenharia de Produção, como a alocação de recursos, agregação de valor para o cliente, análise de custos e a eliminação de desperdícios de tempo, material e pessoas.

O jogo conta com fichas de planta de fábrica, fichas de controle financeiro, peças representativas de produtos, além de cartas-situações que contêm diversas circunstâncias aleatórias benéficas ou maléficas para o andamento da produção, trazendo maior dinamismo ao jogo. Vence o jogo quem ao final de todas as rodadas, possuir o maior lucro. Para isso, o jogador deverá elaborar estratégias que o possibilite produzir uma maior quantidade, mais rápido, com a melhor qualidade e com menor custo.

A escolha do jogo se deu pela preferência a um processo produtivo o qual fosse possível utilizar as ferramentas do Lean Manufacturing sem grande necessidade de conhecimentos prévios, além da dinâmica do jogo ter sido elogiada por alunos que já tiveram contato com o jogo de tabuleiro.

Com a escolha do Manufatura para a aplicação da APB foi definido o problema a ser resolvido pelos participantes do jogo: como tornar o processo de produção mais fluído e vender seus produtos ao menor preço a partir de conceitos do Lean Manufacturing?

A próxima fase foi a adaptação da dinâmica para o programa de simulação Flexsim. Uma versão beta do jogo virtual no Flexsim, produzida em 2017, havia sido testada em 2 ocasiões, obtendo-se resultados

satisfatórios, além de coleta de opiniões e sugestões que pudessem contribuir para melhorias feitas na versão final do jogo (BRAGA et al., 2017). Por já haver sido testado com êxito anteriormente em outras aplicações e o conhecimento prévio dos pesquisadores, o Flexsim foi escolhido como software de simulação. O foco durante a etapa de desenvolvimento foi para ajustes e melhorias para que o fluxo do jogo ocorresse no software.

Cabe ressaltar que o Jogo Manufatura não tem nenhuma relação com o Flexsim, os pesquisadores que optaram por inserir a lógica do jogo tabuleiro em um programa de simulação computacional.

A terceira etapa, aplicação do jogo, foi realizada no ano letivo de 2019. Participaram 17 discentes do curso de Engenharia de Produção, desde o 1º até o 9º semestre, em 3 ocasiões, com duração média de 1 hora e 30 minutos cada. Os discentes foram divididos em equipes, que no jogo representam as empresas. Optou-se por aplicar o jogo com quatro equipes simultaneamente e com até dois participantes cada uma. Cada discente teve uma única participação.

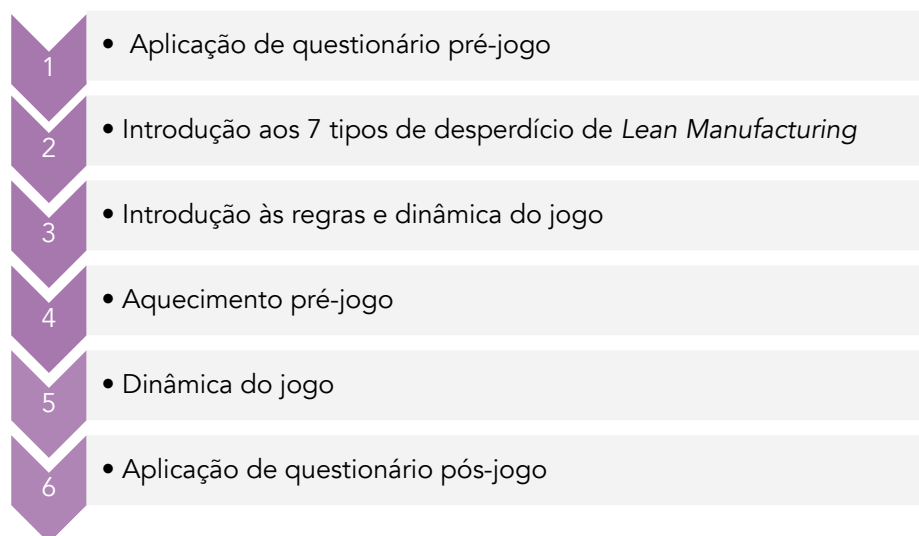
A distribuição é exibida na Tabela 1 e as fases de aplicação do jogo na Figura 2.

Tabela 1 - Divisão de equipes

Turma	Empresa	Quantidade de Alunos
#1	1	2
#1	2	2
#1	3	2
#1	4	1
#2	5	2
#2	6	1
#2	7	2
#2	8	1
#3	9	1
#3	10	1
#3	11	1
#3	12	1

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 1 - Fases da aplicação do jogo proposto



Fonte: Elaborado pelos autores

O questionário pré-jogo foi aplicado com todos os alunos para entender melhor seus conhecimentos sobre *Lean*, simulação e ABP, além de opiniões sobre o processo de aprendizagem em seus cursos de graduação (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

As perguntas do questionário pré-jogo, relacionadas ao nível de conhecimento dos alunos a diversos temas, são respondidas de acordo com uma

escala Nenhum-Alto, pois são perguntas introdutórias e objetivas para diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos sobre as áreas de atuação do jogo. No questionário pós-jogo foram realizadas perguntas/afirmações para que o estudante as responda de acordo com a escala Likert: Discordo totalmente; Discordo parcialmente; Indiferente; Concordo parcialmente e; Concordo totalmente.

Quadro 1 - Questionário pré-jogo

#	Pergunta/Afirmação
1	Meu nível de Conhecimento quanto ao Tema Simulação
2	Meu nível de Conhecimento quanto ao Tema Lean Manufacturing
3	Meu nível de Conhecimento quanto ao Tema Aprendizagem Baseada em Problema
4	O processo de aprendizagem no meu curso ocorre de maneira passiva
5	Durante meu período como aluno já tive muitas experiências em que fui protagonista do meu aprendizado
6	Acredito que o uso de recursos tecnológicos ajudaria no meu processo de aprendizagem
7	Acredito que o uso de jogos pode ser útil para o processo de aprendizagem em cadeiras do meu curso

Fonte: Elaborado pelos autores

Após isso, é feita uma rápida introdução sobre os 7 tipos de desperdício considerados pela filosofia *Lean*; depois é introduzido as regras do jogo. Após as regras, os jogadores participam de um aquecimento pré-jogo, participando de 2 rodadas-teste para entender melhor

a dinâmica do jogo. O jogo, em si, teve um total de 10 rodadas.

Ao encerrar o jogo, é feita uma nova coleta de dados a partir do questionário pós jogo (ver

Quadro 2), com perguntas/afirmações sobre o jogo, o software e um espaço livre para sugestões.

Quadro 2 - Questionário pós-jogo

#	Pergunta/Afirmação
1	O jogo contribuiu para o melhor entendimento da filosofia de gestão <i>Lean</i>
2	Como resultado desse jogo, meu interesse e curiosidade sobre <i>Lean</i> aumentaram
3	Como resultado desse jogo, meu interesse e curiosidade sobre o <i>software</i> Flexsim aumentaram
4	O jogo permite pôr em prática conceitos vistos no meu curso de graduação
5	Acredito que eu teria um melhor desempenho se a empresa estivesse apenas sobre meu comando
6	O jogo é fácil de ganhar
7	O jogo depende muito dos dados iniciais de matéria prima
8	O jogo possui rodadas suficientes
9	As melhorias disponíveis para compra são de grande ajuda para o sucesso no jogo
10	As instruções dadas via PowerPoint são suficientes para um entendimento inicial
11	Meu conhecimento prévio de assuntos do curso me ajudou durante o jogo
12	Durante as rodadas do jogo, percebi que tentei elaborar estratégias para o sucesso da empresa
13	Durante a aplicação do jogo, tomei decisões baseadas nos meus recursos
14	O jogo é dinâmico

Fonte: Elaborado pelos autores

A quarta etapa da pesquisa, avaliação dos resultados, consistiu na aplicação dos questionários com os alunos. Os dados foram inseridos em planilhas eletrônicas e tratados em tabelas e gráfico, dependendo do tipo da pergunta.

Assim, foi possível pontuar as opiniões dos alunos sobre diversos aspectos, tanto do jogo em si quanto dos temas abordados neste trabalho, permitindo a criação de hipóteses e insights que sustentem a proposta do jogo de ser de fato uma ferramenta de apoio ao ensino de *Lean* tendo como base os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas usando a Simulação.

4. Desenvolvimento e Aplicação do Jogo Proposto

Esta seção relata o desenvolvimento do jogo, suas características e os resultados obtidos por meio de questionários antes e após a aplicação do jogo.

4.1 Construção do Problema no software Flexsim

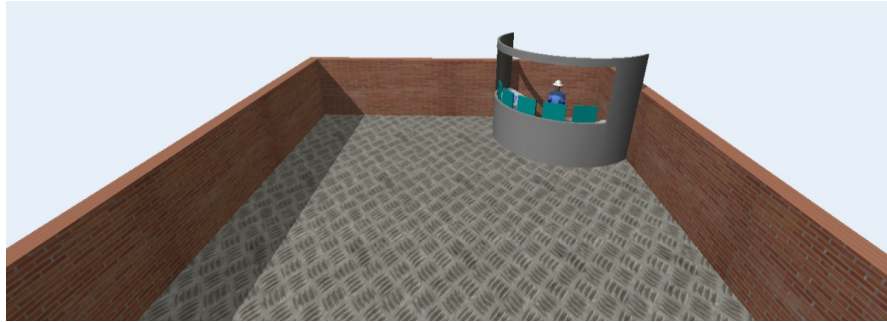
Na modelagem do jogo, focou-se primeiramente na construção do ambiente virtual do jogo. Visto que, originalmente, o jogo *Manufactura* utilizado como base não traz uma planta completa da fábrica que mostre a disposição dos objetos ou recursos, pôde-se trabalhar

livremente em um novo layout no software Flexsim. Deu-se preferência por um layout industrial, mas que ao mesmo tempo, fosse interessante o suficiente para os jogadores.

Criou-se o ambiente inicial (ver Figura 3). Em seguida, com o uso de objetos da biblioteca padrão do Flexsim, tais como Sources (entrada de entidades), Processors (processadores), Queues (estoques/filas) e Sinks (saída de entidades), os itens foram interligados entre si de acordo com o fluxo do processo produtivo planejado para o jogo (ver Figura 4).

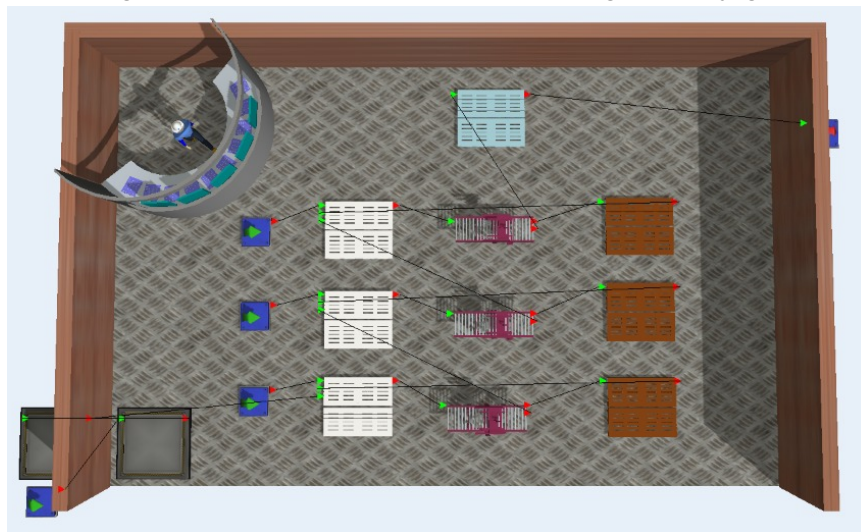
Ressalta-se que foi utilizada a linguagem de programação Flexscript, nativa do Flexsim. Isto possibilitou interligar diversas variáveis globais (ver Tabela 2), assim como elaborar restrições e comandos necessários para o andamento do jogo dentro do software.

Figura 2 - Ambiente físico da fábrica no jogo



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 – Ambiente e seus recursos interligados no jogo



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 - Exemplos de variáveis e suas descrições

Variável	Descrição
"preço1"	Preço atribuído ao produto produzido na rodada X
"vendido1"	Quantidade de produtos que serão vendidos na rodada X
"rodada"	Número da rodada (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
"lucrototal"	Lucro total do jogador após X rodadas

Fonte: Elaborado pelos autores

No jogo, variável "rodada" é automaticamente atualizada para que os dados financeiros sejam atribuídos corretamente para cada período do jogo, assim como as variáveis "preço1" e "vendido1".

Em seguida, com a utilização de tabelas globais do Flexsim, foi criada a ficha de acompanhamento

financeiro do jogo. Este recurso tem a finalidade de auxiliar os jogadores a controlarem o histórico de atividades financeiras, como receitas e gastos. A Figura 5 mostra o detalhamento do histórico financeiro de uma fábrica.

Figura 4 – Planilha de controle financeiro

	Estoque Final	Melhorias	Materia Prima	Retrabalho	Estoque	Outras	Custo Total	Vendidos	Preço	Receita	Lucro
Rodada 1	0.00	5.00	6.00	130.00	68.00	0.00	198.00	5.00	32.00	160.00	62.00
Rodada 2	20.00	10.00	24.00	97.00	95.00	0.00	212.00	7.00	24.00	378.00	166.00
Rodada 3	20.00	5.00	0.00	90.00	150.00	0.00	260.00	6.00	15.00	90.00	-170.00
Rodada 4	160.00	0.00	20.00	51.00	191.00	0.00	402.00	10.00	30.00	450.00	48.00
Rodada 5	60.00	10.00	12.00	17.00	240.00	0.00	317.00	5.00	52.00	335.00	18.00
Rodada 6	10.00	0.00	0.00	27.00	282.00	0.00	319.00	0.00	0.00	0.00	10.00
Rodada 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rodada 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rodada 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rodada 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total			62.00					33.00		1413.00	134.00

Fonte: Elaborado pelos autores

Os dados coletados - a partir das interações entre os jogadores e o jogo - foram utilizados para atualizar as variáveis, tais como Receita, Custo Total e Lucro. Adicionou-se ao jogo uma série de restrições, para evitar a ocorrência de *bugs* ou até mesmo trapagens. Assim, foram utilizadas fórmulas no *Flexscript*, ou

comandos, pré-estabelecidas para atualizar as variáveis que fazem parte do jogo. O Quadro 3 apresenta dois comandos utilizados no jogo. O Quadro 4 apresenta pseudocódigos utilizados para implementação das restrições.

Quadro 3 - Exemplos de comandos no jogo

Comando	Fórmula em Flexscript
Definir a receita após venda de produtos	settablenu("Custos e Receita", rodada, 12, (preco1*vendido1))
Definir lucro após o fim de uma rodada	settablenu("C&R", rodada, 13, (gettablenu("C&R", rodada, 12) - gettablenu("C&R", rodada, 9)))

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 4 - Exemplos de restrições e suas consequências

Condições	Ação do jogo
Se (Número de produtos a serem vendidos > Produtos disponíveis no Estoque Final) ou (Preço de venda < 0)	Mensagem ("Aviso", "Entre com outro valor válido!")
Se (Dinheiro disponível < Dinheiro necessário para compra de melhorias)	Mensagem ("Aviso", "Você não possui dinheiro suficiente para esta melhoria!")

Fonte: Elaborado pelos autores

Foram criados menus interativos e botões de ajuda, acionáveis a qualquer momento, contendo informações e resumos de cada etapa do jogo. Isto automatizou ações, facilitou a navegação, além de situar o jogador sobre dados importantes do processo produtivo, sem

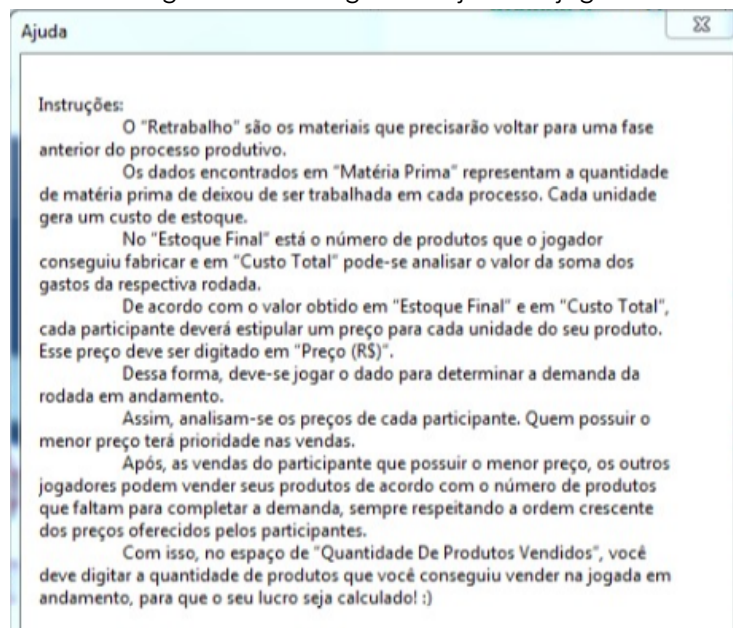
necessidade de conhecimento em programação no Flexsim. Alguns exemplos de menus interativos podem ser vistos na Figura 6; enquanto um exemplo de ajuda, na Figura 7.

Figura 5 – Menus interativos integrados ao jogo

The screenshot displays a game interface with two main panels. The left panel, titled 'Dados da Produção', contains input fields for 'Rodada nº' (1), 'Retrabalho' (1, 2, 3), 'Matéria Prima' (1, 2, 3), 'Estoque Final' (0.00), 'Custo Total (R\$)' (0), 'Custo Unitário: Preço (R\$)' (0), and 'Quantidade de Produtos Vendidos' (0). It also shows a 'Lucro' field with 0.00 and a stack of coins icon. The right panel, titled 'Melhorias', includes a 'Processo 1' section with a target icon, a 'Processo 2' section with a target icon, a 'Processo 3' section with a target icon, and an 'Evento' section with a warning icon and a play button. A 'Melhorias' input field shows 0 (unidades).

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 6 – Mensagem de ajuda do jogo

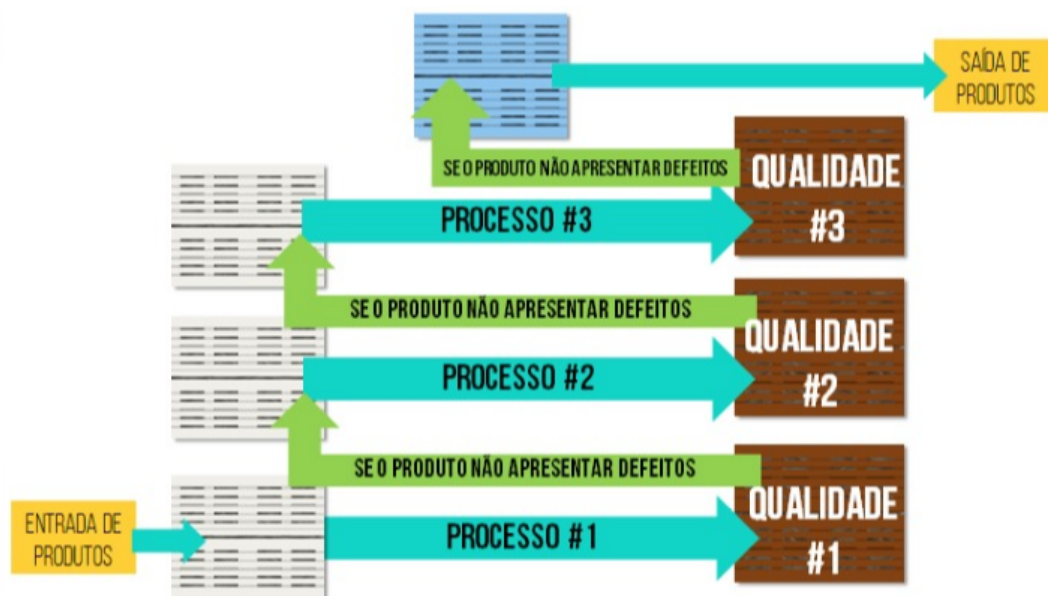


Fonte: Elaborado pelos autores

Quanto aos processos que ocorrem dentro da fábrica, estes podem ser divididos em algumas etapas principais que incluem: Recebimento de matéria-prima (processo #1), Processamento (processo #2) e Venda de

Produtos (processo #3). A Figura 8 mostra, resumidamente, o caminho realizado pelo insumo até ser tornar o produto acabado.

Figura 7 - Fluxo lúdico do processo realizado na fábrica



Fonte: Elaborado pelos autores

Inicialmente, a fábrica recebe quantidades indeterminadas de matéria prima pelo seu fornecedor que serão divididas entre os estoques iniciais de seus 3 processos existentes. Este processo é feito por meio de

um sorteio realizado em um simples programa externo, contando com códigos básicos da linguagem *Pascal* conforme Figura 8.

Figura 8 – Sorteio de matéria prima

```
Bem vindo ao Manufactura?
0. Sair
1. Sorteio de materia prima
2. Sorteio de demanda
3. Sorteio de eventos
```

Fonte: Elaborado pelos autores

Logo após o recebimento, inicia-se, então, a primeira rodada. Os insumos passarão por processadores instalados na fábrica, que possuem uma confiança duvidosa, além de estarem operando com capacidade reduzida. Logo depois, os produtos são avaliados pela equipe de qualidade. Por padrão, há apenas cerca de 30% de chance de o produto ser aprovado nesta etapa. Caso aprovados, os produtos seguem para a fila da próxima etapa de processamento.

O insumo segue esta lógica até se tornar o produto acabado e ser transportado para o Estoque Final. Chegando lá, ao fim da rodada, este poderá ser vendido diretamente da fábrica para seus clientes, ao preço estabelecido pelo próprio presidente.

4.1.2 A Competição

Com todas as etapas anteriores realizadas é possível entrar no processo de definição da dinâmica do

jogo: como este será jogado pelos usuários e a competição que o envolverá.

O primeiro ponto a ser ressaltado é o aspecto de competição ser adicionado à dinâmica, a fim de prender melhor a atenção dos alunos: um jogo individual (one-player) não necessita que o jogador esteja atento a tantos fatores. Assim, foi decidido que apesar dos jogadores estarem jogando através de diferentes computadores, eles ainda estarão competindo diretamente entre si, tentando gerar lucro em cima de uma mesma demanda.

Ainda que a competição neste jogo sirva para estimular o aprendizado, admite-se que o trabalho em grupo também pode estar presente. Entretanto, há dificuldades em criar uma experiência de aprendizagem

colaborativa e competitiva equilibrada (ALDEMIR, CELIK e KAPLAN, 2018).

Tendo em mente que um dos objetivos dentro do jogo é oferecer produtos ao menor preço, a precificação se torna um processo extremamente importante e interessante de se acompanhar. Esta é feita com auxílio da planilha de controle financeiro previamente mencionada. Ao fim de cada rodada, com apenas um clique, o usuário já pode atualizar os dados financeiros e conferir os custos formados durante o período.

O custo total de produção durante a rodada é uma somatória de diversos fatores: custo de estoque, custo de compra de matéria prima adicional, custo de retrabalho e outros custos diversos. Estes custos são detalhados no Quadro 5.

Quadro 5 - Custos relacionados a produção dentro do jogo

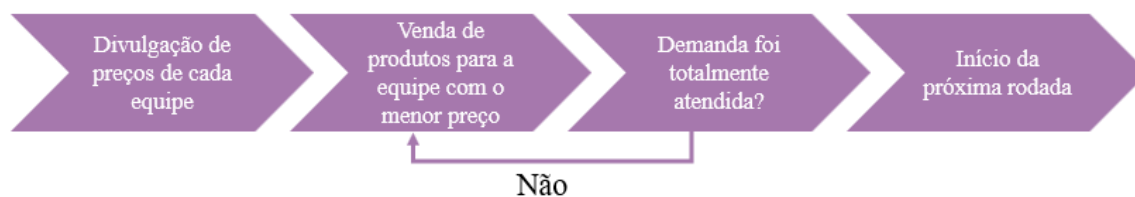
Tipo de Custo	Motivo
Custo de estoque	Produtos em processo que não conseguiram chegar ao estoque final ou não foram vendidos e devem ser estocados até a próxima rodada
Custo de compra de matéria prima	O jogador realiza compras de novos insumos para garantir que não haja falta de matéria prima para a produção
Custo de retrabalho	Produtos rejeitados durante o processo de qualidade e deverão ser retrabalhados na próxima rodada.
Custos diversos	Custos atrelados a acontecimentos aleatórios fora do controle do jogador.

Fonte: Elaborado pelos autores

Tendo disponíveis os dados de custos, os jogadores podem então trabalhar em estratégias. Sabendo que produtos de menor preço terão prioridade no mercado, há dois caminhos claros a se seguir: vender seu produto a um maior preço, a fim de alcançar margens maiores de lucro ou tentar disputar mais acirradamente o espaço no mercado com preços menores que os concorrentes. Nesse aspecto, os jogadores precisam ter em mente que, dentro do jogo, a prática de dumping (venda de produtos a preços extremamente baixos e/ou menores que o custo de produção unitário) é proibida e sujeita a multa caso seja feita de maneira recorrente.

Quanto a dinâmica de venda, esta ocorre da seguinte maneira: já tendo conhecimento da demanda de produtos da rodada, as equipes, uma por vez, divulgam em voz alta para o grupo o seu preço de venda. A equipe que divulgar o menor preço de venda leva vantagem e assim pode vender a quantidade de produtos que tiver disponível em estoque final pelo preço divulgado, passando a vez para a equipe com o segundo menor preço e assim por diante. Este processo se repete até que a demanda da rodada seja completamente atendida, como visto na Figura 10. Para que dinâmica seja justa e todos tenham a chance de serem beneficiados por serem os últimos a divulgarem seus preços, é feito um rodízio entre os jogadores.

Figura 9 - Processo de Venda



Fonte: Elaborado pelos autores

4.1.3 As Melhorias

Sendo uma das partes mais importantes do jogo, a seção de melhorias é onde os alunos podem ter um

maior contato com a filosofia de gestão Lean, uma vez que as melhorias disponíveis estão ligadas aos conceitos de eliminação de desperdício (ver Quadro 6).

Quadro 6 - Descrição das melhorias disponíveis no jogo

Melhoria	Descrição
Qualidade do Processo	O processo envolvido é melhorado, liberando produtos com uma qualidade superior, aumentando em cerca de 30% a chance deste ser aprovado na análise de qualidade e, assim, diminuindo custos por retrabalho
Capacidade do Processo	O processador envolvido tem a capacidade de produção aumentada em +3 produtos por operação

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

4.1.4 Resultados do Questionário Pré-Jogo

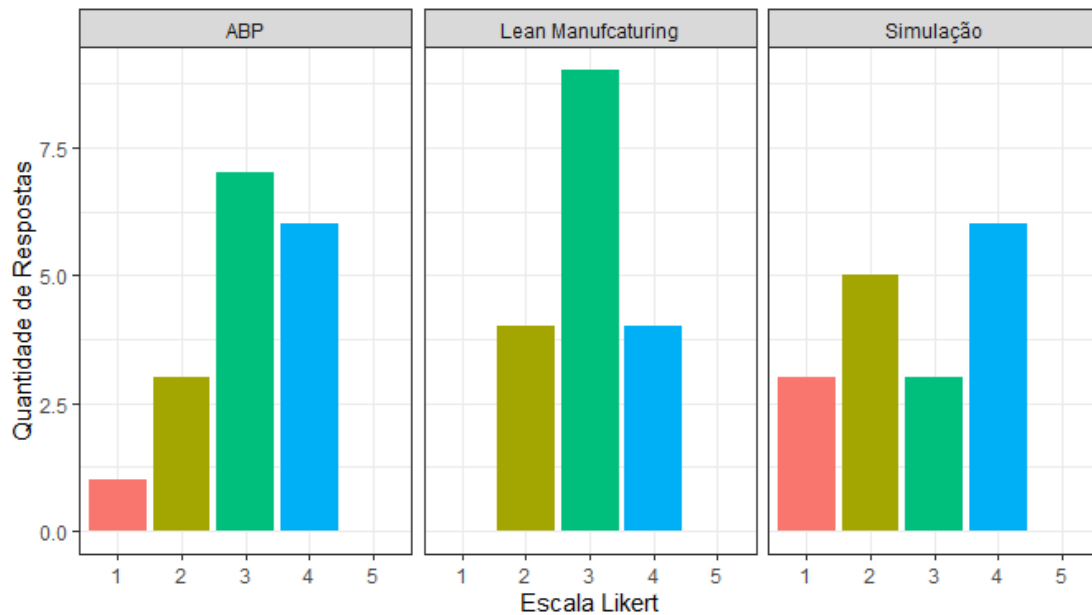
Após feitas as aplicações do jogo proposto, foi possível analisar por meios dos questionários passados a percepção dos alunos quanto aos principais temas os quais foram abordados neste trabalho, além de opiniões quanto ao jogo que possam acrescentar a um futuro desenvolvimento, e principalmente sua validação como ferramenta de apoio a ensino.

Primeiramente, foram propostas diversas afirmações quanto ao conhecimento das três áreas abordadas e estudadas para a criação do jogo: Simulação, Gestão de Lean e ABP. Os estudantes foram perguntados sobre seu nível de conhecimento em cada uma destas em uma escala de 1 a 5, sendo 1 considerado "nenhum tipo de conhecimento" e 5 "conhecimento alto".

Quando perguntados acerca do seu conhecimento ao tema Simulação, mais da metade das respostas dos participantes (64,70%) se declaram conhecimento mediano ou inferior. Muitos declaram ainda que não tem um conhecimento aprofundado quanto ao assunto e alguns puderam afirmar que não tiveram contato direto com esta área durante o curso. Estes conceitos são tratados de forma conceitual no início do curso e aprofundados na fase final do curso.

Quando questionados acerca do conhecimento sobre a filosofia de gestão Lean, mais da metade dos participantes afirmaram ter um conhecimento apenas mediano (52,9%). E quanto à Aprendizagem Baseada em Problemas, 76,47% dos estudantes afirmaram ter conhecimentos médio ou médio-alto em relação ao tema. A Figura 11 apresenta o quantitativo das respostas dos discentes agrupados na escala Likert.

Figura 10 - Respostas sobre o nível de conhecimento sobre Simulação, Lean Manufacturing e APB



Fonte: Elaborado pelos autores

4.1.5 Resultados do Questionário Pós-Jogo

Após o jogo foram coletadas as opiniões em relação a experiência obtida. Observou-se que mais de 90% dos alunos concordaram que o jogo contribuiu positivamente para melhorar a compreensão dos conceitos da filosofia de gestão Lean Manufacturing.

Quanto ao interesse nas temáticas, verificou-se que 88,2% dos participantes concordaram, parcialmente ou totalmente, que o jogo aumentou o interesse sobre aspectos da cultura de manufatura enxuta. E que, para 76,4% dos participantes, seu interesse sobre o software de Simulação Flexsim aumentou.

Para 88,3% dos participantes, o jogo contemplava conceitos que são vistos dentro do seu curso de graduação, tendo a possibilidade de visualizarem, dentro de um ambiente computacional, parte do conteúdo teórico repassado em sala de aula.

Outros resultados relevantes:

- Para 52,9%, há forte dependência do jogador em relação a matéria prima inicial;
- O jogo é dinâmico (94,1%), é difícil de ser ganho (82,4%) e que possui um número de rodadas suficientes (88,2%);
- As melhorias disponíveis para compra ofereceram certa ou grande ajuda para um sucesso financeiro

no jogo para 58,8%, enquanto 35,3% se mostraram indiferentes quanto ao uso de melhorias;

- Para 88,2%, as informações e instruções passadas por meio de slides são suficientes para o entendimento básico;
- A relevância do conteúdo teórico adquirido no curso quando aplicado dentro do jogo foi considerado indiferente para 47,1% dos estudantes;
- Mais de 70% concordam totalmente, enquanto os demais concordam parcialmente, que tiveram a chance de elaborar estratégias que pudessem impulsionar seu desempenho frente aos concorrentes;
- Mais de 75% concordam totalmente, enquanto os demais concordam parcialmente, que tomaram decisões para sua empresa baseadas nos recursos que possuíam.

Na Tabela 3, é possível observar um resumo das avaliações dos jogadores quanto aos diferentes tópicos abordados durante a aplicação do questionário. A pontuação máxima foi de 85 pontos e se refere a melhor nota obtida das respostas dadas; a pontuação atingida é a média das notas obtidas e o desempenho é a relação entre a pontuação atingida e a pontuação máxima na forma de percentual.

Tabela 3 – Resumo das avaliações

Tópico	Critério	Pontuação Atingida	Desempenho
ABP	Auxílio no processo de aprendizagem	81	95,29%
	Elaboração de estratégias	80	94,12%
Flexsim	Interesse adquirido	73	85,55%
Simulação	Uso de recursos tecnológicos no processo de aprendizagem	82	96,47%
Lean	Conhecimento adquirido	77	90,59%
	Interesse adquirido	73	85,55%
	Decisões baseadas em recursos	81	95,29%

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que o critério mais bem avaliado foi o uso de recursos tecnológicos no processo de aprendizagem, com 96% de aprovação dos discentes participantes. Enquanto os critérios de menor pontuação foram os interesses adquiridos pelo software Flexsim e pela filosofia de gestão Lean. De maneira geral, todos os critérios utilizados foram bem avaliados, obtendo desempenho acima de 80%, podendo-se considerar que foram obtidos bons resultados em relação aos 3 pontos principais abordados na dinâmica do jogo.

5. Conclusões

O presente trabalho, diante da necessidade de novas metodologias que auxiliem o processo tradicional ensino-aprendizagem no Brasil, propôs o desenvolvimento e aplicação de um jogo que interligasse importantes temas dentro do curso de Engenharia de Produção. Para que este objetivo fosse alcançado, utilizou-se conceitos alinhados de Simulação Computacional e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) a fim de criar um instrumento de apoio ao ensino da filosofia de gestão Lean Manufacturing.

Com a colaboração de alunos de uma Instituição de Ensino Superior (IES) como jogadores, realizaram-se experimentos que interligaram diferentes metodologias de ensino de maneira eficaz. Desenvolveu-se um jogo interativo que trouxe a aplicabilidade, de forma virtual, dos conceitos de Lean Manufacturing.

Para a elaboração do jogo, partiu-se de um problema criado que já havia sido elogiado e testado. Prezou-se por manter a dinâmica convidativa e interessante para o aluno. Assim, utilizou-se o Flexsim como plataforma para o desenvolvimento, modelagem e simulação do jogo.

O Flexsim atendeu bem a tarefa devido, principalmente, a facilidade envolvida em sua linguagem de programação. Outro fator foi a aplicação do cenário 3D, que se mostrou um diferencial para o jogo. Este recurso colaborou para que o entendimento do processo produtivo ocorresse de maneira mais simplificada, uma vez que os alunos tiveram a oportunidade de visualizá-lo, relacionando-o com o conteúdo teórico de sala de aula.

Após análise, concluiu-se que há um perfil de discentes com pouco conhecimento em ferramentas de Simulação, sem conhecer bem a filosofia Lean Manufacturing e que percebe que a aprendizagem nos cursos ocorre de forma passiva, embora se sintam protagonistas no aprendizado. De forma complementar, eles compreendem que uso de tecnologia ajuda no processo de aprendizagem, inclusive com uso de jogos.

Para este perfil, o jogo de simulação aliado a ABP é uma ferramenta eficaz na aprendizagem, no caso a filosofia Lean, e no estímulo a curiosidade do Flexsim e do método de ensino ABP. Isto denota uma oportunidade de explorar melhor a área de Simulação dentro do curso de Engenharia de Produção e de gerar talentos de destaque, uma vez que a IES em questão é uma das únicas a trabalhar internamente com a licença paga deste software em território nacional.

Referências

ABDURAHIMAN, V. et al. An Intelligent Simulation Modelling Environment. XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais...Rio de Janeiro: ABEPRO, 2000.

ABEPRO. Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/ref_curriculares_abepro.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. Administração da produção e operações. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2016.

ALDEMIR, T.; CELIK, B.; KAPLAN, G. A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, v. 78, p. 235–254, jan. 2018.

BANKS, J. Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications and practice. New York: John Wiley & Sons, 1998.

BARATA, G. et al. Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior*, v. 71, p. 550–585, jun. 2017.

BARREIRO, S. C.; BOZUTTI, D. F. Challenges and Difficulties to Teaching Engineering to Generation Z: A Case Research. *Journal of Educational Psychology - Propósitos y Representaciones*, v. 5, n. 2, p. 127, 2017.

BASS, R. The problem of learning in higher education. *Educause Review*, v. 47, n. 2, p. 23–33, 2012.

BHASIN, S.; BURCHER, P. Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 1, p. 56–72, jan. 2006.

BORGES, M.; ALMEIDA, N. Perspectivas para engenharia nacional, desafios e oportunidades. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 32, n. 3, 2013.

BRAGA, L. DE A. et al. Desenvolvimento de um jogo educacional sobre Lean Manufacturing em um software de simulaçãoXXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais...Joinville: ABEPRO, 2017

BRUUN, P.; MEFFORD, R. N. Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, v. 89, n. 3, p. 247–260, jun. 2004.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

CARREIRA, M. L.; SOBRINHO, P. B. Aplicação de ferramentas da produção enxuta na logística interna.

Revista de Ciências Gerenciais, v. 16, n. 24, p. 51–75, 2012.

CASALE, A.; KURI, N. P.; SILVA, A. N. R. DA. Mapas cognitivos na avaliação da Aprendizagem Baseada em Problemas. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 24, n. 2, p. 243–263, 2011.

CHUN, C. et al. Teaching Generation Z at the University of Hawai'iThe IAFOR International Conference on Education. Anais...Honolulu: The International Academic Forum, 2017

ERBA, E.; LEME, J.; ARRABAL, V. Implementação do sistema de entrega just in time em uma metalúrgica fornecedora de autopeças. [s.l.] Faculdade FGP, 2013.

ETHERINGTON, M. B. Investigative Primary Science: A Problem-based Learning Approach. *Australian Journal of Teacher Education*, v. 36, n. 9, 1 set. 2011.

FERREIRA, J. A. Jogos de empresas: modelo para aplicação prática no ensino de custos e administração do capital de giro em pequenas e médias empresas industriais. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

FRANCESE, R. et al. Using Project-Based-Learning in a mobile application development course—An experience report. *Journal of Visual Languages & Computing*, v. 31, p. 196–205, dez. 2015.

FUDIN, S. Gen Z & What does it mean in your classroom? Disponível em: <<https://rossieronline.usc.edu/gen-z-what-does-it-mean-in-your-classroom>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

GAVIRA, M. O. Simulação Computacional como uma ferramenta de Aquisição de conhecimento. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2003.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, v. 11, n. 1, p. 1–19, abr. 2004.

HALF, R. Get Ready for Generation Z. Disponível em: <<https://www.roberthalf.com/research-and-insights/workplace-research/the-secrets-to-hiring-and-managing-gen-z>>. Acesso em: 21 maio. 2019.

KAPIL, Y.; ROY, A. A Critical Evaluation of Generation Z at Workplaces. . International Journal of Social Relevance & Concern, v. 2, n. 1, p. 10–14, 2014.

KHALIL, R. F. O Uso da Tecnologia de Simulação na Prática Docente do Ensino Superior. [s.l.] Universidade Católica de Santos, 2013.

KINCAID, J. P.; WESTERLUND, K. K. Simulationa in Education and Training (M. D. Rossetti et al., Eds.)Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. Anais...Flórida: 2009

LANDERS, R. N.; LANDERS, A. K. An Empirical Test of the Theory of Gamified Learning. Simulation & Gaming, v. 45, n. 6, p. 769–785, 26 dez. 2014.

MACEDO, L.; SAPUNARU, R. Uma breve história da engenharia e seu ensino no brasil e no mundo: Foco Minas Gerais. Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, v. 10, n. 1, p. 39–52, 2016.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MÜLLER, B. C.; REISE, C.; SELIGER, G. Gamification in Factory Management Education – A Case Study with Lego Mindstorms. Procedia CIRP, v. 26, p. 121–126, 2015.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, F. P. S. DE et al. Aplicação da simulação empresarial no ensino da graduação. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 2, p. 43–49, 2007.

PEDGEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. Introduction to Simulating Using SIMAN. New York: McGrallHill, 1990.

PÓVOA, J. M.; BENTO, P. E. G. O Engenheiro, sua formação e o mundo do trabalhoXXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Anais...Campina Grande: ABENGGE, 2005

RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Educação em Engenharia. Revista de Ensino de Engenharia, v. 27, p. 23–32, 2008.

RIIS, J. O. Simulation Games and Learning in Production Management. London: Chapman & Hall, 1995.

ROCHA SEIXAS, L.; GOMES, A. S.; MELO FILHO, I. J. DE. Effectiveness of gamification in the engagement of students. Computers in Human Behavior, v. 58, p. 48–63, maio 2016.

ROTHER, M.; HARRIS, R. Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHMAN, D. A Tsunami of Learners Called Generation Z. Disponível em: <https://mdle.net/Journal/A_Tsunami_of_Learners_Call ed_Generation_Z.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. Estudo comparativo de softwares de simulação de eventos discretos aplicados na modelagem de um exemplo de Loja de ServiçosXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais...Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003

SANCHEZ, D. R.; LANGER, M.; KAUR, R. Gamification in the classroom: Examining the impact of gamified quizzes on student learning. Computers & Education, v. 144, p. 103666, jan. 2020.

SHINGO, S. O sistema toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TASIR, Z. et al. Effective Strategies for Integrating E-learning in Problem-based Learning for Engineering and Technical Education2005 Regional Conference on Engineering Education. Anais...Johor: 2005

TEIXEIRA, R.; TEIXEIRA, I. Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produçãoXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais...Niterói: ABEPRO, 1998

WANG, Y. et al. Institute–industry interoperation model: an industry-oriented engineering education strategy in China. Asia Pacific Education Review, v. 12, n. 4, p. 665–674, 16 dez. 2011.

WILLIAMS, P. J.; IGLESIAS, J.; BARAK, M. Problem based learning: application to technology education in three countries. *International Journal of Technology and Design Education*, v. 18, n. 4, p. 319–335, 20 out. 2008.

YUSOF, K. et al. Promoting Problem-based Learning in Engineering Courses at Universiti Teknologi Malaysia 4th UNESCO Asia-Pacific Forum on Engineering and Technology Education. *Anais...Bangkok: Monash*, 2005

ZHOU HUANYIN et al. Computer simulation for undergraduate engineering education 2009 4th International Conference on Computer Science Education. *Anais...2009*

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 45-53

Shirley Maria de Araújo Passos

Universidade do Estado do Amazonas

smpassos@uea.edu.br

Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett

Universidade do Estado do Amazonas

jac.sachett@gmail.com

Waldeyde Magalhães dos Santos

Universidade do Estado do Amazonas

wmagalhaes@uea.edu.br

Isabela Cristina de Miranda Gonçalves

Universidade do Estado do Amazonas

igoncalves@uea.edu.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: junho de 2020

Aprovado em: março de 2021

Ensaio sobre o uso do ambiente virtual de aprendizagem nos cursos de graduação da saúde

Essay on the use of the virtual learning environment in undergraduate health courses

Resumo

Diante da necessidade de esclarecer se o Ambiente Virtual de Aprendizagem agrega ao processo ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde, esta pesquisa tem como objetivo analisar a percepção dos docentes e discentes quanto ao seu uso. O *corpus* de análise é constituído a partir de dados primários coletados por meio de questionário estruturado e autopreenchível aplicado à acadêmicos matriculados nos cursos de odontologia, medicina e enfermagem, e analisados no software Epiinfo. Ao todo, 386 indivíduos concordaram em participar da pesquisa, destes, 301 (78%) eram discentes e 85 (22%) docentes. Como resultados, o AVA apresenta boa percepção enquanto ferramenta facilitadora no processo ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde.

Palavras-chave: Educação a Distância. Tecnologia Educacional. Docentes. Estudantes de Ciências da Saúde. Capacitação de Recursos Humanos em Saúde.

Abstract

In view of the need to clarify whether the Virtual Learning Environment adds to the teaching-learning process of university students in the health field, this research aims to analyze the perception of teachers and students regarding its use. The analysis corpus consists of primary data collected through a structured and self-administered questionnaire applied to students enrolled in dentistry, medicine and nursing courses, and analyzed using the Epiinfo software. In all, 386 individuals agreed to participate in the research, of which 301 (78%) were students and 85 (22%) teachers. As a result, VLE has a good perception as a facilitating tool in the teaching-learning process of university students in the health field.

Keywords: Education, Distance. Educational Technology. Faculty. Students, Health Occupations. Health Human Resource Training

1. Introdução

Nas Instituições de Ensino Superior (IES) a contribuição dos avanços tecnológicos se torna uma realidade crescente no processo de formação nas mais diversas áreas de estudo, como observa-se, em maior destaque, com o uso da educação à distância (EaD). Para que tal uso faça sentido dentro de uma IES, deve-se considerar as estratégias metodológicas, as quais devem ser pensadas em prol das necessidades do seu público focal (ROMANOWSKI et al., 2019).

O Ministério da Educação brasileiro ao regulamentar a oferta de disciplinas na modalidade à distância pelas IES, mesmo em cursos presenciais, estimula o uso de tecnologias no âmbito educacional. Porém, existem ressalvas entre uma modalidade de ensino totalmente EaD e as de modalidade presencial com disciplinas no contexto virtual, conforme destaca a portaria ministerial (BRASIL, 2016).

O uso da internet para promover a acessibilidade e o gerenciamento do sistema de ensino-aprendizagem não tem a pretensão de substituir a universidade, tampouco, a figura do professor, os quais continuarão como promotores do conhecimento. A inserção de tecnologias na prática pedagógica reflete as mudanças na concepção do processo ensino-aprendizagem, em que o foco assume uma centralidade na aprendizagem de professores e alunos (ROMANOWSKI et al., 2019).

Entre as ferramentas que associam a conexão entre estudantes, professores e o mundo virtual do ensino, pode-se citar o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Essa ferramenta utiliza a internet para promover a acessibilidade do professor e do aluno ao processo ensino-aprendizagem, ultrapassando o espaço da sala de aula tradicional, promovendo discussões pedagógicas utilizando canais de interação web (LOPES; SOARES; ALMEIDA, 2019).

O AVA permite a criação de cursos, disciplinas e avaliações, além do gerenciamento de todo o processo pedagógico, possibilitando a acessibilidade de metodologias de ensino ativas e inovadoras (LOPES; SOARES; ALMEIDA, 2019). Além do AVA, a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), inspirada na experiência da Universidade de São Paulo, adota o Programa Pró-Inovação no Ensino Prático de Graduação (Pró-Inovalab), que congrega uma plataforma educacional baseada na internet a partir de uma rede de recursos eletrônicos e de comunicação. O Pró-Inovalab se propõe a criar novos formatos de materiais digitais educacionais para a graduação, pós-graduação e pesquisa acadêmica apoiado em três pontos principais: o Ambiente Virtual de Aprendizagem

(AVA), o Centro de Produção Digital (CPDig) e a Gestão Pedagógica e de Recursos Acadêmicos (FAPEAM, 2014).

Este trabalho justifica-se pela necessidade de esclarecer se o AVA atinge o seu objetivo dentro do processo ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde e quais seriam os desafios (caso hajam) que precisariam ser superados para uma formação holística. A fim de que pudéssemos chegar a uma conclusão para tal questionamento, essa pesquisa se propôs a analisar a percepção dos docentes e discentes quanto ao uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem da Universidade do Estado do Amazonas na Escola Superior de Ciências da Saúde, identificando seus recursos, ferramentas, características e funcionalidades.

2. O uso do AVA como estratégia de ensino-aprendizagem e produção do conhecimento nos cursos de graduação presencial

É notória a modificação realizada pelas Instituições de Ensino Superior (IES), implantando modelos semipresenciais, nos seus planejamentos pedagógicos, a fim de modernizar o processo ensino-aprendizagem. Quanto à regulamentação brasileira, até o ano de 2001, a legislação referente à EaD não normatizava o uso de atividades híbridas nos cursos presenciais das IES. As atividades foram regulamentadas por meio da portaria do Ministério da Educação (MEC) nº 2.253 de 18 de outubro de 2001. Em 2004, a publicação da Portaria MEC nº 4.059, de 10 de dezembro de 2004, revogou a portaria nº 2.253/2001, autorizando as IES a incluírem, na organização pedagógica e curricular de cursos em nível superior reconhecidos, até 20% da carga horária total do curso, o ensino semipresencial (BRASIL, 2001, 2004). Contudo, a PORTARIA MEC Nº 2.117, de 06 de dezembro de 2019, elevou para o limite de 40% da carga horária total do curso, exceto para o curso de medicina, a introdução da semipresencialidade na organização pedagógica e curricular dos cursos de graduação presenciais (BRASIL, 2019).

A semipresencialidade permite a flexibilização tanto nos cursos como nas disciplinas, ao passo que possam ser planejadas e ofertadas tanto na forma presencial quanto à distância. A convergência entre as duas modalidades é chamada de ensino híbrido, e tem proporcionado vantagens e desvantagens às instituições de ensino superior (SILVA; MACIEL; ALONSO, 2017).

Observa-se uma tendência de união entre dois ambientes de aprendizagem que historicamente se desenvolveram de maneira separada, a sala de aula tradicional e o ambiente virtual de aprendizagem e,

atualmente, vêm se descobrindo mutuamente complementares (TORI, 2009). O objetivo do aprendizado híbrido é que esses dois momentos sejam complementares e promovam uma educação mais eficiente, interessante e personalizada (MORAN, 2015).

A utilização de ferramentas virtuais no ensino presencial pode desenvolver uma maior autonomia dos discentes no desenvolvimento de sua profissão. Um estudo indicou que o ensino auxiliado com a web, incorporado ao currículo médico veterinário, foi realizado com êxito e concluiu que se deve incorporar o paradigma no ensino-aprendizagem, em que o professor passa de transmissor de informações para facilitador do aprendizado, o aluno de absorvedor passivo de informações para responsável pelo aprendizado e o processo de aprendizado de coletivo e periódico para individualizado e permanente (GIGLIO, 2007).

Os recursos online disponíveis nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), como o Moodle, são utilizados como apoio às atividades de ensino-aprendizagem em disciplinas dos cursos de graduação e pós-graduação presenciais, sem que com isso se altere o caráter de disciplina presencial (NOBRE et al., 2016). Entretanto, alguns cursos de extensão e pós-graduações podem ter sua carga horária totalmente à distância quando planejados para isso no respectivo Projeto Pedagógico.

O Moodle, em suas diversas versões, possui uma série de recursos que apoiam a construção de salas, dentre eles: tarefa; fórum, questionário, wiki, glossário e o chat ou sala de bate-papo. O uso do Moodle nas disciplinas presenciais se dá, principalmente, com o objetivo de anexar documentos ou encaminhar para outras páginas e/ou vídeos por meio do recurso de link, ou seja, o professor utiliza o ambiente virtual, principalmente, para disponibilização de conteúdo. A plataforma Moodle oferece ferramentas que favorecem a integração das atividades presenciais com atividades à distância de fácil usabilidade (SANTOS et al., 2017).

Outro estudo realizado com alunos de um curso presencial sobre o uso do AVA apontou que o acesso à informação e a flexibilidade beneficiam a construção do conhecimento. Os estudantes afirmaram que o AVA auxiliaria na autonomia, na facilidade em sanar dúvidas por meio de consulta de materiais, pesquisa ou debate e apontaram a disponibilidade de videoaulas como uma característica importante do AVA. As dificuldades apresentadas foram em torno de responder ao questionário, que envolvia a utilização de ferramentas de comunicação, e o design do AVA, além da conexão de internet lenta para participação das

videoconferências (TENÓRIO; LAUDELINO; TENÓRIO, 2015).

Além do discente, deve-se atentar também para o docente nessa implementação do ensino híbrido nos cursos, pois a transposição do ensino presencial para o ensino à distância pode emergir dificuldade quanto às mudanças técnicas e pedagógicas necessárias para atuar na utilização do AVA. Portanto, o ponto principal não se refere apenas ao domínio da ferramenta, mas de uma fundamentação teórica do que é a ferramenta e de como empregá-la, seja como parte do curso presencial ou totalmente à distância (PRESTES et al., 2018).

A utilização da web na educação incentiva o aluno a desenvolver sua autonomia, desde que seja bem orientado e, neste ponto, o professor atua como norteador dessa questão (SOUZA, 2014). Apesar do mundo virtual ser bem amplo, aluno e professor ainda se engajam no processo ensino-aprendizagem mediados por um ambiente novo. Estes ambientes, onde reúnem potencialidades, não são simples repositório de conteúdo, de organização da disciplina/curso ou de meio de contato entre os participantes, mas, os AVAs conduzem a transformações no ensino e na aprendizagem que, por sua vez, inspiram pesquisas em várias áreas (LONGHI, 2011).

3. Método

O método envolve estudo transversal, quantitativo e de caráter descritivo, realizado a partir de dados primários coletados por meio de questionário autopreenchível. Participaram do estudo os acadêmicos regularmente matriculados nos cursos de odontologia, medicina e enfermagem da escola de saúde, no município de Manaus/AM, assim como docentes que ministravam, no momento da pesquisa, alguma disciplina do ciclo básico ou profissional em qualquer dos referidos cursos. A partir do quantitativo de alunos matriculados no primeiro semestre do ano de 2019, estimou-se o quantitativo de alunos no ciclo profissional por curso. Para o cálculo da amostra utilizou-se o software Open Epi, uma frequência antecipada de 50% e intervalo de confiança de 95%. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Amazonas, com parecer de aprovação número 3.477.868.

Os discentes foram incluídos na pesquisa quando todos os critérios listados foram alcançados pelo sujeito: ser maior de 18 anos e estar matriculado em pelo menos uma disciplina do ciclo básico ou profissional dentre os cursos definidos. Quanto aos docentes, foram incluídos os que estivessem em pleno exercício da função e que

ministrassem alguma disciplina do ciclo básico ou profissional para os cursos de odontologia, enfermagem e medicina no lócus de estudo. Foram excluídos da pesquisa os discentes e docentes que não atenderam a qualquer um dos critérios de inclusão, assim como os de etnia indígena, pois estudos envolvendo povos indígenas demandariam maior tempo para sua execução, conforme dispõe a Resolução CNS 304/2000 que regulamenta pesquisas indígenas (BRASIL, 2000).

O instrumento utilizado foi o questionário estruturado e autopreenchível, que contém dados de identificação, com vistas a caracterizar sócio-demograficamente os discentes (idade, sexo, curso de formação, tempo de graduação e procedência) e docentes (idade, sexo, categoria profissional, tempo de formação e formação complementar). Além de questões relativas ao Uso/Aplicabilidade (conhece o Pró-inovalab; já utilizou o AVA; o eixo da disciplina e se já realizou treinamento para utilizar o AVA) e a Percepção (se julga o layout do AVA intuitivo; dificuldades; se facilita o processo ensino-aprendizagem e a comunicação entre aluno e professor).

No que tange às dificuldades, o entrevistado poderia assinalar mais de uma opção dentre as quais estavam propostas: a dificuldade em realizar o login no AVA; inscrição em disciplinas; dificuldade na utilização dos recursos (vídeos, arquivos, imagens, links) e/ou atividades (questionários, tarefas, wikis) ou ainda não referir dificuldades.

Os dados foram coletados entre os meses de fevereiro e setembro de 2019, por meio do formulário construído no Google Forms, e aplicado ao público-alvo, por meio de abordagem individual, utilizando Tablets nas dependências da escola de saúde. O participante era orientado quanto aos objetivos da pesquisa e, ao aceitar participar, informava seu e-mail institucional para acessar ao formulário.

Os dados foram exportados para o software Epilnfo para realização das análises e os resultados foram apresentados por meio da análise descritiva. As análises foram feitas englobando todos os sujeitos e estratificando por discentes e docentes. A significância estatística foi avaliada pelo intervalo de confiança 95% e, quando necessário, p-valor ao nível de 5%.

4. Resultados e Discussão

Foram abordados 388 indivíduos, dentre os quais 386 concordaram em participar da pesquisa mediante aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Destes, 301 (78%) eram discentes e 85 (22%) docentes.

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos alunos participantes, com predomínio do sexo feminino (57,5%), na faixa etária entre 20 e 29 anos de idade (64,5%) e cursando entre o 1º e 4º período (50,2%), o que corresponde ao ciclo básico do respectivo curso e um equilíbrio quanto à procedência referente ao local de residência familiar (capital ou interior do estado do Amazonas).

Tabela 1- Caracterização dos acadêmicos participantes da Escola Superior de Ciências da Saúde, 2019

Característica	Discente	
	n	%
Sexo		
Masculino	127	42,2
Feminino	173	57,5
Outro	1	0,3
Faixa etária		
16 -- 19	91	30,2
20 -- 29	194	64,5
30 -- 40	16	5,3
Curso		
Enfermagem	94	31,2
Medicina	139	46,2
Odontologia	68	22,6
Período em curso		
1º -- 2º	59	19,6
3º -- 4º	92	30,6
5º -- 6º	69	22,9
7º -- 8º	64	21,3
9º -- 10º	15	5,0
11º -- 12º	2	0,7
Procedência		
Capital	155	51,5
Interior	146	48,5

Fonte: Os autores.

Já a Tabela 2 apresenta a caracterização entre os docentes entrevistados. Destes, 55,3% são do sexo feminino, 60,0% doutores e 40,0% com tempo de docência entre 10 e 19 anos.

Tabela 2- Caracterização dos professores participantes da Escola Superior de Ciências da Saúde, 2019

Característica	Docente	
	n	%
Sexo		
Masculino	38	44,7
Feminino	47	55,3
Outro	0	0
Faixa etária		
34 -- 39	20	23,5
40 -- 49	44	51,8
50 -- 59	16	18,8
> 60	5	5,9
Curso		
Enfermagem	15	17,6
Medicina	40	47,1
Odontologia	30	35,3
Tempo de docência (anos)		
< 5	1	1,2
5 -- 9	32	37,6
10 -- 19	34	40,0
20 -- 29	15	17,7
> 30	3	3,5
Formação complementar		
Especialização	12	14,1
Mestrado	22	25,9
Doutorado	51	60,0

Fonte: Os autores.

Na sequência, investiga-se a percepção de docentes e discentes, além de aspectos relacionados ao Uso/Aplicabilidade do AVA. Constatou-se que o programa institucional Pró-Inovalab é conhecido por 86,0% dos professores e acadêmicos entrevistados, e destes, 84,2% já utilizaram o ambiente virtual de aprendizagem. Pode-se observar que apesar do AVA

ser do conhecimento da maioria dos docentes entrevistados, muitos ainda não o utilizam. Destes, 12,0% são da enfermagem, 19,0% da medicina e 25,0% da odontologia. Nessa pesquisa foi detectada a ausência de treinamento institucional para utilização do AVA, como relatada pela maioria dos alunos (80,3%), em que 31,8% cursam enfermagem, 45,5% medicina e 22,7% são acadêmicos de odontologia. Quanto aos professores, 62,9% receberam treinamento institucional para utilização do AVA. Observa-se que não só os docentes, mas também os discentes necessitam de um treinamento para utilização do AVA disponível na academia (Tabela 3).

Ao investigar a percepção dos entrevistados, se julgavam o layout do AVA intuitivo, apenas 35,7% afirmaram que não. Quanto à dificuldade no uso do AVA, referida como a ferramenta mais citada "inscrição em disciplinas" 16,7%, seguida do "login" 13,6%. E, os acadêmicos que realizaram treinamento, ao serem questionados se esse correspondeu às competências necessárias para o correto uso da ferramenta, 88,6% dos entrevistados afirmaram ter sido positivo. Foi atribuída à carga horária do treinamento para o não alcance das competências necessárias para o manuseio do AVA (Tabela 3). Para utilização das ferramentas do AVA, é necessária uma fundamentação teórica do que é a ferramenta e do como empregá-la (PRESTES *et al.*, 2018). Apesar de ser intuitivo o uso da ferramenta Moodle, podem ser encontradas dificuldades na usabilidade e acessibilidade, como as encontradas no estudo realizado com acadêmicos do curso de odontologia também (SANTOS *et al.*, 2017). Outras dificuldades foram apresentadas, por exemplo, como responder ao questionário, que envolvia a utilização de ferramentas de comunicação e o design do AVA, além da conexão de internet lenta para participação das videoconferências (TENÓRIO; LAUDELINO; TENÓRIO, 2015).

Tabela 3- Uso/Aplicabilidade e Percepção dos discentes e docentes da Escola Superior de Ciências da Saúde quanto ao Ambiente Virtual de Aprendizagem, 2019 (continua)

Características	Variáveis	Docente		Discente		Total	
		n	%	n	%	n	%
Uso/Aplicabilidade	Conhece o Pró-Inovalab						
	Sim	72	84,7	260	86,4	332	86,0
	Não	13	15,3	40	13,3	53	13,7
	Nunca ouvi falar	0	0,0	1	0,3	1	0,3
	Total	85	100,0	301	100,0	386	100,0
	Já utilizou o Ambiente Virtual de Aprendizagem						
	Sim	35	41,2	290	96,3	325	84,2
	Não	50	58,8	11	3,7	61	15,8
	Total	85	100,0	301	100,0	386	100,0
	Eixo da disciplina						
	Básico	16	45,7	171	59,0	187	57,5
	Específico	18	51,4	28	9,7	46	14,2
	Ambos	1	2,9	91	31,4	92	28,3
	Total	35	100,0	290	100,0	325	100,0
	Já realizou treinamento para utilizar o AVA						
	Sim	22	62,9	57	19,7	79	24,3
	Não	13	37,1	233	80,3	246	75,7
	Total	35	100,0	290	100	325	100,0
	O treinamento correspondeu às competências para uso do AVA						
	Sim	19	86,4	51	89,5	70	88,6
	Não	3	13,6	6	10,5	9	11,4
	Total	22	100,0	57	100,0	79	100,0

Tabela 3- Uso/Aplicabilidade e Percepção dos discentes e docentes da Escola Superior de Ciências da Saúde quanto ao Ambiente Virtual de Aprendizagem, 2019 (conclusão)

Características	Variáveis	Docente		Discente		Total	
		n	%	n	%	n	%
Percepção	Você julga o layout do AVA intuitivo						
	Sim	17	51,5	172	59,5	189	58,7
	Não	14	42,4	101	34,9	115	35,7
	Não sei responder	2	6,1	16	5,5	18	5,6
	Total	33	100,0	289	100,0	322	100,0
	Dificuldades no uso do AVA						
	1 ferramenta	17	51,5	139	48,1	156	48,4
	2 ferramentas	8	24,2	77	26,6	85	26,4
	3 ferramentas	0	0,0	7	2,4	7	2,2
	Todas	0	0,0	6	2,1	6	1,9
	Não teve dificuldades	8	24,2	60	20,8	68	21,1
	Total	33	100,0	289	100,0	322	100,0
	Você julga que o AVA facilita o processo ensino-aprendizagem						
	Sim	32	97,0	253	87,5	285	88,5
	Não	1	3,0	36	12,5	37	11,5
	Total	33	100,0	289	100,0	322	100,0
	O AVA facilita a comunicação entre aluno e professor						
	Sim	32	97,0	188	65,1	220	68,3
	Não	1	3,0	101	34,9	102	31,7
	Total	33	100,0	289	100,0	322	100,0

Fonte: Os autores.

No que tange ao processo ensino-aprendizagem, essa pesquisa mostrou que 88,5% dos acadêmicos e professores afirmaram facilitar no referido processo. Quanto ao objetivo do AVA em facilitar a comunicação entre aluno e professor, 97% dos docentes afirmaram que sim e apenas 34,9% dos acadêmicos referiram que tal objetivo não é alcançado (Tabela 3). O AVA possibilita ao professor a organização do material de sua disciplina de forma a facilitar o acesso por parte dos alunos, principalmente na modalidade de ensino híbrido, ao passo que estimula o aprimoramento contínuo da ferramenta e pesquisas em várias áreas (LONGHI, 2011).

O emprego do AVA favorece o processo de aprendizagem dos estudantes de graduação em cursos presenciais, sendo mais um cenário de aprendizagem, além de proporcionar uma maior autonomia no desenvolvimento de sua profissão (GIGLIO, 2007; LEÃO; REHFELDT; MARCHI, 2013; SANTOS *et al.*, 2017; SOUZA, 2014)

Na presente pesquisa foi observado que a maioria dos docentes considera que o AVA facilita o processo ensino-aprendizagem e a comunicação entre aluno e professor, porém apenas 41,2% o utilizam, mais da metade tem dificuldade em alguma ferramenta e alguns não o acham interativo (42,4%) (Tabela 3). Em pesquisa realizada por Prestes e col. (2018) foram encontradas dificuldades na infraestrutura tecnológica da escola, na disponibilidade de computadores e internet para a utilização em ambiente de trabalho, e não o ambiente virtual em si. Por fim, entende-se que o uso do Moodle é um aprendizado gradual, que a partir do conhecimento e a troca de informações entre os professores foi possível compreender todas as ferramentas disponíveis na plataforma.

5. Conclusão

O AVA apresenta boa percepção enquanto ferramenta facilitadora no processo ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde. Entretanto, esta facilidade, apesar de percebida como positiva em 87,5% dos discentes, ainda não é vista por estes de forma satisfatória como uma boa comunicação entre professor e aluno. Para atingir este objetivo foi observada a necessidade de um treinamento para sua plena utilização e incorporação efetiva para um ensino híbrido na academia, principalmente, no que se refere à inscrição nas disciplinas e ao uso do login, tanto para discentes quanto para os docentes.

Diante da evolução tecnológica para a educação, foi observado que os docentes estão melhor familiarizados que os discentes. Assim, isso representa um ponto positivo, pois os condutores deste processo de hibridização já percebem o AVA e o Pró-Inovalab como ferramentas auxiliaadoras nesta inovação do processo ensino-aprendizagem.

Esta avaliação possui limitações, como a necessidade de ter a participação de um número maior de docentes e discentes, a fim de ampliar estas percepções de forma mais abrangente. Portanto, sugerimos outros estudos para a confirmação desta usabilidade do AVA, com salas virtuais de testes envolvendo a comunidade acadêmica para verificação do contexto prático de incorporação tecnológica, na condução do ensino-aprendizagem dos universitários da área da saúde.

Referências

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 304, de 09 de Agosto. [S. l.: s. n.]

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria no 2.253, de 18 de outubro de 2001. [S. l.: s. n.]

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria no 4.059, de 10 de dezembro de 2004. Brasília: [s. n.], 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria no 1.134, de 10 de outubro de 2016. Brasília: [s. n.], 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria no 2.117, de 06 de dezembro de 2019. Brasília: [s. n.], 2019.

FAPEAM. UEA é a segunda instituição do país a implantar Programa Pró-Inovalab. [s. l.], 2014. Disponível em: <http://www.fapeam.am.gov.br/uea-e-a-segunda-instituicao-do-pais-a-implantar-programa-pro-inovalab/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

GIGLIO, R. F. Desafios da educação via web no ensino de clínica cirúrgica de pequenos animais: desenvolvimento, implementação e avaliação de um curso complementar ao presencial. 2007. - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/td-e-26062007-130818/pt-br.php>

LEÃO, M. F.; REHFELDT, M. J. H.; MARCHI, M. I. O uso de um ambiente virtual de aprendizagem como

ferramenta de apoio ao ensino presencial. *Journal of Interdisciplinary Studies on Science and Informatics (Abakós)*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 32–51, 2013.

LONGHI, M. T. Mapeamento de aspectos afetivos em um ambiente virtual de aprendizagem. 2011. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/39578/000826422.pdf?sequence=1>

LOPES, V. A.; SOARES, T. A.; ALMEIDA, S. do C. D. de. Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) no curso de graduação em artes visuais na modalidade a distância. In: AFONSO, G. B.; OLIVEIRA, M. M. F. de; DONATO, S. P. (org.). *Educação e Tecnologias: perspectivas teóricas e práticas da educação contemporânea*. São Paulo: Artesanato Educacional, 2019. p. 370. E-book.

MORAN, J. M. Educação híbrida. Um conceito chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. (org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 26–42. E-book.

NOBRE, I. A. M. et al. Uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem no ensino presencial: Percepções docentes em um curso de bacharelado em sistemas de informação. *Educação e Tecnologias: perspectivas teóricas e práticas da educação contemporânea*. Serra/ Espírito Santo: [s. n.], 2016.

PRESTES, L. P. et al. Ava Moodle , Implantação , Importância e Dificuldade de Aplicação como Extensão ao Ensino Tradicional na visão do Professor. *Revista de Informática na Educação: teoria & prática*, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 93–108, 2018.

ROMANOWSKI, J. P. et al. Inserção de tecnologias na prática pedagógica. In: AFONSO, G. B.; OLIVEIRA, M. M. F. de; DONATO, S. P. (org.). *Educação e Tecnologias: perspectivas teóricas e práticas da educação contemporânea*. São Paulo: Artesanato Educacional, 2019. p. 370. E-book.

SANTOS, A. C. Z. F. et al. Avaliação e desenvolvimento de ambiente virtual de aprendizagem no ensino da disciplina de Diagnóstico Oral por meio do blended learning. *Revista da ABENO*, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 76–87, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.30979/rev.abeno.v17i2.372>

SILVA, M. R. C. da; MACIEL, C.; ALONSO, K. M. Híbridização do ensino nos cursos de graduação presenciais das universidades federais: uma análise da regulamentação. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação - Periódico científico editado pela ANPAE*, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 95, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21573/vol33n12017.74042>

SOUZA, J. B. A. de. Os Desafios no Estudo on line em Salas Virtuais: uma análise das ferramentas do AVA na EaD da UFGD e Unigranet. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 41–58, 2014. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/ead/article/view/3292/2109>

TENÓRIO, T.; LAUDELINO, M. A.; TENÓRIO, A. A Importância do Ambiente Virtual de Aprendizagem em um Curso de Graduação com Base nas Percepções de Alunos a Distância. *Ead Em Foco*, [S. l.], v. 5, n. 3, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v5i3.274>

TORI, R. Cursos híbridos ou blended learning. In: LITTO, F.; FORMIGA, M. (org.). *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Educacional do Brasil, 2009. p. 121–128. E-book.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 54-65

Michele Antunes

Universidade Feevale
micheleantunes@gmail.com

Marta Rosecler Bez

Universidade Feevale
martabez@gmail.com

Gabriela Trindade Perry

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
gabriela.perry@ufrgs.br

Marie Jane Soares Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
mariejsc@gmail.com



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: julho de 2020

Aprovado em: maio de 2021

Percepções dos estudantes de enfermagem sobre a resolução de caso clínico a partir do simulador virtual

Perceptions of nursing students on the resolution of clinical cases from the virtual simulator

Resumo

A simulação tem o potencial para desenvolver conhecimentos, habilidades e atitudes que auxiliem na formação de um profissional crítico e reflexivo, inserindo o estudante em diferentes contextos assistenciais. O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as percepções dos estudantes de enfermagem quanto à resolução do caso clínico pelo simulador virtual. Trata-se de um estudo com abordagem qualitativa, com 40 estudantes de enfermagem de uma universidade do Sul do Brasil, por meio de entrevista. A análise de conteúdo permitiu identificar cinco subcategorias temáticas, dois subtemas e um tema. A experiência foi considerada mais proveitosa quando comparada com a forma que, atualmente, o conteúdo é ministrado em sala de aula, e emergiram dificuldades quanto à interface do simulador virtual e na realização do processo de enfermagem. A simulação virtual pode contribuir para a análise e a interpretação do estudo de caso, possibilitando o exercício do raciocínio clínico e da tomada de decisão.

Palavras-chave: Educação em enfermagem. Simulação por computador. Processo de enfermagem.

Abstract

Simulation has the potential to develop knowledge, skills and attitudes that help in the formation of a more critical and reflective professional, inserting or studying in different care contexts. The general objective of this research was to analyze the perceptions of nursing students regarding the resolution of the clinical case by the virtual simulator. This is a study with a qualitative approach, with 40 nursing students from a university in southern Brazil, through an interview. A content analysis made it possible to identify five thematic subcategories, two subthemes and one theme. The experience was considered more proven when compared to a way that, currently, the content is taught in the classroom, and difficulties arose regarding the interface of the virtual simulator and in the execution of the nursing process. A virtual simulation can contribute to the analysis and interpretation of the case study, enabling the exercise of clinical reasoning and decision making.

Keywords: Nursing education. Computer simulation. Nursing process.

1. Introdução

A educação voltada aos profissionais da saúde traz, historicamente em sua base de ensino, modelos conservadores e mecanicistas que priorizam a visão biologicista da doença e a visão fragmentada, esquadrinhada sobre o ser humano, reduzido o espaço para compreensão de múltiplas realidades sociais que influenciam os processos de saúde-doença e as necessidades do Sistema Único de Saúde (SUS). É nessa conjuntura que a educação na área da saúde tem sido objeto de debate, especialmente no que se refere à planificação e ao desenvolvimento curricular, às metodologias de aprendizagens e às correntes pedagógicas que norteiam a formação do profissional e dos docentes em saúde. Há uma grande demanda de conhecimentos à espera para contribuir na construção de saberes significativos; essa é uma pista de que inovar é preciso, rever metodologias, formas e linguagens no ensino é uma grande necessidade, é uma realidade a ser transformada (CARVALHO, 2017).

O contexto formativo em saúde e enfermagem deve considerar a necessidade de inserção de estratégias de ensino-aprendizagem diferenciadas nos espaços de formação em saúde, de modo a atender às modificações do mundo atual e às exigências do setor da saúde (COSTA et al., 2012). Entre as demandas que alavancam essas mudanças encontram-se a segurança do paciente, as novas exigências de formação dos profissionais da saúde, questões éticas e legais e a diversidade de tecnologias (MARTINS et al., 2012).

A simulação como atividade de educação tem em si a potencialidade para desenvolver conhecimentos, habilidades e atitudes que auxiliem na formação de um profissional crítico e reflexivo (TEMPAKI; MARTINS, 2017). Assim, a simulação no ensino de graduação em enfermagem é utilizada com diferentes finalidades, por tratar-se de uma estratégia dinâmica, atrativa e abrangente, acredita-se que a simulação pode e deve ser utilizada em diversos contextos do ensino e da aprendizagem com o propósito de fortalecer a formação de futuros enfermeiros (COSTA et al., 2016).

Dentre as diferentes estratégias de simulação, destaca-se as simulações virtuais no ensino da enfermagem. As simulações virtuais inserem o aluno em uma realidade e vêm sendo utilizadas em simulações cirúrgicas, havendo a necessidade de computação gráfica para replicar um procedimento (BRANDÃO; COLLARES; MARIN, 2014). Dos simuladores destacados por McLaughlin, Fitch e Gordon (2008), os do tipo paciente virtual parecem ser os que melhor se adaptam à realidade educacional, tendo em vista que, para serem utilizados, necessitam

somente de um computador ou telefone celular, com acesso à internet.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi analisar as percepções dos estudantes de enfermagem quanto à resolução do caso clínico pelo simulador virtual, e as dificuldades identificadas durante a simulação.

2. Fundamentação teórica

Segundo Orton e Mulhausen (2008), a categoria de paciente virtual pode ser definida como um programa interativo que simula a vida real em cenários de saúde. Ou seja, trata-se de programas executados em computadores pessoais ou na internet, os quais permitem que os alunos trabalhem com casos clínicos e exercitem as habilidades de tomada de decisão clínica.

Nesse contexto, podem ser incluídas telas em HTML com informações de pacientes até a combinação de vários recursos. Isso permite que ocorra o aprendizado e treinamento das tarefas dos profissionais da saúde, como obtenção da história clínica, exames, indicação de diagnósticos, bem como condutas e decisões terapêuticas (STAHNKE; BARROS; BEZ, 2017).

Holzinger e colaboradores (2009) enfatizam que, aprender com simulações interativas, em combinação com instruções em vídeo, afeta positivamente a codificação e a elaboração de informações em múltiplos canais, o que é considerado mais eficaz para a aprendizagem. Além disso, simulações interativas podem apoiar processos de desenvolvimento ativo das representações mentais de conceitos complexos.

No *Body Interact*™, uma nova tecnologia descrita como um simulador virtual (PADILHA et al., 2018), em vez de aprender em um manequim, os alunos trabalham com a imagem de um paciente que aparece em um simulador de paciente interativo, informatizado e com mesa de toque. Em vez de fazer uma avaliação ou agir fisicamente, os alunos usam um menu suspenso para escolher uma avaliação ou intervenção. Sua escolha é então realizada e é fornecida uma resposta apropriada, permitindo que os alunos continuem com sua avaliação ou plano de tratamento ou reavaliam suas decisões e mudam de direção na maneira como prestam assistência. Os alunos podem escolher um banco de cenários criados pelo desenvolvedor da ferramenta, como pacientes com problemas respiratórios, e podem definir a duração do cenário (BETTS et al., 2020).

O simulador virtual de ressuscitação neonatal RETAIN (*REsuscitation TrAIning for professional healthcare*) foi criado no Canadá, sendo projetado para ajudar nas habilidades de tomada de decisão durante a ressuscitação neonatal. No RETAIN, os alunos assumem

o papel de um profissional de saúde, e podem ter acesso a até 50 cenários baseados níveis de dificuldade variados, desde a ressuscitação da sala de parto a atividades da rotina hospitalar (RETAIN, 2018).

O "LIFE", construído pela Universidade Oxford (Reino Unido) é um jogo móvel e de realidade virtual desenvolvido a partir da Triagem de Emergência, Avaliação e Tratamento Plus (ETAT+), um curso de treinamento médico presencial baseado nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde usado na África (PATON et al., 2017). Segundo os referidos autores, o primeiro cenário desenvolvido para o LIFE é 'Reanimação Neonatal', os alunos devem encontrar o equipamento correto em um hospital rural virtual para realizar intervenções sensíveis ao tempo usando suas habilidades clínicas. Os alunos também respondem a perguntas de múltipla escolha para testar seus conhecimentos sobre o protocolo de ressuscitação.

O simulador virtual denominado "D'mentia", foi elaborado para auxiliar no ensino de cuidadores informais de pessoas com demência. O objetivo deste, consiste em aumentar a empatia e compreensão dos cuidadores pelo paciente e, por sua vez, diminuir sua carga de cuidador (JÜTTEN et al., 2017).

Outro simulador virtual criado foi o "Simulador de Paciente Físico-Virtual (PVPS)", que representa um paciente podendo exibir sintomas multissensoriais sutis (temperatura e pulso localizados), em uma variedade de cenários (avaliação neurológica, sepse, queimaduras) e uma diversidade de pacientes em termos de tamanho e faixa etária (por exemplo, criança, adulto, masculino, feminino, obesos, amputados), e aparência (pele, olhos, cor dos cabelos variados) (DAHER et al., 2020). Para os autores, pode-se usar a interface para controlar as respostas do paciente, podendo acionar as respostas verbais e não verbais, alterar as expressões faciais, mover o corpo (mãos, dedos, pescoço, olhos), e as respostas e as características do som podem ser diferentes, dependendo do cenário.

No Brasil, para gerenciar problemas de oxigenação em bebês prematuros, o simulador de computador "e-

Baby", foi elaborado pela Universidade de São Paulo, para treinar estudantes de enfermagem. O aluno recebe um histórico médico de um bebê prematuro com problemas respiratórios e, posteriormente, escolhe as ferramentas corretas de avaliação clínica, além de perguntas e respostas relacionadas ao caso (FONSECA et al., 2016; FONSECA et al., 2015).

Na literatura nacional e internacional, não foram identificados simuladores que busquem o ensino do processo de enfermagem aos estudantes de enfermagem. Fato este, que motivou o desenvolvimento de um simulador específico desta temática, o *Health Simulator*.

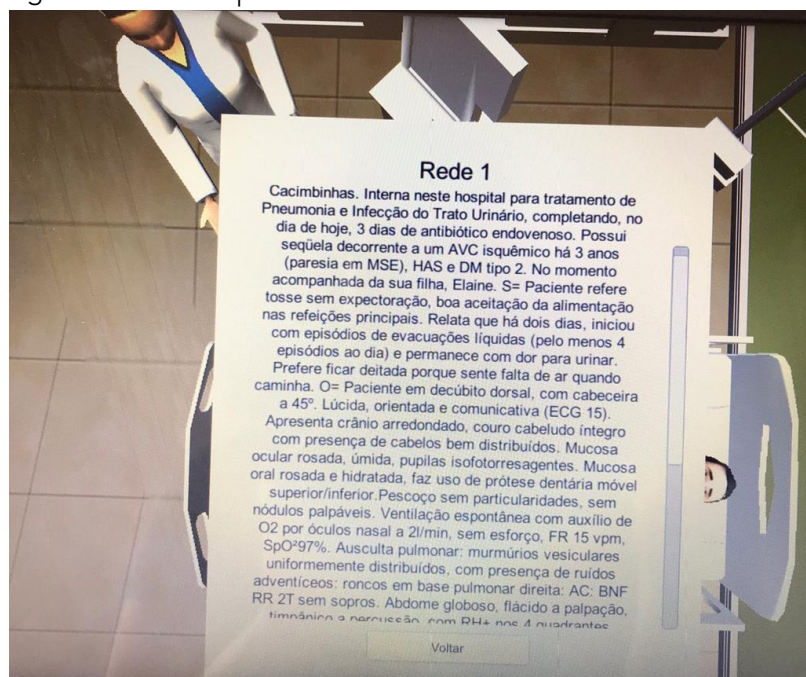
3. Simulador virtual: *Health Simulator*

O *Health Simulator* apresenta-se de forma realista, fornecendo ao acadêmico liberdade para testar suas hipóteses diagnósticas, podendo experimentar na prática o que o mesmo encontrará na área da saúde. O seu desenvolvimento é dividido em duas equipes: *front-end* e *back-end* (interface frente e costas, respectivamente). A primeira é destinada aos acadêmicos no formato de um jogo sério, e a segunda refere-se à interface que administra o simulador virtual, conectada ao banco de dados do sistema (LIMA et al., 2015).

O aluno abre o jogo e é apresentada a tela inicial, na qual é preciso colocar os seus dados de identificação, como iniciais do nome e senha de acesso. Posteriormente, um avatar randomizado pelo próprio simulador a partir das características cadastradas pelos estudantes iniciava a anamnese e o exame físico do paciente em um cenário de internação clínica.

A partir dessa interação, era disponibilizada ao aluno a ficha do paciente com o caso clínico (Figura 1), que havia sido cadastrada previamente pela pesquisadora na interface administrativa.

Figura 1 - Ficha do paciente com o caso clínico no Health Simulator.

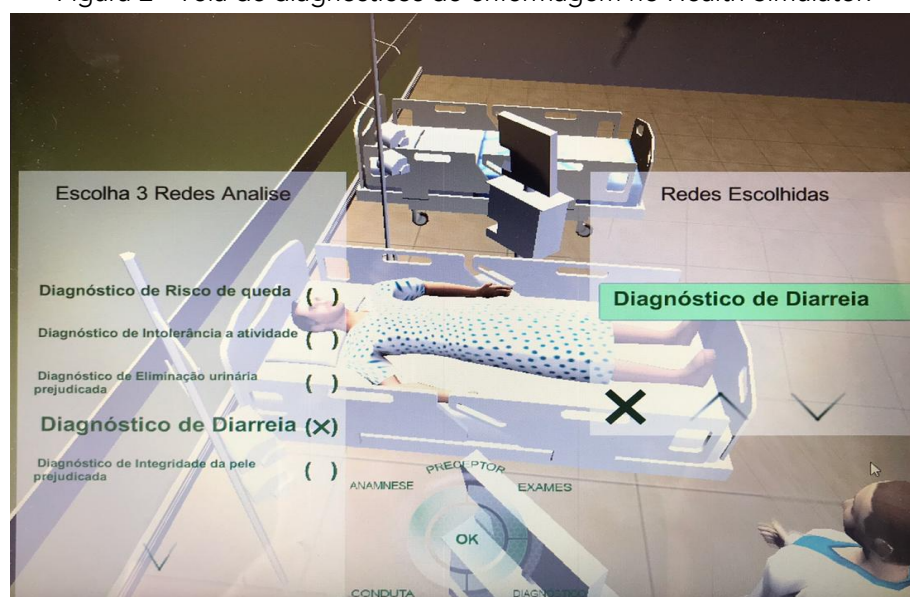


Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tendo em vista os dados coletados anteriormente, o aluno deveria elencar três diagnósticos em ordem de prioridade (Figura 2). Após a escolha do primeiro

diagnóstico, ele deveria escolher intervenções específicas para aquela condição clínica.

Figura 2 - Tela de diagnósticos de enfermagem no Health Simulator.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Entretanto, antes de escolher as condutas, ele poderia realizar perguntas mais específicas a fim de aprofundar o conhecimento sobre o estado de saúde e confirmar as características definidoras e os fatores

relacionados aos diagnósticos. Esses questionamentos eram respondidos pelo avatar paciente, cujas respostas haviam sido previamente cadastradas na interface administrativa.

Após realizar os questionamentos considerados pertinentes, o aluno elencava as intervenções e condutas específicas para o caso e, depois de concluir o atendimento, era remetido a uma tela na qual poderia visualizar o resumo da resolução do caso, com as respostas que ele havia assinalado durante a realização do processo de enfermagem.

4. Método

Trata-se de um estudo de delineamento transversal, com abordagem qualitativa, realizado em uma universidade do sul do país, com 40 estudantes de enfermagem matriculados na 6ª, 7ª e 8ª etapa do curso, em 2020/1.

Os critérios de inclusão foram: a) ter no mínimo 18 anos completos; b) estar matriculado a partir do 6º semestre do curso de bacharelado em enfermagem; c) ter concluído com aprovação a disciplina "Enfermagem na Saúde do Adulto II"; d) ter concluído com aprovação a disciplina "Estágio Curricular I"; e) estar matriculado regularmente nas disciplinas "Prática Supervisionada de Enfermagem na Assistência ao Paciente Gravemente Enfermo", "Prática Supervisionada de Enfermagem na Saúde da Criança", "Prática Supervisionada de Enfermagem em Serviço de Centro Cirúrgico", "Enfermagem em Saúde Mental e Psiquiatria", "Enfermagem na Saúde da Criança I e II", "Saúde Coletiva" e "Enfermagem na Saúde da Mulher I e II". Os critérios de exclusão foram: a) não ser aluno regular do curso de graduação em enfermagem, como, por exemplo, estar em mobilidade acadêmica ou em transferência de outro curso; b) estar em atividade domiciliar ou em licença saúde; c) ter realizado prática supervisionada, tendo como professora de prática a pesquisadora assistente.

Para a coleta de dados, foi enviado e-mail aos estudantes de enfermagem convidando-os para participar do estudo, contendo a explicação dos objetivos da pesquisa, as etapas do método e a descrição do caso clínico a ser realizado. A pesquisadora reservou uma sala de aula para a execução desta fase da pesquisa.

Posteriormente, os estudantes foram convidados a participarem da entrevista semiestruturada para relatar a sua percepção sobre a utilização do simulador virtual. As suas falas foram gravadas para que, posteriormente, fossem transcritas e analisadas conforme o referencial adotado.

As informações originadas foram submetidas à técnica de análise de conteúdo, compreendida por um conjunto de técnicas de análise das comunicações e que utiliza procedimentos sistemáticos de descrição do conteúdo dos relatos, visando a sua interpretação (BARDIN, 2009).

Segundo Minayo (2007) e Bardin (2009), a análise de conteúdo tem o objetivo de descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação cuja presença ou frequência significa alguma coisa para o objetivo analítico visado. Esta fase divide-se em três etapas, quais sejam: a pré-análise; a exploração do material e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, conforme explanado a seguir.

A pré-análise ocorreu após a entrevista em grupo por meio da transcrição literal das informações obtidas, e foi realizada posterior leitura e releitura das discussões, visando à imersão da pesquisadora nos significados obtidos pelos relatos dos alunos. A segunda e a terceira etapas da análise de conteúdo foram realizadas, respectivamente, pela decomposição dos textos e organização em blocos de significados buscando a adequação dos temas às categorias de análise pré-definidas para a interpretação e a discussão dos relatos, com base no referencial teórico inerente à temática em estudo. Os relatos foram inicialmente codificados em nodos e detalhados; em seguida, foram agrupados de acordo com os significados encontrados nos relatos para a posterior definição dos temas aderentes às categorias pré-definidas.

O projeto foi aprovado pela instituição proponente (CAAE 18019819.7.0000.5347), e pela instituição coparticipante (CAAE: 18019819.7.3001.5348). Os estudantes que aceitaram participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

5. Resultados e discussão

A caracterização dos estudantes que compuseram a amostra evidenciam que os 40 alunos (100%) que participaram do estudo têm idades entre 21,7 e 37,9 anos, são em sua maioria do sexo feminino, 19 (47,5%) estão matriculados no 6º semestre, 13 (32,5%) no 7º semestre e oito (20%) no 8º semestre (Tabela 1). No que se refere ao fato de possuírem experiência como técnico em enfermagem, 17 (42,5%) têm essa formação, e o tempo médio de atuação destes é de nove anos.

Tabela 1 - Caracterização da amostra.

Variáveis	n=40
Idade (anos) – média $\pm$ DP	29,8 $\pm$ 8,1
Sexo feminino – n(%)	38 (95,0)
Semestre – n(%)	
6º	19 (47,5)
7º	13 (32,5)
8º	8 (20,0)
Possui experiência como técnico de enfermagem – n(%)	
Sim	17 (42,5)
Não	23 (57,5)
Tempo de atuação como técnico de enfermagem (anos) – mediana (P25 – P75)	9 (4-16,5)
Realizou simulação anteriormente – n(%)	
Sim	1 (2,5)
Não	39 (97,5)

Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere ao fato de já terem realizado simulação virtual previamente, 39 (97,5%) estudantes nunca haviam utilizado essa ferramenta, e um aluno (2,5%) já havia tido acesso a ela há aproximadamente um ano, mas não com foco educativo, e sim para entretenimento. Quando questionados se acreditavam que a simulação virtual poderia contribuir para a sua formação como enfermeiro, os 40 (100%) responderam que sim.

Os estudantes avaliaram a realização da simulação virtual por meio de entrevista grupal, da qual emergiram cinco subcategorias temática, dois subtemas e um tema. Nos relatos, esteve presente a percepção dos estudantes sobre a experiência de resolver o caso clínico pelo simulador virtual, suas dificuldades de aplicação.

O tema identificado foi denominado “Análise das percepções dos estudantes quanto à aplicação do simulador virtual” e foi composto pelas categorias temáticas pré-definidas “Experiência de realizar a resolução do caso clínico pelo simulador virtual” e “Dificuldades identificadas durante a utilização do simulador virtual”.

A categoria temática “Experiência de realizar a resolução do caso clínico pelo simulador virtual” foi composta por duas subcategorias, que são “Ferramenta inovadora no processo de ensino” e “Comparativo com métodos de ensino tradicionais”. Nesta pergunta, os participantes foram questionados sobre como foi a experiência de realizar o caso clínico por meio da simulação virtual.

No que se refere à subcategoria temática “Ferramenta inovadora no processo de ensino”, os estudantes destacaram o potencial inovador e o realismo durante a utilização da ferramenta, pois o personagem do enfermeiro poderia selecionar os questionamentos a serem feitos ao paciente, e o mesmo respondia: “Foi uma experiência inovadora, primeira vez que realizo este tipo de simulação. (E10)”; “Uma experiência maravilhosa... Me senti como se estivesse de frente para o paciente e precisasse resolver”; “Nesse caso específico gostei muito, o sistema é inovador e realista... porque apresenta detalhes, mas com muito potencial... foi como se eu estivesse no estágio (E4)”; “... a experiência da realização do simulador virtual foi boa... é diferente e inovadora (E19)”; “Foi inovadora... eu achei o caso bem real... parecido com os casos

vivenciados na rotina intra-hospitalar. (E20)”; “...a experiência foi bem inovadora... (E28)”; “... prática inovadora. (E30)”; “Foi uma experiência inovadora... eu nunca havia participado de simulação virtual... (E40)”.

As tendências pedagógicas para a educação em enfermagem sinalizam para a importância da inserção de metodologias inovadoras, destacando-se a simulação, pois permite treinar e adquirir habilidades, em um ambiente que permite o erro, sem comprometer a segurança do paciente (SANINO, 2012). Diante desse cenário, as escolas de enfermagem, tendo em vista a responsabilidade ímpar conferida no processo de formação de profissionais comprometidos com a vida, têm buscado estratégias de ensino-aprendizagem que primem pela excelência na formação de profissionais enfermeiros (COSTA, 2014).

Assim, a utilização de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, aliada à promoção de ambientes facilitadores em sala de aula e no contexto da prática clínica, contribui para que o estudante de enfermagem possa desenvolver competências e disposições de pensamento crítico (MÁRTIRES et al., 2019). A referida autora ainda destaca que os docentes têm um desafio contínuo na utilização e avaliação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento crítico, nomeadamente na medida em que as mesmas podem ser desenhadas e implementadas no âmbito da formação em enfermagem.

Além disso, os estudantes destacaram que o simulador contribuiu com exemplos de perguntas e diagnósticos que poderão ser feitos ao paciente, pois nas etapas iniciais do curso de graduação, muitas vezes, ainda não se sentem seguros sobre qual é a forma mais adequada de conduzir a etapa de entrevista ao pacientes, realizando uma anamnese focada. Como pode ser visto nas falas: “Foi muito interessante... nos ajuda com os exemplos de perguntas e diagnósticos. (E16)”; “Gostaria de ter tido acesso a esta ferramenta nas disciplinas iniciais do curso, porque quando começamos em estágios, a gente não sabe direito o que perguntar para o paciente. (E12)”; “Foi bastante desafiadora, gostei bastante”; “Com isso (o simulador virtual), ficou mais claro saber o que perguntar para ele (o paciente). (E29); “Porque nos proporciona conhecimento sobre como agir depois na prática, pois às vezes não sabemos certo o que questionar ao paciente, e assim vamos treinando essa habilidade (E16)”.

Essa insegurança no momento de realizar os questionamentos aos pacientes também foi identificada na pesquisa de Forsberg e colaboradores (2019), na qual os estudantes relataram incertezas sobre as

perguntas que deveriam fazer na entrevista do paciente e sobre quais exames deveriam avaliar para estabelecer os diagnósticos, ou relataram que se sentiram certos sobre o diagnóstico esperado, mas sem saber como respaldá-lo.

No estudo realizado por Koivisto e colaboradores (2016a), os sujeitos relataram acreditar que o uso de simuladores virtuais pode auxiliar bastante no raciocínio clínico e na elaboração de diagnósticos de enfermagem, e que os simuladores podem contribuir para coletar informações por meio de perguntas específicas ao paciente.

Conforme Carbogim et al. (2019), a análise consiste na capacidade de identificar conclusões lógicas e verdadeiras sobre situações ou experiências. Dessa forma, a capacidade de análise consiste na busca pela avaliação e detalhamento de uma história clínica com a observação e relação de dados do paciente, sendo fundamental para que o enfermeiro possa compreender as prioridades de necessidades de saúde a partir de um agrupamento de principais sinais e sintomas.

Destaca-se, também, que os participantes evidenciaram que a ferramenta é dinâmica, pois a interação dos personagens na simulação possibilita a aprendizagem de maneira mais didática. Nela, pode-se colocar em prática os conhecimentos da teoria ao passo que os alunos podem visualizar diagnósticos, perguntas que poderão ser feitas ao paciente e as intervenções, estabelecendo um plano de cuidados: “Bem mais interessante e dinâmica do que quando realizamos só no papel em sala de aula. (E6)”; “...acho que a prática inserindo a tecnologia colabora com a interação, facilitando o engajamento e ficando mais dinâmica... (E7)”; “Parece ser mais prático e rápido do que no escrito no papel... relaciona a teoria com a prática... (E9)”; “... uma forma dinâmica e diferenciada de aprendizagem que pode ser útil no processo de aprendizagem, assim relacionamos a teoria com a prática... (E27)”; “...muito boa, prática, dinâmica e acho que conduz o enfermeiro a realizar as condutas relativas a sua atividade de maneira correta e objetiva. (E32)”.

A tomada de decisão clínica, diagnóstica ou terapêutica consiste nos processos do pensamento, apoiados nas habilidades para o pensamento crítico, que compõem o raciocínio clínico (CARVALHO; OLIVEIRA-KUMAKURA; MORAIS, 2017). Os resultados da pesquisa de Dev e colaboradores (2011) confirmaram que a realidade clínica dos cenários é importante para uma aprendizagem eficaz com cenários incríveis correspondentes a situações da vida real; são necessários objetos interativos que manifestem sinais e sintomas perceptíveis.

Para Lewett-Jones e colaboradores (2010), os simuladores devem ser construídos para orientar os alunos por meio do processo de raciocínio clínico de investigação e processamento das informações, identificando problemas e questões relevantes, estabelecimento de metas, medidas a tomar e avaliação de resultados.

Quanto à subcategoria temática “Comparativo com métodos de ensino tradicionais”, as percepções foram referentes à forma com a qual o conteúdo sobre o processo de enfermagem vem sendo ministrado em sala de aula. A realização do caso clínico no simulador virtual foi comparada com a forma que, atualmente, o processo de enfermagem é ministrado em sala.

Atualmente, na instituição pesquisada, o exercício de ensino teórico é realizado a partir de casos clínicos apresentados pelo docente, no qual é solicitado que os alunos estabeleçam diagnósticos prioritários com plano de cuidados, sendo essa prática realizada no papel. No semestre seguinte, na prática de estágio, eles precisam exercitar em pacientes reais. Podendo ser identificada nas falas dos participantes: “Foi uma experiência interessante e diferente dos métodos de ensino aplicados a mim até o momento... (E12)”; “... penso que foi bem interessante... não havia realizado nada parecido antes, e o fato de ser virtual torna atrativo... sai dos moldes utilizados atualmente. (E24)”; “... foi melhor do que a realizada no papel... forma diferenciada de aprendizagem... nesse sentido, a experiência foi mais divertida. (E27)”; “Uma experiência diferente... gostei muito, pois é um método que não tinha utilizado até então... (E29)”; “... interessante, diferente da maneira como nós vemos o caso clínico em sala de aula. (E31)”; “É uma forma diferente de ensino... esse simulador nos faz raciocinar e realizar um plano de cuidados coerente (E39)”.

O uso de simuladores proporciona ao aluno a perspectiva de atuação em contextos muito específicos, com os quais, talvez, tenha pouco ou nenhum contato durante a sua formação profissional, por exemplo a atuação em incidentes com múltiplas vítimas ou em contexto de epidemia de doenças como a causada pelo vírus ebola. Dessa forma, o aluno poderá assumir o papel de enfermeiro perante essas situações, implementando condutas e o julgamento clínico sem o receio de prejudicar o paciente ou colocar a sua segurança, e a dos demais, em risco.

A categoria temática pré-definida “Dificuldades identificadas durante a utilização do simulador virtual” foi composta por três categoriais iniciais, as quais são “Aspectos negativos do simulador”, “Usuário e interface do simulador” e “Realização do processo de enfermagem”. Nessa pergunta, os participantes foram

indagados de que forma a simulação virtual poderia contribuir para a formação como enfermeiro.

Em relação à subcategoria temática “Aspectos negativos do simulador”, foram destacados os aspectos relativos a erros ou falhas que consistiam em algumas repetições do sistema, ocasionados por telas iguais que apareciam duas vezes, como, por exemplo, a tela de diagnósticos em alguns momentos aparecia duplicada, e a tela de perguntas também. Assim como a barra de rolagem no canto direito nem sempre era visualizada pelos estudantes, sendo necessário informá-los de que ela estava presente para que, dessa forma, eles pudessem ter acesso a um maior quantitativo de possibilidades de perguntas. Os aspectos destacados pelos participantes foram: “Repetições do sistema... a tela de diagnósticos aparecia duas vezes... (E1)”; “As perguntas ficam com a última resposta gravada na ordem em que aparecem na barra de rolagem... eu não tinha visto que havia uma barra de rolagem para ver as outras (perguntas)... mas depois que eu vi, pude marcar mais, senão precisava desmarcar todas para depois marcar as primeiras... (E6)”; “Algumas perguntas repetidas... (E22)”.

Quanto à subcategoria “Usuário e interface do simulador”, foi destacada a dificuldade de adaptação de alguns estudantes ao *front-end* do simulador. Alguns sujeitos perceberam a necessidade de ter acesso a material didático para consulta durante a simulação virtual, sobre o passo a passo das funções do simulador, assim como viram a importância de literatura sobre os temas que englobassem a patologia referente ao caso clínico. Como foi identificado nas falas dos estudantes: “... a maior dificuldade se dá na adaptação da ferramenta e pelo primeiro contato com a interface... levei um tempo pra me adaptar... (E7)”; “Falta de conhecimento do funcionamento da ferramenta. (E21)”; “... encontrei dificuldade em me adaptar ao funcionamento, porém com poucos cliques já deu para entender e realizar atividade de uma melhor forma. (E27)”; “Identificar as funções da interface da plataforma e a maneira como usá-las... Achei confusa. (E31)”; “... difícil apenas em entender a dinâmica... (E35)”; “Não ter acesso a nenhum material para consultar no caso de dúvidas sobre o caso e sobre o simulador. (E02)”.

De acordo com Winters e Mor (2008), um processo de design eficaz exige conhecimentos em todas as disciplinas que estão envolvidas. Projetar um jogo de simulação para o ensino de enfermagem requer conhecimento sobre enfermagem, pedagogia, game design, desenvolvimento de interface de usuário, programação de jogos e computação gráfica e animação. Um pesquisador baseia o projeto em várias disciplinas (SANDOVAL; BELL, 2004), e diversos

métodos de pesquisa são utilizados para maximizar a credibilidade da investigação (WANG; HANNAFIN, 2005).

Alguns estudantes não haviam percebido que as perguntas que estavam clicado, ou seja, que estavam sendo feitas ao paciente, eram respondidas na lateral direita do simulador. Dessa forma, o sistema permitia a obtenção de maiores detalhes na investigação clínica. Entretanto, mesmo com essa possibilidade, alguns participantes manifestaram o interesse em realizar mais perguntas, ou até mesmo fazer perguntas diferentes daquelas ofertadas pelo sistema. Destaca-se que os questionamentos cadastrados no simulador foram escolhidos a fim de direcionar aos diagnósticos de enfermagem e às intervenções prioritárias, como pode ser identificado nas falas dos sujeitos: "Falta de opções de perguntas ao caso clínico... porque com maior banco de dados de perguntas ficaria melhor... (E4)"; "... eu não vi, da primeira vez, que o paciente respondia aos meus questionamentos na tela ao lado... (E14)"; "Possibilidade de escolher outras perguntas que julgue prioritárias... queria saber mais sobre o caso do paciente... (E24)"; "... As questões das perguntas, achei quase todas importantes... e gostaria de fazer mais perguntas... (E25)"; "... algumas perguntas que eu gostaria de fazer não estavam no simulador... (E28)": "... devido ao número de doenças que ela apresenta, a minha dificuldade foi elencar o que perguntar de mais importante... (E30)".

A construção mecânica do jogo em todo o processo de raciocínio clínico deve permitir que os alunos percorram as diferentes fases do processo. O estudo de Koivisto e colaboradores (2016a) mostrou que, enquanto as atividades de coleta de informações requerem ações concretas, as etapas de processamento de informações, identificação de problemas e questões prioritárias com o estabelecimento de metas e a avaliação dos resultados são mais complexas e requerem processos cognitivos de pensamento (KOIVISTO *et al.*, 2016b).

A ferramenta de simulação bem desenvolvida geralmente é baseada em uma visão da aprendizagem como um processo dinâmico, ativo e reflexivo, focado tanto na importância da construção da identidade profissional como na obtenção de habilidades (BERRAGAN, 2011). A simulação permite práticas deliberadas e padronizadas, garantindo que as tarefas de aprendizagem direcionada sejam abordadas (KER; BRADLEY, 2007), podendo oportunizar a aprendizagem de procedimentos práticos por repetição, respeitando o próprio ritmo do aluno para o ganho de confiança (ZIV *et al.*, 2003).

No que se refere à subcategoria temática "Realização do processo de enfermagem", os estudantes responderam que a dificuldade durante a simulação virtual não foi com relação a operar o simulador, mas sim na definição de prioridades clínicas, estabelecendo diagnósticos e intervenções específicas ao paciente virtual. Isso foi verificado nas falas dos estudantes que participaram do estudo: "... acho que o difícil é escolher o diagnóstico principal... porque depois não poder trocar lá no final é uma dificuldade... pois posso mudar de opinião sobre o cuidado... (E16)"; "... a dificuldade encontrada na ferramenta foi a impossibilidade de voltar para modificar o diagnóstico... (E19)"; "...na ferramenta, eu não tive dificuldade... mas na parte dos diagnósticos sim... mas por ter diversas opções... As questões das perguntas, achei quase todas importantes. (E25)"; "... porém não sei como seria não estar conversando frente a frente com os clientes... eu teria que praticar (no simulador) mais vezes para me adaptar... eu acho complicado fazer diagnósticos e condutas sem ver... (E37)"; "As dificuldades foram em interpretar as intervenções. (E39)"; "Dificuldade em realizar um raciocínio relacionado às intervenções e condutas. Dificuldade em encontrar o diagnóstico correto. (E40)".

A tomada de decisão clínica, diagnóstica ou terapêutica consiste nos processos do pensamento, apoiados nas habilidades para o pensamento crítico, que compõem o raciocínio clínico (CARVALHO; OLIVEIRA-KUMAKURA; MORAIS, 2017). A análise e interpretação do estudo de caso possibilitaram aos enfermeiros do estudo a identificação e definição dos elementos estruturais que, na sua avaliação, constituíram o pensamento crítico e conduziram à tomada de decisão clínica (CARBOGIM *et al.*, 2019).

A pesquisa de Silva e colaboradores (2017) verificou que os graduandos de enfermagem são apresentados ao processo de enfermagem no início do curso e esse tema é trabalhado de forma incipiente nos demais componentes curriculares do curso. A construção de um simulador foi pensada para suprir as lacunas no processo de ensino-aprendizagem do curso e instrumentalizar para a aplicação nos demais componentes curriculares. No contexto do estudo supracitado, o ensino se dá com o enfoque na atenção básica, porém, deixa lacunas na aprendizagem e aplicação, considerando que a utilização do processo de enfermagem nos outros componentes e vivências ocorrem no âmbito da assistência.

Os simuladores no ensino da Enfermagem não substituem a importância das disciplinas que objetivam inserir o estudante no contexto de atividades práticas presenciais, nas quais ele realiza o cuidado direto ao

paciente real, mas podem complementar esta formação. Tendo em vista que durante o cuidado, existe a multiplicidade de situações que a assistência ao paciente proporciona, e que não seriam passíveis de reprodução por meio de simulações. E nestes momentos, os estudantes também exercitam a capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão clínica.

6. Considerações finais

A experiência de realização do caso clínico no simulador virtual foi considerada mais proveitosa quando comparada com a forma que, atualmente, o processo de enfermagem é ministrado em sala de aula. Apesar de ter sido identificadas algumas dificuldades quanto à interface das respostas do paciente virtual e durante a realização do processo de enfermagem em si, seu uso mostrou-se promissor.

Durante esse processo, acredita-se que seja possível desencadear a autorreflexão do estudante, na qual ele próprio identificará a necessidade de buscar novos conhecimentos e aprofundar os que são incipientes, para que possa desenvolver a autonomia profissional e a tomada de decisão. Além disso, destaca-se que, desta forma, alguns alunos identificam lacunas de conhecimentos e sentem-se instigados a buscar novos saberes ou reforçar aquelas temáticas com saberes incipientes.

Emerge a necessidade de realização de mais estudos futuros sobre a utilização de simulação virtual, a fim de auxiliar na aprendizagem do raciocínio clínico e pensamento crítico dos estudantes. Dessa forma, podem resolver diferentes problemas e aprender a sintetizar fatos e identificar situações de risco clínico, bem como, compreender como estabelecer prioridades de atendimento, impactando assim, a assistência prestada ao paciente em campo de prática.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BERRAGAN L. *Simulation: an effective pedagogical approach for nursing?* **Nurse Education Today**, v. 31, n. 7, p. 660–663, 2011.

BETTS, L. et al. *Using Virtual Interactive Digital Simulator to Enhance Simulation Experiences for Undergraduate Nursing Students*. **Nursing Education Perspective**, v. 41, n. 3, p.193-194, 2020.

BRANDÃO, C.; COLLARES, C.; MARIN, H. A simulação realística como ferramenta educacional para estudantes de medicina. **Scientia Medica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2014.

CARBOGIM, F. C. et al. Modelo de ensino ativo para o desenvolvimento do pensamento crítico. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n 1, p. 305-10, 2019.

CARVALHO, A. O digital na educação humanista em saúde: uma reflexão sobre a inserção e potencialidades das tecnologias digitais, no apoio ao ensino técnico na Escola de Formação em Saúde – EFOS. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Acompanhamento, Monitoramento e Avaliação) – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola de Enfermagem, UFRGS, Porto Alegre, 2017.

CARVALHO, E. C.; OLIVEIRA-KUMAKURA, A. R. S.; MORAIS, S. C. R. V. Raciocínio clínico em enfermagem: estratégias de ensino e instrumentos de avaliação. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 70, n. 3, p. 662-668, 2017.

COSTA, J. R. B. et al. Formação médica na estratégia de saúde da família: percepções discentes. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 36, n. 3, p. 387-400, 2012.

COSTA, R. A simulação realística como estratégia de ensino-aprendizagem em enfermagem. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Curso de Pós-graduação *stricto sensu* em Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

COSTA, R. et al. Tipos e finalidades da simulação no ensino de graduação em enfermagem: revisão integrativa da literatura. **Revista Baiana de Enfermagem**, Salvador, v. 30, n. 3, p. 1-11, 2016.

DAHER, S. et al. *The Physical-Virtual Patient Simulator. Simulation in Healthcare*, v. 15, n. 2, p. 115-121, 2020.

DEV, P.; HEINRICHS, L. R.; YOUNGBLOOD, P. Y. *CliniSpace: a multiperson 3D online immersive training environment accessible through a browser*. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 163, p. 173-179, 2011.

FONSECA, L. M. et al. *Computer and laboratory simulation in the teaching of neonatal nursing: innovation and impact on learning*. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.24, 2016.

FONSECA, L. M. et al. *Serious game e-Baby: nursing students' perception on learning about preterm newborn clinical assessment*. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v.68, p. 9-14, 2015.

FORSBERG, E. et al. *Assessing progression of clinical reasoning through virtual patients: an exploratory study*. **Nurse Education in Practice**, v. 16, p. 97-103, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.nepr.2015.09.006>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

HOLZINGER, A. et al. *Learning performance with interactive simulations in medical education: lessons learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics SIMulator*. **Computers & Education**, v. 52, n. 2, p. 292-301, 2009.

JÜTTEN, L.H. et al. *Testing the effectivity of the mixed virtual reality training Into D'mentia for informal caregivers of people with dementia: protocol for a longitudinal, quasi-experimental study*. **BMJ Open**, v. 7, n. 8, 2017.

KER J.; BRADLEY, P. *Simulation in medical education*. Association for the Study of Medical Education, Edinburgh, 2007.

KOIVISTO, J. et al. *Learning by playing: a cross-sectional descriptive study of nursing students' experiences of learning clinical reasoning*. **Nurse Education Today**, 45, 22-28, 2016a.

_____. *Elements explaining learning clinical reasoning using simulation games*. **International Journal of Serious Games**, v. 3, n. 4, p. 29-43, 2016b.

LEWETT-JONES, T. et al. *The 'five rights' of clinical reasoning: an educational model to enhance nursing students' ability to identify and manage clinically 'at risk' patients*. **Nurse Education Today**, v. 30, n. 6, p. 515-520, 2010.

LIMA, A. et al. *Projeto para desenvolvimento do simulador Health Simulator*. In: COMPUTER ON THE BEACH, 2015. Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2015. p. 279-288.

MARTINS, J. et al. *A experiência clínica simulada no ensino de enfermagem: retrospectiva histórica*. **Acta Paulista de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 4, p. 619-25, 2012.

MÁRTIRES, M. et al. *Promoção de competências de pensamento crítico em estudantes de enfermagem*. **Revista Lusófona de Educação**, v. 44, n. 44, p. 159-172, 2019.

McLAUGHLIN, S.; FITCH, M.; GORDON, J. *Simulation in graduate medical education 2008: a review for emergency medicine: official medicine*. **Academic Emergency Journal of The Society for Academic Emergency Medicine**, v. 15, n. 11, p. 1117-1129, 2008.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2007.

ORTON, E.; MULHAUSEN, P. *E-learning virtual patients for geriatric education*. **Gerontology & Geriatrics Education**, v. 28, n. 3, p.73-88, 2008.

PADILHA, J. M. et al. *Clinical virtual simulation in nursing education*. **Clinical Simulation in Nursing**, v. 15, n. C, p. 13-18., 2018.

PATON, C. et al. *LIFE: life-saving instruction for emergencies, a serious game for mobile devices and VR*. In: Brown J, Kostkova P, Wood C, eds. *3rd UCL centre for behaviour change digital health conference 2017: harnessing digital technology for behaviour change*. London: UCL Centre for Behaviour Change and the Institute for Digital Health, 2017.

RETAIN Labs Medical Inc. **RETAIN neonatal resuscitation**. 2018 <https://www.playretain.com>

SANDOVAL, W. A.; BELL, P. *Design-based research methods for studying learning in context: introduction*. **Education Psychologist**, v. 39, n. 4, p. 199-201, 2004.

SANINO, G. *O uso da simulação em enfermagem no curso técnico de enfermagem*. **Journal of Health Informatics**, São Paulo, v. 4, n. esp., p. 148-151, 2012.

SILVA, A. S. R. et al. **O jogo como facilitador do processo ensino-aprendizagem da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE): aprende ou "Sae"**. Anais do Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde, 2017.

STAHNKE, F. R.; [BARROS](#), P. R. M.; BEZ, M. R. Problematização e o uso de simuladores na educação permanente em saúde. In: ALVES, C.L S.; PAPAIZ, F.; ARAÚJO, B. G. (Org.). **Gestão de recursos humanos em saúde mediada por tecnologia**: seguindo a trilha da inovação. 1. ed. Natal: EDUFRN/SEDISUFRN, 2017. p. 259-289.

TEMPAKI, P.; MARTINS, M. Modelos teóricos do processo ensino-aprendizagem aplicados às estratégias educacionais de simulação. In: SCALABRINI NETO, A.; FONSECA, A.; BRANDÃO, C. **Simulação realística e habilidades na Saúde**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017. p. 01-10.

WANG, F.; HANNAFIN, M. J. *Design-based research and technology-enhanced learning environments*. **Educational Technology Research & Development**, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.

WINTERS, N.; MOR, Y. *IDR: a participatory methodology for interdisciplinary design in technology enhanced learning*. **Computers & Education**, v. 50, p. 579-600, 2008.

ZIV, A.; BEN-DAVID, S.; ZIV, M. *Simulation based medical education: an opportunity to learn from errors*. *Medical Teacher*, v. 27, p. 193-199, 2005.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 66-81

Graziela Frainer Knoll

Universidade Franciscana

grazi.fknoll@gmail.com

Fabício Tonetto Londero

Universidade Franciscana

fabriciotonettolondero@gmail.com



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: agosto de 2020

Aprovado em: março de 2021

Level Up! Gamificação no Ensino através de Plugin adicionado ao Moodle

*Level Up! Gamification in Teaching through Plugin
added to Moodle*

Resumo

Os jogos sempre fizeram parte da cultura humana e, na sociedade contemporânea, passaram a entrar em diversos contextos e propostas. Na educação, os jogos têm acrescentado dinâmicas e mecânicas que tendem a tornar o contexto de aprendizagem mais interessante. É nessa perspectiva que surge a gamificação como prática para dinamizar o ensino e integrá-lo às tecnologias disponíveis, assim como para motivar os estudantes. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise descritiva dos recursos de gamificação oferecidos pelo plugin Level Up! quando instalado no Moodle. Foi feito um levantamento dos recursos de gamificação presentes na extensão e, em seguida, uma reflexão sobre seu uso no contexto de ensino. Os resultados demonstram um número amplo de recursos que gamificam a sala de aula virtual e, ao mesmo tempo, possibilidades de uso para professores iniciantes na gamificação, com opções de customização das configurações.

Palavras-chave: Tecnologia; Ensino; Gamificação; Ambiente Virtual de Aprendizagem; Moodle.

Abstract

Games have always been part of human culture and, in contemporary society, have come into different contexts and proposals. In education, games have added dynamics and mechanics that tend to make the learning context more interesting. The objective of this work is to perform a descriptive analysis of the gamification resources offered by the Level Up! installed on Moodle. A survey was made of the gamification resources present in the extension and then a reflection on its use in the teaching context. The results demonstrate a wide number of resources that gamify the virtual classroom and, at the same time, possibilities of use for teachers beginning with gamification, with options for customization of the configurations.

Keywords: Technology; Teaching; Gamification; Virtual Learning Environment; Moodle.

1. Introdução

Tecnologia é aquilo que utilizamos como técnica ou ferramenta em nossa vida cotidiana, de maneira que, conforme Kenski (2012, p. 19), “é muito difícil aceitar que apenas o atual momento em que vivemos possa ser chamado de ‘era tecnológica’. Na verdade, desde o início da civilização, todas as eras correspondem ao predomínio de um determinado tipo de tecnologia”. Dessa forma, as atividades que empreendemos ao longo da civilização contaram com alguma tecnologia para se desenvolverem e evoluírem. As tecnologias estão ligadas à cultura de determinada época e local, ou seja, se vinculam ao contexto. Na época atual, por exemplo, há tecnologias que se destacam em diversos campos, um deles é o ensino.

O ensino tem sido afetado profundamente pelas chamadas TICs, tecnologias da informação e da comunicação, que “interferem em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos” (KENSKI, 2012, p. 23). Sem dúvida, as TICs contribuirão para instituir novos meios de comunicação e interação entre alunos, desses com professores e conteúdos, à medida que os processos de ensino e as práticas pedagógicas se digitalizam cada vez mais. Segundo Lévy, (2010, p. 103), “A digitalização é uma tendência “que atinge todas as técnicas de comunicação e de processamento de informações”, o que está relacionado à evolução dos computadores e ao tempo que passamos conectados *online*.”

Os campos da produção de conhecimento e do ensino foram alterados de maneira irreversível pelas novas formas de ensinar e aprender. Acrescentam-se a isso as necessidades contemporâneas de afastamento social devido à pandemia por COVID-19, em que as alternativas para ensino remoto ou ensino mediado por tecnologias tornaram-se as únicas formas de dar continuidade à educação formal. Na perspectiva das TICs, é evidenciado que o professor não é detentor do conhecimento, mas um mediador e orientador “que encaminhe e oriente o aluno diante das múltiplas possibilidades e formas de alcançar o conhecimento e de se relacionar com ele”, afirma Kenski (2012, p. 46). Esse papel também implica novas posturas do sujeito docente, que segue se atualizando e reciclando nas alternativas possíveis de ensino. Assim, dentre as possibilidades tecnológicas que se apresentam no ensino, cresce a busca por ferramentas e métodos inovadores, que contribuam para abordagens e

dinâmicas que envolvam os estudantes e os motivem a aprender.

É nesse sentido que surge o conceito de gamificação (*gamification*), aplicada na “busca da produção de experiências que sejam engajadoras e que mantenham os jogadores focados em sua essência para aprenderem algo que impacte positivamente a sua performance” (ALVES, 2015, p. 40). A gamificação trata-se do processo de empregar mecânica, dinâmica e estética de jogos com a finalidade de motivar e envolver pessoas na resolução de problemas ou em situações de aprendizagem (KAPP, 2012).

Em vista desse contexto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise descritiva dos recursos de gamificação oferecidos pelo *plugin*¹ *Level Up!* quando instalado no ambiente virtual de aprendizagem Moodle. Para tanto, será feito um levantamento dos recursos de gamificação presentes na extensão e, em seguida, uma reflexão sobre seu uso no contexto de ensino.

A contribuição científica deste estudo está apoiada nas informações que serão coletadas e descritas a partir das teorias consultadas, especialmente pela identificação de componentes estéticos, mecânicas e dinâmicas como categorias válidas para a implementação da gamificação, conforme Werbach e Hunter (2012). Essa tríade tende a apoiar as estratégias de gamificação, porém, ainda são necessários estudos que forneçam informações para auxiliar os professores quanto aos recursos que podem ser adicionados ao ambiente virtual de aprendizagem.

Dessa forma, a relevância do estudo está em conhecer mais sobre as possibilidades que podem ser agregadas ao âmbito pedagógico por meios digitais, especialmente sobre a gamificação implementada por meio do Moodle. Segundo Moran (2000), com a Internet, iniciou-se um processo de modificar a forma de ensinar e aprender em cursos de diferentes níveis e modalidades, que passaram a contar com o uso de ambientes virtuais como apoio ao ensino. Com noções de espaço e tempo cada vez mais flexíveis, torna-se necessário pensar novas estratégias para cativar a atenção dos estudantes e, nesse sentido, o uso de ambientes virtuais de aprendizagem e suas ferramentas pode ser uma maneira de prolongar o tempo e aprofundar as atividades pedagógicas.

Ao longo destes mais de 20 anos de existência, o Moodle passou por grandes mudanças, adaptando-se às necessidades dos seus utilizadores. A cada nova

¹ *Plugin* é um *software* ou parte de um *software* que estende ou altera uma ou mais funcionalidades originais de um *software* maior.

versão, novas funcionalidades são inseridas, adaptações para novas tecnologias são efetuadas e integrações com outros sistemas são possíveis. Podemos citar como exemplo a possibilidade de utilização de multimídias nas primeiras versões e, em versões mais recentes, o seu uso por aplicativo *mobile*. Muitas dessas transformações, senão todas, ocorrem pela grande comunidade atuante e interessada na manutenção da ferramenta, composta por desenvolvedores, professores e estudantes, que discutem em um fórum oficial a possibilidade de novas funcionalidades, alterações de funcionalidades já existentes e correção de *bugs*², além da troca de experiências com o uso da ferramenta. A comunidade também atua na tradução do *Moodle*, atualmente compatível com mais de 120 diferentes idiomas.

Como consequência dessas transformações, o ambiente virtual de aprendizagem também conta com a possibilidade de instalação de extensões que agregam mais funcionalidades e recursos, como é o caso do *plugin Level Up!* Assim, nas próximas seções, serão abordadas definições referentes ao ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*, gamificação e *plugins*; serão descritos os procedimentos metodológicos deste estudo, os resultados e a discussão e, por fim, as conclusões.

2. O Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle

Os recursos computacionais e dispositivos de acesso à Internet por tantas comunidades a partir da segunda metade dos anos 1990, acarretou o desenvolvimento intenso de um campo de tecnologias educacionais voltado para a inserção das TICs (tecnologias de informação e comunicação) no ensino presencial, a distância, semipresencial, híbrido, de formação continuada, entre outros. A apropriação que seguiu dessas ferramentas por estudantes e professores levou à transformação da sala de aula, já que o contexto educacional “tem potencial para tornar-se mais ativo, dinâmico e personalizado por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem” (PEREIRA; SCHMITT; DIAS, 2007, p. 2).

Os ambientes virtuais de aprendizagem são sistemas que fazem uso do ciberespaço para integrar estudantes e professores, criando a possibilidade de interação e a colaboração a distância na educação. Assim, sua finalidade é ser “como um espaço de construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de atividades educativas, mediadas

pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), valorizando a interação e o trabalho colaborativo”, indo além dos limites físicos ou geográficos da instituição de ensino (MARTINS; TIZIOTTO; CAZARINI, 2016, p. 115).

Entretanto, os ambientes virtuais de aprendizagem não são exclusivos do ensino a distância, pelo contrário, conforme Castells (2019, p. 482), “O que está surgindo, porém, nas universidades de qualidade é a combinação do ensino on-line a distância com o ensino *in loco*”. Para o autor, é dessa forma, com o auxílio das tecnologias, que o espaço e o tempo estão sendo transformados pelas TIC e, com elas, pelos novos processos sociais que se estabelecem, em um processo maior de transformação histórica. Conforme afirma, “a convergência da evolução social e das tecnologias da informação criou uma nova base material para o desempenho de atividades em toda a estrutura social” (CASTELLS, 2019, p. 554).

Santaella (2007) observa que a evolução das tecnologias vem acompanhada de um eixo de superação das distâncias. Na história das mídias, a autora salienta a partir de György (2003), que a primeira superação ocorreu quando surgiram telégrafo e telefone, privatizando o espaço social, à medida que aproximaram, pelo diálogo mediado, pessoas geograficamente distantes. A segunda superação ocorreu com rádio e televisão, conforme criaram um espaço midiático, ou seja, um espaço social para midiáticação de notícias, informações e entretenimento. Já o terceiro momento fundamental de superação das distâncias foi a revolução da internet, com a fusão de diversas linguagens e tecnologias de mídia. Essa revolução foi significativa porque criou um ciberespaço: “um domínio compartilhado pelo setor público e privado no qual se expressam identidades e vizinhanças virtuais, compondo a ‘distância virtual’ no seu sentido mais legítimo” (SANTAELLA, 2007, p. 234).

O ambiente virtual de aprendizagem é uma tecnologia mediadora, o que, na definição de Santaella (2007, p. 209) caracteriza algumas ferramentas, mas não todas: “É a linguagem, no coração das tecnologias mediadoras, que nos permite distinguir entre tecnologias que são mediadoras e as que não o são. Estas estão programadas para a obsolescência”. Entendidas dessa forma, as tecnologias mediadoras, por serem tecnologias de linguagem, não se tornam obsoletas, pois estão em constante evolução, devido às interações e comunicações que viabilizam.

² *Bug* é um termo utilizado para se referir a falhas inesperadas em *softwares* ou *hardwares*.

Um desses espaços virtuais que está em constante evolução é o *Moodle*, acrônimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos), o *Moodle* é atualmente o LMS (*Learning Management System*, em português, Sistema de Gestão da Aprendizagem) mais utilizado do mundo e é mantido por uma comunidade composta por centenas de programadores de lugares geograficamente distintos pelo planeta. Foi desenvolvido de forma *Open Source* em 1999, por Martin Dougiamas, e, desde sua concepção, foi projetado para a Web e de fácil modificação e implementação de novas funcionalidades (SABBATINI, 2007).

O *Moodle* rapidamente se destacou dentre os LMS disponíveis, pois, além das vantagens para os profissionais de tecnologia, oferece facilidade de customização para as instituições de ensino, respeitando as individualidades de cada uma. Além disso, possui a mesma capacidade de customização para os cursos cadastrados, permitindo ao próprio professor adaptar o curso ou disciplina conforme as suas características de trabalho (SABBATINI, 2007). Dessa forma, nesse ambiente virtual de aprendizagem (AVA), é permitido aos professores estabelecer um ambiente para compartilhamento dos mais diversos tipos de materiais didáticos, tais como vídeos, áudios, imagens e documentos, assim como a elaboração de tarefas, que podem ser interativas ou colaborativas, como os fóruns, chats, wikis, entre outros recursos. Para os alunos, destaca-se a disponibilidade do material *online*, assim como a utilização de diferentes formas de interação para esclarecimento de dúvidas com o professor ou com os colegas.

Esse ambiente, além de ser uma ferramenta bastante acessível, permite maior customização para usuários mais avançados, e um exemplo disso é a capacidade de alteração de código HTML dentro dos cursos, tanto para os professores na criação de materiais ou tarefas, como para os estudantes na submissão de respostas para uma atividade. Atualmente, o *Moodle* está presente em 240 países, contemplando mais de 192 milhões de usuários espalhados em mais de 149 mil sites (instâncias do *Moodle*), destes, mais de 6740 estão localizados no Brasil que ocupa a 5ª colocação do *ranking* de países que mais utilizam o *Moodle*, liderado por Estados Unidos e Espanha (MOODLE, 2020).

Além disso, o *Moodle* é um *software* que possibilita a implementação de novas funcionalidades diferentes das originais ou que alterem o comportamento de uma funcionalidade existente, pois comporta *plugins* ou extensões. Esses *plugins* podem ser implementados por qualquer pessoa ou empresa e são desenvolvidos

para serem adicionados a um *software* de grande porte produzido por outra empresa ou instituição (SANTOS et. al, 2019). Os exemplos mais claros de *plugins* utilizados no nosso dia a dia são os de navegadores, que permitem aos usuários realizarem ações diferentes das providas por um navegador. Dentre as funcionalidades disponíveis por meio de *plugin* em um navegador da web está a possibilidade de abrir um PDF, um vídeo ou jogo diretamente no navegador, por exemplo. Essas funcionalidades estendem a ação básica de interpretar páginas da web para o usuário.

É desta maneira que o *Moodle* permite a instalação de *plugins* de terceiros: os desenvolvedores disponibilizam uma página na web (<https://Moodle.org/plugins/>) para a divulgação de *plugins*, em que são apresentados os *plugins* mais recentes, os mais utilizados e os que possuem melhor avaliação (COSTA; AGUIAR; MAGALHÃES, 2013). Para o professor, isso representa a possibilidade de personalizar seu ambiente de ensino virtual, agregando recursos úteis e atrativos para os estudantes.

Podemos salientar, porém, que, ainda que ofereçam diversas possibilidades que agregam valor às práticas pedagógicas, os ambientes virtuais de aprendizagem encontram, às vezes, certa resistência, tanto por parte de professores, quanto de alunos. Sobre isso, Santaella (2007, p. 232) explica: “Quando chegam, as novas mídias são, via de regra, recebidas como forasteiras, provocando relutância, estranhamento e mesmo temor. Sempre leva certo tempo até que sejam capazes de introduzir mudanças sensíveis na ecologia vigente”. As tecnologias tradicionais ou analógicas estão sendo convertidas para o digital, que em muito se assemelha ao nosso cérebro e sua crescente capacidade de armazenar e lidar com as informações:

Os interiores das máquinas cerebrais são habitados por minúsculos microprocessadores, circuitos integrados que realizam operações lógicas capazes de dar suporte aos mais variados tipos de propósito. Não é por acaso que as tradicionais tecnologias de geração mecânica e, ao mesmo tempo, eletrônica estão, todas elas, sendo convertidas ao digital (SANTAELLA, 2007, p. 207).

E, assim, como toda mudança profunda, leva certo tempo para haver uma aceitação e adaptação às tecnologias que se apresentam, ainda que a convergência dos meios, a evolução das TIC e as necessidades de nos adaptarmos aos meios virtuais sejam crescentes e, muitas vezes, a única possibilidade de contato entre professor e estudantes. Assim também ocorre com práticas que buscam transformar as formas de ensino tradicionais, a fim de criar um ambiente de

ensino mais instigante e dinâmico para os estudantes, como é o caso da gamificação.

3. Gamificação

Desde que a Internet comercial se tornou acessível aos lares de grande parte das pessoas, as tecnologias de informação e comunicação (TIC) vêm obtendo impactos significativos e avanços no campo do ensino, originando práticas pedagógicas diferenciadas. Dentre essas práticas, tem-se observado o uso, cada vez mais proeminente, de estratégias e componentes de jogos em outras situações que não sejam especificamente de entretenimento, como atividades diárias, hobbies, no contexto educacional, entre outras. Esse fenômeno é chamado de gamificação e consiste em atribuir estratégias, estética, mecânica e dinâmica características de jogos a atividades de contextos diversificados, ou seja, que não são habitualmente de jogos (ALVES, 2015). O propósito é tornar motivadoras, dinâmicas e divertidas atividades que, por outro lado, poderiam ser pouco engajadoras. Assim, a gamificação permite a exploração da experiência que se tem ao jogar um jogo em contextos diferenciados.

O processo de utilização de dinâmicas, mecânicas e componentes de jogos foi nomeado gamificação (*gamification*) em 2002, pelo consultor de empresas britânico Nick Pelling, em referência, especificamente, ao uso de interfaces semelhantes a interfaces de jogos em lojas virtuais, a fim de tornar a experiência mais prática e ágil para o cliente (BURKE, 2015). A palavra entrou para o Dicionário de Oxford no ano 2011 e chegou a ser finalista da escolha de “palavra do ano”. Desde então, seu uso tem se popularizado, bem como os contextos de aplicação, que foram bem além do universo empresarial e afetaram a educação. Segundo Burke (2015):

A gamificação não é apenas a aplicação de tecnologia a velhos modelos de engajamento [...]. A gamificação cria modelos de engajamento completamente novos. Seu alvo são as novas oportunidades de pessoas e o objetivo é motivá-las para que atinjam metas que elas próprias desconhecem. (BURKE, 2015, p. XIV-XV)

Burke (2015) cita a plataforma *Foursquare*, lançada em 2009, como um dos primeiros exemplos da gamificação do cotidiano, em que usuários se cadastravam e, ao realizarem *login* de algum estabelecimento (bares ou restaurantes, por exemplo), eram pontuados e poderiam acumular distintivos e trocá-los por recompensas posteriormente. Já Fuchs (2018) realiza um retrospecto da origem da gamificação, citando exemplos de jogos criados para finalidades

sérias, ao longo de séculos anteriores, muito antes de a palavra *gamification* surgir. Entretanto, conforme alerta, naquele momento as estratégias de jogos eram vistas como ludificação, pois abarcavam não só jogos, mas brincadeiras em geral ou outras dinâmicas de divertimento em atividades ditas sérias. Para o autor, as palavras anteriores, como ludicização ou ludificação, não foram suficientes para competir com o termo *gamification* em precisão. Além disso, a gamificação está relacionada ao contexto digital: “Todas as definições de gamificação propostas desde 2002 baseiam-se na ideia de que os jogos digitais são uma referência sem a qual a gamificação não poderia ser concebida” (FUCHS, 2018, p. 22).

Convém então, recorrer ao conceito de jogo, que, segundo Huizinga (2012), consiste em uma ação voluntária, por depender da vontade dos seus participantes; circunscrita, que ocorre em uma espécie de “círculo mágico”, ou seja, um contexto à parte da realidade; imprevisível, já que seu desfecho depende das ações de outros jogadores; fantasiosa, à medida que cria universos e narrativas ficcionais; e reversível, isto é, que permite a volta ao *status quo* normal dos jogadores após seu término. Os jogos, desde o início das civilizações, têm atraído as pessoas, passando e evoluindo de uma cultura para outra, como, por exemplo, os jogos de imitação, mímicas e adivinhação. Seu poder de atração está em transformar a realidade a partir de uma experiência dinâmica e, geralmente, lúdica.

Por essa razão, seu uso em situações que não habituais de entretenimento e diversão tem sido visto como estratégico. Conforme Vianna (2014), nos dias atuais, os jogos se apresentam em diversas áreas do conhecimento humano, com o intuito de alcançar um objetivo principal que está além da mera diversão. Kotler, Kartajaya e Setiawan (2017, p. 192) explicam que a “gamificação – uso de princípios dos jogos em contextos alheios ao jogo – é um método poderoso de aumentar o engajamento dos consumidores”. Isso acontece porque, ao criar uma experiência diferenciada para determinada atividade, com componentes de jogos, é criada uma circunstância potencialmente atraente para o público.

No contexto educacional ou de ensino, a gamificação tem sido utilizada como estratégia para motivar e engajar estudantes na aprendizagem, como demonstram os trabalhos de Knoll (2019) e Martins, Giraffa e Lima (2018). Knoll (2019) utilizou a gamificação na avaliação de estudantes do Ensino Superior, substituindo a avaliação tradicional por meio de prova escrita por uma experiência semanal de acúmulo de atributos que geravam habilidades extra aos

participantes. Dessa forma, as tarefas diárias de estudo foram convertidas em pontos de experiência para que o aluno tivesse possibilidades diversificadas ao responder questões sobre o conteúdo, além de funcionar como nota de participação em aula. Assim, os alunos foram atribuídos a diferentes classes de personagens, seguindo elementos de jogo de RPG. O relato de experiência indicou que a dinâmica de jogo inserida na sala de aula semanalmente contribuiu para o aumento da participação dos estudantes em relação a outras turmas não gamificadas pela docente.

Martins, Giraffa e Lima (2018) realizaram um estudo de caso envolvendo 18 estudantes de Pós-graduação *Stricto sensu*, por meio de uma atividade gamificada com uso de elementos de RPG digital, tipo de jogo em que encontraram possibilidades úteis para o uso pedagógico. Segundo as autoras, associar práticas pedagógicas com vivências típicas da cultura digital, como os jogos, desenvolve a motivação e o engajamento dos estudantes. Dessa forma, a prática pedagógica associa-se com as vivências da cultura digital.

Barrére, Vitor e Almeida (2017) fizeram um estudo de caso a partir de um MOOC no Moodle, com foco no uso do *Ranking Block* como recurso principal de gamificação. O MOOC do estudo iniciou com 761 participantes, dos quais 30% concluíram o curso, que estava gamificado com uso de emblemas por realizações e *ranking* acoplado ao Moodle. Segundo os autores, esses dois elementos de gamificação foram bastante úteis para ajudar a manter o interesse dos cursistas, com destaque para o *ranking*, que foi modificado posteriormente pelos pesquisadores. Contudo, segundo os autores, *Ranking Block* atualmente disponível para ser instalado no Moodle possui limitações, como: falta de documentação sobre seus recursos e modos de funcionamento, atribuição de pontos a qualquer tipo de resposta dada pelo estudante ou a qualquer tipo de interação feita no ambiente, impossibilidade de atribuir pontos a partes de uma atividade, e não à atividade completa, por exemplo.

É importante frisar que, no contexto educacional, os objetivos da gamificação devem estar bem alinhados com os objetivos de aprendizagem (SEIXAS; GOMES; MELO FILHO, 2020), ou seja, dinâmica e mecânica de jogo constituem a estratégia de engajamento dos estudantes, mas não a finalidade em si. Segundo os autores, um ganho importante advindo da gamificação é o fato de que “proporciona ao professor uma visão geral do desenvolvimento de seus alunos em termos de comportamento na sala de aula e habilidades cognitivas adquiridas. Além disso, a gamificação permite aos alunos reconhecer as competências que alcançaram e,

assim, avaliar aquelas que ainda precisam desenvolver” (SEIXAS; GOMES; MELO FILHO, 2020, p. 57). Isso ocorre pela mecânica de *feedback*, por exemplo, que no jogo é imediato, dando ao aprendiz a noção sobre seu desempenho.

Como estratégia metodológica, a escolha pela gamificação reside no fato de que os jogos são “interações lúdicas significativas” (LUZ, 2018, p. 40), isto é, jogar faz sentido do ponto de vista do estudante, o qual encara o jogar como uma experiência prazerosa e divertida. O autor complementa afirmando que, ao encontrar significado (sentido) nas suas ações, o jogador passa a considerar aquela atividade importante. A partir dessa importância compreendida pelo jogador, a atividade torna-se motivadora. Sendo assim, para o autor, a motivação incentivada pela gamificação decorre dos seguintes pontos: aprendizado (jogamos porque gostamos de aprender); desafio (os desafios atraem os jogadores); *feedback* (rápido e claro, ao contrário das atividades habituais de ensino); significado épico (sentir-se importante no contexto do jogo é motivador); prazer autotélico (derivado do prazer de jogar).

Fuchs (2018) afirma que a gamificação, apesar de ser fenômeno recente na movimentação de mercados, tem uma origem muito anterior e pré-digital, referente à ludificação de contextos adversos aos jogos. O autor realiza um panorama em que situa a gamificação, antes de se chamar dessa forma, como prática corrente no contexto religioso, exemplificada por um baralho de cartas com conhecimentos religiosos que visavam inculcar o espírito cristão nos jogadores, e, inclusive, na música, mediante jogos que ensinavam as regras de composição.

Considera-se que os jogos e as experiências de gamificação podem ser digitais ou analógicos, ou seja, não é obrigatório o uso de interfaces gráficas digitais, pois a gamificação pode ser feita com recursos materiais de tabuleiros, cartas, dados, peões, etc. Entretanto, as ferramentas digitais são bastante úteis à gamificação, especialmente quando o número de jogadores é amplo ou quando os participantes estão geograficamente distantes. Também, o uso de recursos digitais pode facilitar a inserção da gamificação como experiência por mais tempo ao longo do dia, já que não tem necessariamente hora e local para acontecer, por exemplo, um *ranking* social ou uma tarefa podem ser acessados e realizados em qualquer parte do dia do jogador, conforme sua escolha. E, nesse sentido, têm-se destacado sites, aplicativos e extensões que possibilitam a gamificação, a exemplo de *chorewars.com*, *Habitica* e *Level Up!*.

4. Metodologia

A pesquisa realizada foi qualitativa, com método descritivo a partir das características do objeto de estudo, o *plugin Level Up!* e os seus recursos de gamificação. A seleção do *plugin* ocorreu por dois critérios: por estar disponível para instalação no ambiente virtual *Moodle* e por ser uma ferramenta de gamificação.

Após a seleção do *plugin* e a sua instalação, para fins de acesso aos recursos, no ambiente virtual *Moodle* de um curso em uma instituição de ensino privada que

usa o ambiente virtual como apoio ao ensino presencial e como ambiente de educação a distância, foram identificados os elementos de gamificação encontrados na extensão. Para esse procedimento de análise, foram utilizadas as categorias de estética, mecânica e dinâmica de jogos descritas por Alves (2015) a partir da tríade defendida por Werbach e Hunter (2012). Existem três eixos de componentes que cooperam para criar a experiência de jogos em ambientes que são alheios ou diversos do entretenimento, como o ensino. Os elementos estão definidos na Figura 1.

Figura 1 – Elementos de jogos.



Fonte: elaboração dos autores.

Esses elementos não precisam estar todos presentes ao mesmo tempo em um jogo ou prática de gamificação, ou seja, cabe ao *designer* da experiência de jogo, nesse caso, o professor, selecionar quais recursos que serão utilizados ou suficientes para a atividade pedagógica proposta. Da mesma maneira, um *plugin* não precisa apresentar todos esses elementos para viabilizar a gamificação. Com esses recursos, uma prática pedagógica que seria tradicional, como a avaliação de estudantes por participação em aula, por exemplo, pode se tornar uma experiência de jogo, em que os estudantes competem ou cooperam entre si pelo alcance de pontuações, o que se traduz na motivação para o aprendizado.

Os procedimentos de análise foram divididos em três etapas: 1) etapa de contextualização do tema (teorias consultadas); 2) etapa de análise descritiva do *plugin* (características da extensão e tríade estética-

mecânica-dinâmica); 3) etapa interpretativa dos resultados apoiada nas teorias. Assim, a análise prosseguiu com observação, identificação e descrição de cada categoria (estética, mecânica e dinâmica). O procedimento seguinte à análise descritiva foi a compreensão de como os recursos contribuem para a gamificação a partir das teorias consultadas, citando principalmente: Werbach e Hunter (2012), Alves (2015), Luz (2018), Fuchs (2018), Seixas, Gomes e Melo Filho (2020). Em seguida, foi feita a reflexão sobre as vantagens e as limitações oferecidas pelo uso dessa extensão no contexto de ensino.

5. Resultados e discussão

Com o intuito de realizar uma análise descritiva dos recursos de gamificação oferecidos pelo *plugin Level Up!* quando instalado no *Moodle*, são descritos os passos para a configuração desta ferramenta, e

posteriormente são apresentados, com explicação e ilustração, os recursos de gamificação presentes na extensão.

5.1 O plugin Level Up!

A ferramenta *Level Up!* apresenta a mesma funcionalidade de duas formas diferentes: uma aplicada ao AVA (neste caso, restrito ao Moodle) de uma instituição, fazendo um *ranking* global, abrangendo todos os participantes ativos na plataforma, independentemente dos cursos ou disciplinas em que o aluno atua. Na segunda forma, o *plugin Level Up!* é aplicado de forma individual em cada curso ou disciplina, cada qual com seu próprio *ranking*, em que a atuação do aluno em uma disciplina ou curso não afeta o seu resultando em outros cursos ou disciplinas.

Pensado em um ambiente próprio para se trabalhar com gamificação, o primeiro cenário precisa apresentar algumas características adequadas para funcionar, tais como: todos os alunos precisam ter as mesmas chances de pontuação, o que não ocorre em um *ranking* global, pois os alunos que participarem de mais disciplinas ou cursos têm mais chances de adquirir pontos, assim, conseguem uma posição melhor no *ranking*; além disso, as disciplinas ou cursos precisam ter um padrão de utilização dos recursos que geram pontos aos alunos, ou seja, se os professores são livres para configurar os seus ambientes, podem alterar a chance de aquisição de pontos para seus alunos.

Caso contrário, ao optar pela aplicação “em cursos”, os pontos de experiência ganhos apenas serão computados no curso no qual o bloco foi adicionado.

Ao optar por “para todo o site”, um usuário irá avançar de nível em todo o site em vez de apenas por curso, todas as experiências obtidas ao longo do site serão usadas. Além disso, a opção “para todo o site” pode acarretar maior interesse por parte dos estudantes, mas requer um engajamento de quase totalidade dos professores de uma instituição, caso contrário, não tem por que ser aplicado.

Considerando a experiência de gamificação, interessa ao professor que organiza a dinâmica de jogo estabelecer um clima de cooperação, colaboração e motivação para os jogadores (estudantes). Nesse sentido, o professor deve avaliar se a competitividade tornaria o ambiente da sala de aula mais produtivo ou se, pelo contrário, seria criado um clima desfavorável à participação e à aprendizagem. Ao optar pela competição entre cursos, ou seja, de modo global no Moodle da instituição, essa questão pode ser parcialmente resolvida, haja vista que a competição seria entre turmas mais do que entre indivíduos do mesmo curso.

A seguir, estão relatados os recursos de gamificação encontrados no *plugin*. A ferramenta *Level Up!* é instalada com algumas pré-configurações definidas, dentre elas a existência de dez níveis possíveis para a progressão do estudante (Figura 2), assim como uma quantidade de XP (pontos de experiência) necessários para o aluno atingir cada nível. Na Figura 2 por exemplo, o nível 2 está configurado para ser atingido pelos alunos ao adquirirem 120 pontos de experiência.

Figura 2 - Configuração dos níveis

Níveis padrões

Geral

Quantidade de níveis 10

Usar o algoritmo Sim

Atualizar e visualizar

Mostrar mais ...

Nível #1

Pontos requeridos 0

Nome do nível

Descrição do nível

Nível #2

Pontos requeridos 120

Nome do nível

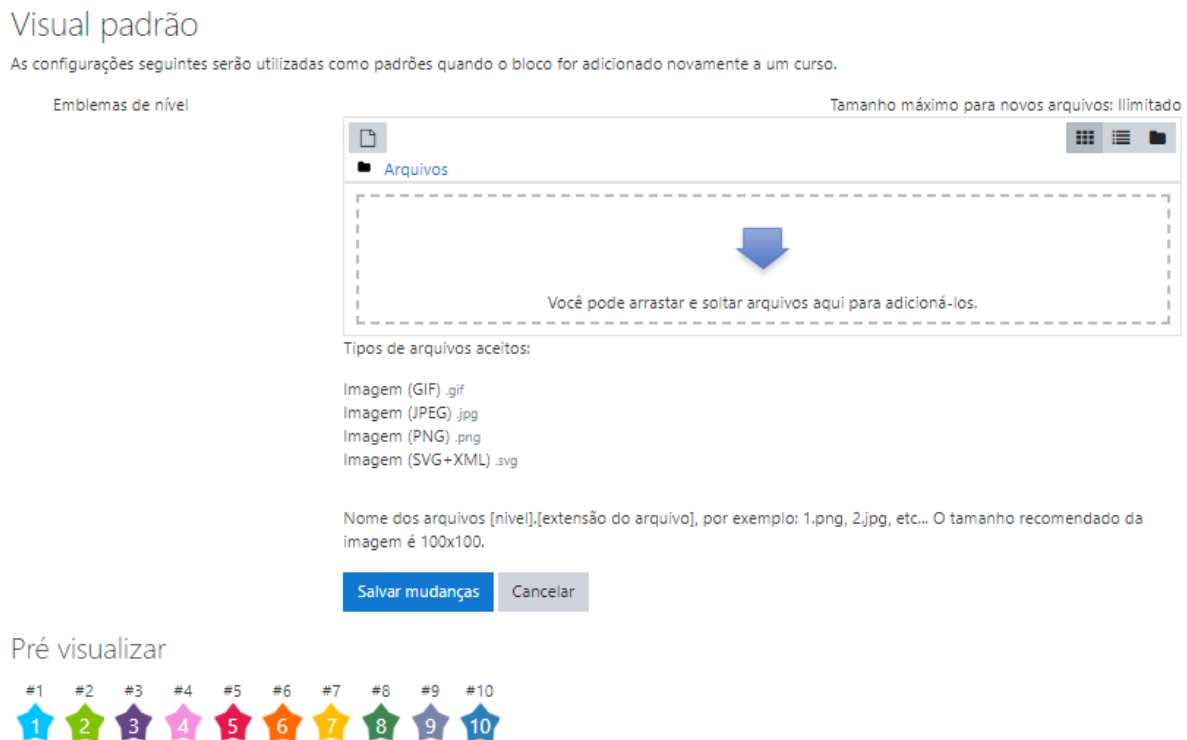
Descrição do nível

Fonte: captura de tela.

Com isso, pode ser realizada a criação de atividades e tarefas a serem completadas pelo usuário com a finalidade de alcançar uma pontuação, o que viabiliza a gamificação do ponto de vista da dinâmica do jogo. Os dez níveis padrões propostos pela ferramenta

possuem imagens para ilustrar cada nível (Figura 3), sendo que a instituição de ensino pode customizar essas imagens conforme o seu interesse.

Figura 3 - Configuração dos níveis

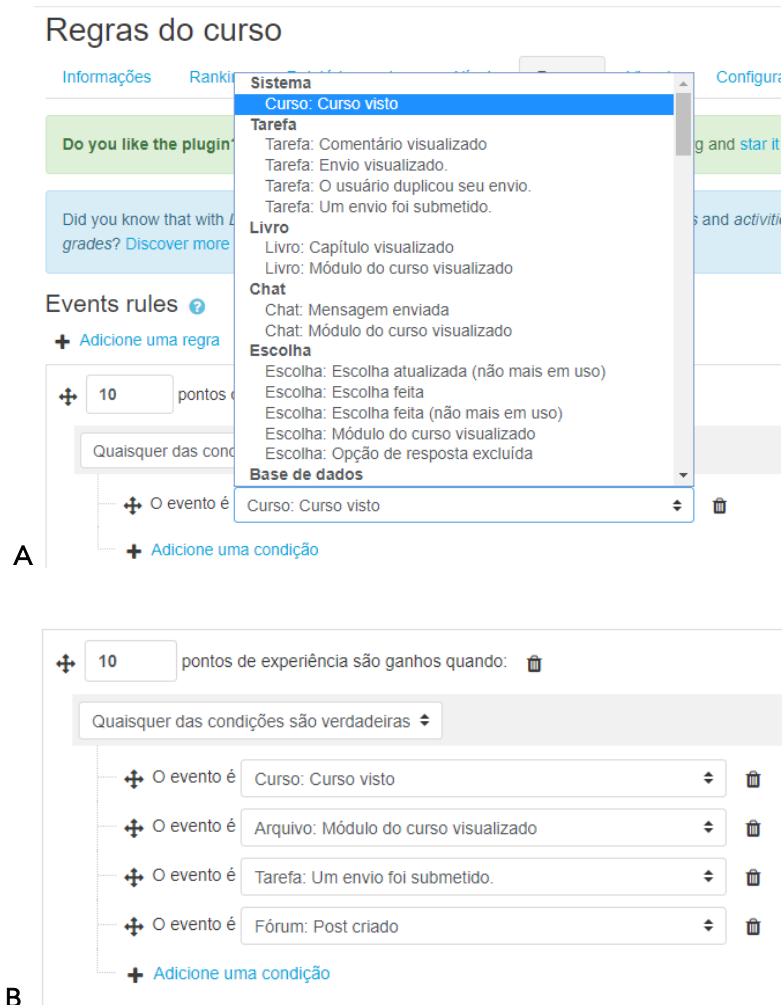


Fonte: captura de tela.

As mecânicas da gamificação são estabelecidas nas configurações, com a escolha das condições realizadas pelo próprio professor da disciplina. No *Level Up!*, essas mecânicas de gamificação são denominadas regras (Figura 4A.) em que o administrador/professor estipula os pontos de experiência ganhos, seguidos pelas condições de conquista. Dessa forma, a ferramenta possibilita aplicar condições de conquista em diferentes recursos nativos do *Moodle*, como fóruns, tarefas, wiki e entre outros. Para cada um desses recursos, as condições de conquista podem ser associadas a diferentes ações de usuário, por exemplo: pode ser criada uma regra para o usuário adquirir 25 pontos de experiência, sendo que as condições de conquista

desses pontos pode ser a criação de um novo *post* no fórum e acrescentar uma resposta a um *post* criado por um colega. Nesse exemplo, o usuário deve completar as duas ações (denominados eventos na ferramenta) propostas para conquistar os 25 pontos de experiência. No modelo de regra apresentado na Figura 4B, o usuário pode adquirir 10 pontos de experiência ao executar ações, como responder uma tarefa e criar uma postagem em um fórum, de forma independente, ou seja, não existe a necessidade de completar todas as condições para conquistar os pontos, e isso permite que a conquista dos pontos se repita.

Figura 4 – A. Tela para a determinação das Regras; B. Regras



Fonte: captura de tela.

O estudante pode acompanhar a sua evolução na ferramenta por meio de um banner acrescentado pelo professor à disciplina ou pelo administrador do AVA no painel inicial do Moodle. Nesse banner (Figura 5), destaca-se o ícone configurado referente ao nível que o

usuário se encontra, e logo abaixo dele, uma barra de progresso dentro daquele nível, informando a quantidade de pontos de experiência possuídos e o restante para atingir o nível seguinte.

Figura 5 - Banner de nível para controle por parte do estudante

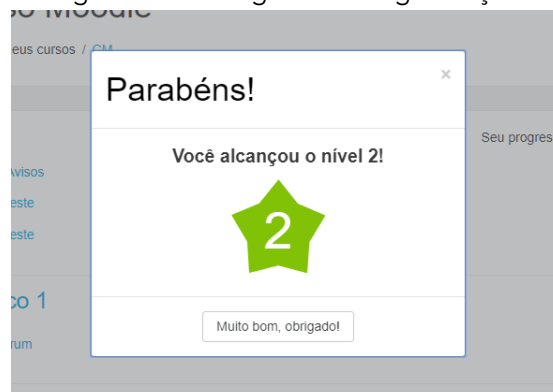


Fonte: captura de tela.

No momento em que o estudante adquirir os pontos de experiência necessários para o subir de nível, uma notificação de congratulações é apresentada, informando qual foi o nível alcançado. Essa mensagem é importante para que o estudante tenha um feedback do seu progresso na gamificação e, assim, demonstre

maior engajamento com a realização das tarefas. Sua motivação dentro do curso depende de realizar tarefas e, conseqüentemente, obter progresso visível dentro do jogo. Como recurso de gamificação e de aprendizagem, o reforço positivo é fundamental (Figura 6).

Figura 6 - Mensagem de congratulação

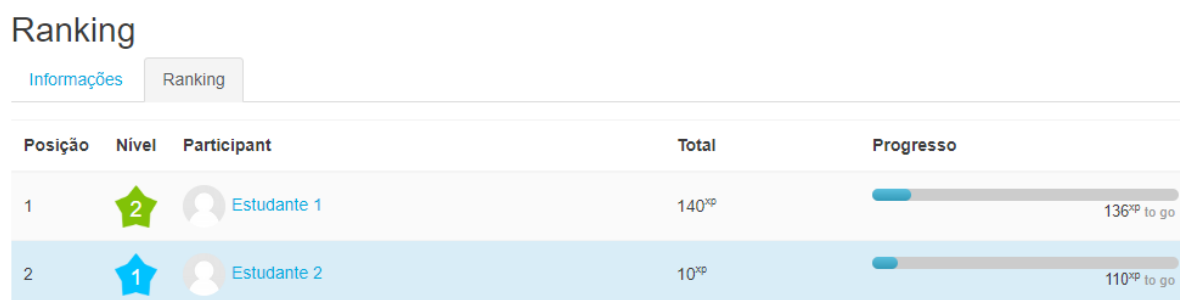


Fonte: captura de tela.

Ainda no banner, é possível verificar um breve log das últimas ações que resultaram em pontos de experiência e em seguida, ter acesso ao *ranking* da ferramenta, que funciona de forma global ou separada

por cursos ou disciplinas. O *ranking* lista todos os usuários que conquistaram pontos de experiência (Figura 7).

Figura 7 - Visualização do Ranking



Fonte: captura de tela.

Assim, esse recurso serve para acrescentar motivação aos estudantes mais competitivos, que desejam a melhor posição possível, bem como por aqueles que necessitam visualizar melhor o próprio progresso em comparação com a turma. Entretanto, é importante que o *ranking* não seja utilizado para segregar ou desmotivar usuários que já estejam muito defasados no jogo em termos de pontuação.

5.2 Recursos de gamificação

Tendo sido descritos os principais recursos de gamificação presentes no *plugin Level Up!*, é possível compreender sobre seu funcionamento em uma experiência de gamificação no ensino conforme os conceitos apresentados por Werbach e Hunter (2012), Alves (2015), Luz (2018), Fuchs (2018), Seixas, Gomes e Melo Filho (2020). Segundo Alves (2015) afirma, devido à grande quantidade de recursos possíveis para a implementação de gamificação em diferentes contextos, torna-se pouco provável a existência de uma

ferramenta que contemple todos ao mesmo tempo. É importante destacar que a forma como a gamificação será feita varia conforme o objetivo de aprendizagem (SEIXAS; GOMES; MELO FILHO, 2020), assim, é apropriado que a ferramenta de gamificação, neste caso, o *plugin*, ofereça certa diversidade de opções de uso.

Além disso, cabe considerar também que, para um professor mais experiente em gamificação de ambientes de ensino e aprendizagem, já seria bastante complexo utilizar um número muito amplo de ferramentas. Contudo, o *Level Up!* apresenta uma quantidade significativa de recursos de gamificação, com uso relativamente simples, já que as opções são acessíveis e de fácil visualização, oportunizando o seu uso por parte de professores já experientes em gamificação, assim como por iniciantes nessa prática. Os recursos encontrados estão representados no infográfico da Figura 8.

Figura 8 – Elementos de gamificação e sua ocorrência no *Level Up!*

Fonte: elaborado pelos autores.

Essa riqueza de elementos da tríade estética-mecânica-dinâmica é decorrência da era digital, que possibilita a criação e o aperfeiçoamento de uma extensão programada para implementar vários recursos de gamificação em um ambiente de aprendizagem como o *Moodle*, automatizando processos que, se fossem implementados manualmente, seriam bastante trabalhosos aos professores. Cabe reiterar, a partir de Fuchs (2018), que a ludificação em ambientes de aprendizagem presenciais também é possível com recursos analógicos e foi feita em séculos anteriores, pré-digitais, o que confirma a vontade humana já antiga de ludificar contextos de não jogos, a fim de acrescentar uma dose de entretenimento a diferentes experiências.

O conceito de emoções é contemplado pela ferramenta por meio da satisfação adquirida ao subir de nível e da alegria ou frustração acarretada pela mudança de posições no *ranking*. A importância desse elemento é que são as emoções que geralmente dão o caráter lúdico ou de entretenimento à gamificação, à medida que exploram os sentimentos de, por exemplo, ganho, perda, competição, cooperação e diversão nos participantes. Nesse sentido, cabe a explicação de Werbach e Hunter (2012), de que a gamificação funciona como um sistema de motivação extrínseca, ou seja, próprio para atividades que não engajam os indivíduos intrinsecamente. Isso significa que, se os estudantes não se conectam com a situação de aprendizagem por meios tradicionais, a gamificação é uma estratégia para motivá-los a aprender e, nesse aspecto, a emoção é um fator predominante: os estudantes aprendem melhor quando envolvidos emocionalmente em um contexto.

A existência de um *ranking* faz com que o conceito de placar seja atendido pela ferramenta. O *ranking* também está associado ao conceito de gráfico social, pois permite que o perfil do estudante funcione como uma extensão do seu círculo social ao permitir que seja visualizado pelos demais estudantes e também pelo professor. Possibilitar que os estudantes acompanhem o progresso uns dos outros potencializa os conceitos de cooperação e competição, conceitos que, ainda que pareçam divergentes, podem evoluir em conjunto. Conforme Alves (2015, p. 81), na gamificação, em vários jogos, “tanto cooperação quanto o resultado individual são necessários para que se alcance o resultado com sucesso, por isso um jogo não precisa ser necessariamente só competitivo ou só cooperativo”. E isso funciona em conjunto com outro recurso importante

encontrado, o feedback. Quando o estudante recebe uma notificação alertando-o que atingiu um novo nível, o conceito de feedback, que se refere ao acompanhamento do progresso do jogador, é plenamente atendido.

Já o recurso de *badges*³ é fundamental para a extensão por possibilitar a configuração de diferentes ícones de customização dos níveis para uma melhor representação visual. Sem o recurso de *badges* já incluído no *Level Up!*, o usuário dependeria de algum outro tipo de resposta dada pelo professor ou ficaria restrito ao *ranking*. A ressalva, nesse aspecto, se apoia na afirmação de Werbach e Hunter (2012) de que a gamificação não pode ser excessivamente simplificada como um *design* de recompensas. Por essa razão, devem ser implementados outros componentes de jogo para estimular os jogadores.

Além disso, a existência de níveis para a progressão dos estudantes dentro da ferramenta ampara o conceito de Níveis. E a possibilidade de configurar previamente pontos de experiência para atingir esses níveis abrange os conceitos de pontos e de progressão, à medida que o estudante passa a conhecer os pontos necessários para atingir novos níveis. Já a definição de uma gratificação (10 pontos de experiência) consiste no recurso de recompensa. Sem recompensa, não há bonificação ou vantagem percebida pelo estudante.

O ato de permitir configurar diferentes recursos do *Moodle* (AVA) como parte das regras para adquirir uma quantidade específica de pontos de experiência faz com que o conceito de realizações esteja presente na ferramenta. Conforme configurações do *Moodle*, é possível fazer com que um recurso esteja disponível após a conclusão de outro recurso, fazendo com que o mecanismo de recompensa seja mais dinâmico. É nesse recurso também que se situa o principal ponto de interação entre o *plugin* e o ambiente virtual de aprendizagem. É dessa maneira que as interações do aluno com o professor, com os conteúdos e seu desempenho nas atividades de ensino e aprendizagem transformam-se em parte do jogo.

O fato de ser visível o quanto de experiências necessita para atingir um próximo nível, assumindo este como objetivo pelo jogador, caracteriza o recurso de desafio. Com isso, articula-se outro conceito denominado estado de vitória. É a representação de um estado de vitória, que pode ser identificado na visualização do *ranking* ou na aquisição de uma *badge*,

³ *Badges* são distintivos ou emblemas atribuídos a jogadores.

por exemplo, um dos principais motivadores do desempenho do estudante.

Já os conceitos de constrições, relacionamento e investigação ou exploração foram categorizados como parcialmente atendidos pelo *Level Up!* por dependerem de recursos do AVA ou de outros recursos acrescentados pelo professor, e não da ferramenta em si, ou seja, a sua implementação torna-se possível pela inclusão de outros aspectos e desafios. As constrições referem-se à possibilidade de haver diferentes caminhos para se atingir um mesmo objetivo, o que, na ferramenta *Level Up!*, pode ser atingido configurando os recursos do Moodle, como por exemplo: definir datas e prazos para a entrega de atividades que creditam pontos aos estudantes, definindo ou não uma ordem cronológica para sua conclusão. O conceito de relacionamento também só pode ser atingido com a utilização de outros recursos do Moodle, como a visualização do perfil do estudante e o envio de mensagens, o que pode ser incentivado pelo professor. E por fim, investigação ou exploração consistem em diferentes formas de aquisição de pontos de experiências, mas o estudante deve vasculhar o AVA ou a disciplina/curso em busca desses pontos, e para isso, depende da configuração de diferentes recursos do Moodle (tarefas, wikis, fóruns...) e, novamente, de mecanismos incluídos pelo professor.

Segundo Luz (2018, p. 39), "entender melhor como funcionam as dinâmicas de motivação que envolvem os jogos é fundamental e pode nos mostrar como escapar de certas armadilhas encontradas em muitas estratégias de gamificação". O autor destaca que cada processo de gamificação é único e requer uma análise detalhada do seu contexto e participantes. Contudo, um aspecto fundamental que deve ser comum a todas as experiências desse tipo é ter o cuidado de não distanciar a gamificação do ato de jogar: gamificar é utilizar uma filosofia de jogo em um contexto de não jogo. Então, a cautela está em entender as particularidades de cada caso e saber identificar oportunidades e possíveis problemas na sua implementação.

Como reflexão deste estudo descritivo, acrescenta-se que o uso do conceito de jogos estabelece desafios individuais e coletivos, competitivos ou cooperativos, ou seja, mobiliza o participante, nesse caso, o estudante, a realizar tarefas, adquirir habilidades e exercitar suas competências. É dessa maneira que, ao ser adicionado ao ambiente virtual de aprendizagem Moodle, *Level Up!* possibilita engajar estudantes e estabelecer novas formas de interação entre professor e alunos. O jogo pode ser pensado como um instrumento para promover uma experiência ou como uma combinação de elementos adequados para promover

uma experiência que conduza à aprendizagem. O *Level Up!* pode ser utilizado de ambas as formas: ele próprio como uma ferramenta para gamificar um curso ou disciplina na sua totalidade ou inserido dentro de uma experiência específica promovida pelo professor. Nesse caso, a experiência não precisa durar todo o tempo do curso, pode ter um funcionamento limitado, dentro de uma prática de ensino-aprendizagem. Em ambos os casos, são os elementos de jogos que potencializam a atividade humana, tanto de ensinar, quanto de aprender.

6. Considerações finais

Considerando que a gamificação no contexto educacional ainda é vista como estratégia pedagógica emergente, sendo tratada como novidade e, às vezes, utilizada de forma intuitiva pelos professores, a contribuição científica deste estudo está relacionada à articulação com as teorias que ajudam a validar a implementação da gamificação e, além disso, ao conjunto de dados descritos, que auxilia a escolha do *plugin* como recurso útil para essa finalidade. Uma ferramenta de gamificação deve oferecer a tríade de componentes estéticos, mecânica e dinâmica, para dar suporte à gamificação em um ambiente de aprendizagem, assim, precisa ser suficientemente rica em possibilidades, principalmente tendo em vista as diversas disciplinas, cursos e práticas pedagógicas em que poderá ser utilizada.

Com o estudo apresentado, foi possível identificar o potencial do *plugin Level Up!* como ferramenta de gamificação associada ao ambiente virtual de aprendizagem Moodle. Dada a importância da gamificação para o engajamento dos estudantes (MARTINS; GIRAFFA; LIMA, 2018; KNOLL, 2019) no ensino por meios digitais ou mesmo no ensino presencial apoiado pelo ambiente virtual de aprendizagem, a aplicação do *plugin* neste estudo mostrou-se relevante para compreender os diferentes recursos que possibilitam a gamificação, com a ressalva de que as personalizações feitas pelo professor e pela instituição de ensino podem gerar resultados distintos.

Um aspecto que deve ser planejado com cuidado pelos docentes é o *ranking* global aplicado ao AVA, que pode acarretar acréscimo de interesse em participação para estudantes de diferentes cursos que desejem adquirir mais pontos de experiência. Entretanto, esse modo de *ranking* global pode ir de encontro a uma das condições da gamificação, que se refere a dar as mesmas chances de pontuação a todos os participantes, já que, em cada sala de aula virtual, as configurações serão feitas por diferentes professores. Por outro lado,

rankings aplicados de forma restrita a cada curso ou disciplina mantém a dinâmica de igualdade de chances na competição, pois mantém um *ranking* diferenciado para cada curso ou disciplina.

Outro ponto que deve ser pensado previamente ao aplicar o *plugin* é a competitividade gerada entre estudantes. Para muitos, a competitividade é um fator motivacional, mas para outros perfis de jogadores, o esforço necessário mensurado pode afastá-lo do interesse em se dedicar aos estudos, pois a ideia de que seu esforço pode não gerar resultados satisfatórios ou suficientes em comparação com outros jogadores pode desmotivar, criando um sentimento de fracasso ou incapacidade. Nesse ponto, é importante que o professor conheça seus alunos e a dinâmica da própria turma antes de iniciar a gamificação, já que, como Alves (2015) explica, os indivíduos aprendem e jogam de forma diferente.

Quanto aos recursos de gamificação que não foram encontrados em *Level Up!*, isso pode ser explicado pela dificuldade de reunir, em um mesmo *plugin*, tantos elementos capazes de personalização para o ambiente virtual de aprendizagem. Entretanto, essa falta não reduz a sua capacidade de gamificar a experiência de ensino-aprendizagem em uma sala de aula virtual, pelo contrário, isso pode ser visto como um facilitador do uso da extensão por iniciantes no assunto.

Assim como Lévy (2010), Knoll (2019) e Kenski (2012) apresentam, existe uma necessidade atual crescente de um dinamismo no ensino, e as ferramentas digitais surgem como grande aliada dos docentes. Isso posto, o *Level Up!* se mostra como uma importante ferramenta digital, que possui diferentes formas de aplicabilidade, e sua customização permite maior heterogeneidade para uso em diferentes contextos de ensino.

Por fim, cabe a reflexão de que a gamificação é uma prática multidisciplinar que pode se destinar a diversos contextos de aplicação e objetivos. Quando os objetivos são pedagógicos, é vantajoso ter um *plugin* que possibilite a habilitação de *badges*, estados de vitória, gráficos sociais e realizações, dentre outros recursos que facilitem o engajamento dos jogadores, que, neste caso, são os estudantes. Os jogos, de fato, atraem os participantes por suas dinâmicas interativas e ligadas ao entretenimento, assim, podem trazer resultados positivos aos jogadores, inclusive em situações de ensino formal, isto é, em uma sala de aula. Nesse sentido, gamificar uma sala de aula virtual com o uso de uma extensão que pode ser aplicada com facilidade pelo professor mostra-se bastante oportuno, especialmente em tempos de ensino remoto ou por tecnologias virtuais.

Referências

- ALVES, Flora. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. São Paulo: DVS, 2015.
- BARRÉRE, Eduardo; VITOR, Marluce Aparecida; ALMEIDA, Miguel Alvim de. Ampliação das Possibilidades de Gamificação no *Moodle*. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [S.l.], p. 605, out. 2017. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7589/5385>. Acesso em: 04 jul. 2020.
- BURKE, Brian. **Gamificar**: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias. São Paulo: DVS, 2015.
- CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 20. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- COSTA, Evandro; AGUIAR, Janderson; MAGALHÃES, Jonathas. Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais: conceitos, técnicas e aplicações. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 1, n. 1, 2013.
- FUCHS, Mathias. Precusores pré-digitais da gamificação. In: SANTAELLA, Lucia; NESTERIUK, Sérgio; FAVA, Fabricio (Orgs.). **Gamificação em debate**. São Paulo: Blucher, 2018. pp. 21-37.
- GYÖRGY, Péter. Virtual distance. In: NYÍRI, Kristóf (ed.). **Mobile communication**. Essays on cognition and community. Viena: Passagen Verlag, 2003. pp. 97-104.
- HUIZINGA, Johan. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. 7.ed. São Paulo: Perspectiva SA, 2012.
- KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction**: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- KARTAJAYA, Hermawan; SETIAWAN, Iwan; KOTLER, Philip. **Marketing 4.0**. Rio de Janeiro: Sextante, 2018.
- KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 9.ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.
- KIRYAKOVA, Gabriela; ANGELOVA, Nadezhda; YORDANOVA, Lina. **Gamification in education**.

Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference, 2014.

KNOLL, Graziela Frainer. Gamificação como prática de avaliação no Ensino Superior. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 11, vol. 32, Edição Temática XIII - 3º Simpósio Internacional sobre Games, Gamification e Tecnologias na Educação (UFSM), p.1-9, dez./2019. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2020/02/Art2-Ano-11-vol32-Dezembro-2019.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. O futuro do pensamento na era da informática. 2.ed. São Paulo: Edições 34, 2010.

LUZ, Alan Richard da. Gamificação, motivação e a essência do jogo. In: SANTAELLA, Lucia; NESTERIUK, Sérgio; FAVA, Fabricio (Orgs.). **Gamificação em debate**. São Paulo: Blucher, 2018. pp. 39-50.

MARTINS, Cristina; GIRAFFA, Lucia Maria Martins; LIMA, Valderes Marina do Rosário. Gamificação e seus potenciais como estratégia pedagógica no Ensino Superior. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.16, n.1, jul./2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86005/49373>. Acesso em: 06 abr. 2020.

MARTINS, Diego de Oliveira; TIZIOTTO, Simone; CAZARINI, Edson. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) como ferramentas de apoio em Ambientes Complexos de Aprendizagem (ACAs). **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 15, p. 113-131, 2016/05/24. Disponível em: http://seer.abed.net.br/edicoes/2016/08_Ambientes_virtuais_aprendizagem.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

MOODLE Stats. 2020. Disponível em: <https://stats.Moodle.org/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

MORAN, José Manuel. **Mudar a forma de ensinar com a Internet: transformar a sala de aula em pesquisa e comunicação**. Disponível em: http://www2.ufpel.edu.br/crm/pgl/computador/mudar_com_internet.pdf. Acesso em: 03 abr. 2020.

PEREIRA, Alice Theresinha Cybis Pereira; SCHMITT, Valdenise; DIAS, Maria Regina Álvares C. **Ambientes virtuais de aprendizagem em diferentes contextos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

SABBATINI, Renato ME. Ambiente de ensino e aprendizagem via Internet: a Plataforma Moodle. **Instituto EduMed**, v. 25, 2007. Disponível em: <http://www.ead.edumed.org.br/file.php/1/PlataformaMoodle.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SANTAELLA, Lucia. **Linguagens líquidas na era da mobilidade**. São Paulo: Paulus, 2007.

SANTOS, Jose Roberto et al. Estudo comparativo de plugins Moodle para Análise e Acompanhamento da Aprendizagem. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2019.

SEIXAS, Luma da Rocha; GOMES, Alex Sandro; MELO FILHO, Ivanildo José de. Efetividade de mecânicas de gamificação sobre o engajamento de alunos do ensino fundamental: uma experiência no ensino de desenho geométrica. In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo (Orgs.). **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 48-58.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. **For the win: How game thinking can revolutionize your business**. Wharton digital press, 2012.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 82-97

Gustavo Copini Decol

Universidade do Vale do Itajaí

gustavo.copini@gmail.com

Paulo Roberto Zem

Universidade do Vale do Itajaí

paulo-f-z@outlook.com

Alejandro Rafael Garcia Ramirez

Universidade do Vale do Itajaí

ramirez@univali.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: agosto de 2020

Aprovado em: março de 2021

Desenvolvimento de um Ambiente Computacional para a Programação, Geração de Movimentos e a Análise Cinemática de um Robô Didático

Computational Environment for Programming, Motion Generation and Kinematic Analysis of a Didactic Robot

Resumo

O Laboratório de Automação e Robótica da universidade possui um kit robótico denominado Robix, formado por um corpo robótico montável, uma unidade controladora e um software de programação chamado Rascal. O software permite a programação dos movimentos, mas apresenta limitações, pois a geração de trajetórias e a análise cinemática não são recursos com os quais o acadêmico consiga interagir de forma didática. Assim, desenvolveu-se um ambiente computacional, usando o Matlab, para a programação, geração de trajetórias e a análise cinemática do Robix. A interface gráfica desenvolvida visou a aplicabilidade dos cálculos, sendo possível modificar e aperfeiçoar os algoritmos pelos acadêmicos. Também, de modo a tornar a solução independente da unidade de controle original do Robix, e visando à flexibilização da conexão com o computador, foi implementada uma interface via USB, que interage com a plataforma Arduino. Os algoritmos e recursos foram testados com resultados preliminares satisfatórios no aspecto educacional, constatando-se o interesse dos alunos através da observação.

Palavras-chave: Cinemática; Geração de Trajetórias; Robótica.

Abstract

The laboratory of automation and robotics at the university has the robotic kit Robix, which is formed by a mountable body structure, a controller unit, and the software Rascal. The software Rascal allows programming of movements but has some limitations because the generation of motion and kinematic analysis are no resources with which academics can interact in a didactic way. Thus, it was developed a computational solution to program the Robix movements, also featuring the kinematics analysis. The graphical user interface was developed in Matlab including the kinematic analysis and the trajectories generation by academics. Also, was implemented an interface with the robot, via USB, using the Arduino MEGA platform to become independent of the original control unit. All algorithms and resources were tested in the classroom, and the preliminary results were satisfactory also verifying the students' interest through observation.

Keywords: Kinematics; Trajectories Generation; Robotics.

1. Introdução

Os robôs são dispositivos poderosos na indústria. Eles são capazes de realizar diversas tarefas e operações, são precisos e não requerem elementos de segurança e de conforto que os seres humanos necessitam (NIKU, 2013).

Os robôs industriais são utilizados para substituir a operação manual em tarefas repetitivas, para executar tarefas que exigem níveis de precisão elevados e para executar tarefas, em geral, que contenham algum nível de insalubridade ou que ofereçam risco ao ser humano (CRUZ, 2007). As aplicações típicas dos robôs industriais incluem pintura, soldagem, montagem, movimentação de cargas, inspeção de produtos e realização de testes, as quais são realizadas com precisão, velocidade e robustez elevadas.

De acordo com UNECE (The United Nations Economic Commission for Europe), citado por Cruz (2007) a robótica era, em termos globais, uma indústria de 8 bilhões de dólares em 2007, com crescimento esperado para 22,61 bilhões em 2010. Como cita a Robotic Industries Association (RIA, 2014), um total de 22.591 robôs, no valor de 1,39 bilhões de dólares, foi enviado para as empresas norte-americanas em 2013, batendo o recorde anterior de 20.328 robôs no valor de 1,29 bilhões dólares enviados em 2012. Segundo RIA (2014) em 2013 cerca de 228 mil robôs estiveram em uso em fábricas dos Estados Unidos, colocando os EUA em segundo lugar, perdendo apenas para o Japão.

Hoje, devido às grandes mudanças tecnológicas e impulsos de aprendizado na área, como machine learning ou aprendizado de máquina, que é uma tecnologia onde os computadores aprendem (HURWITZ; KIRSCH, 2018) e, também, a inteligência artificial, o valor de mercado dos robôs praticamente triplicou nos últimos anos. Combinando os valores de 2019 até 2021, para robôs e seus serviços, estima-se um valor aproximado de 37 bilhões de dólares (SHAW, 2019).

Além de seu impacto econômico, vale ressaltar a importância da robótica nas mais diversas áreas do conhecimento. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) até o dia 22 de julho de 2020 mais de 600 mil mortos já foram confirmados devido ao Covid-19. Desde então diversos projetos e desafios na área de robótica foram lançados para combater à pandemia, desde técnicas de tratamento de pacientes infectados pelo vírus de forma menos invasiva e segura para os profissionais, até a utilização de robôs para localizar e eliminar micro-organismos, em ambientes infectados, por meio de luz ultravioleta (MURRAY, 2020).

No cenário atual, o ambiente escolar ficar atento às diversas mudanças e, dentre elas, pode-se destacar a inclusão das novas tecnologias lançadas ao mercado. As novas tecnologias podem se tornar também recursos pedagógicos lúdicos e auxiliar significativamente no processo de construção do conhecimento (FRANCISCO Jr.; VASQUES; FRANCISCO, 2010). A robótica emerge como uma dessas tecnologias, tendo suas aplicações relacionadas à área em que se pretende atuar, seja focada no robô móvel ou no manipulador industrial.

Nos ambientes de ensino, em particular, é notória a procura por ferramentas inovadoras, destacando-se a área da Robótica Educacional, que possibilita mostrar na prática os conceitos teóricos e competências, como o raciocínio lógico e a interação e resolução de problemas, de forma lúdica para o aluno (COSTA, 2012).

No Dicionário Interativo da Educação Brasileira (2013), o termo Robótica Educacional é utilizado para “caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares”. A tecnologia, quando aliada a conteúdos lúdicos, possibilitaria tornar o ensino-aprendizagem mais atraente e participativo.

Para Alves et. al (2012), o uso das tecnologias educacionais, por exemplo, baseadas na utilização de kits didáticos no processo de ensino da robótica, permite transformar o ambiente educacional, tornando-o mais desafiador, criativo e dinâmico ao viabilizar a construção do conhecimento baseado em experiências práticas. Nesse contexto, a robótica se torna um eixo motivador na construção e exploração de ambientes interativos no processo de ensino e aprendizado (FERNANDES, 2013).

Este trabalho está alinhado à área da Robótica Educacional. A solução adotada consistiu em desenvolver um ambiente computacional didático para o ensino da Robótica, implementado no Matlab, usando um hardware baseado no Arduino Mega. O ambiente define, através de uma programação própria, as tarefas a serem desenvolvidas por um robô didático baseado no sistema Robix (ROBIX, 1992). Do ponto de vista de software, foram implementadas três estratégias para a geração de movimentos e foi realizada a análise da singularidade. Adotou-se a notação de Denavit-Hartenberg (doravante identificada como D-H) para informar a configuração cinemática do robô. Por sua vez, o hardware recebe, por meio da porta USB (Universal Serial Bus), os movimentos que devem ser executados pelos atuadores acoplados ao robô.

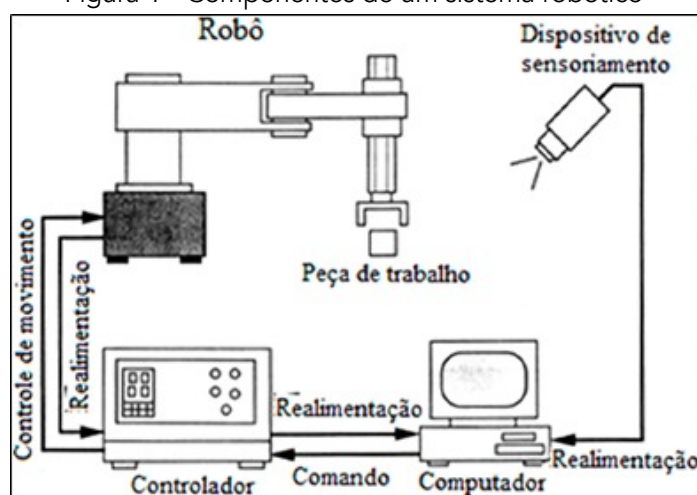
Os benefícios da solução proposta incluem a flexibilização das conexões, tornando possível a utilização de notebook, e a flexibilização da análise matemática, a partir da aplicação dos cálculos cinemáticos e de trajetórias, assim como a flexibilidade da solução adotada possibilita a inclusão de novos algoritmos. O ambiente desenvolvido permite modificações e melhorias, podendo também ser aplicado em um ambiente industrial.

2. Revisão bibliográfica

Um sistema robótico consiste em um manipulador mecânico, um atuador final, um controlador, um computador, e, em algumas aplicações, se incorpora um dispositivo de sensoramento externo, como ilustrado na Figura 1.

Para (POLONSKII, 1996, p. 14) “Os robôs possuem quatro partes essenciais: uma base fixa, um braço articulado, uma unidade de controle e um dispositivo de programação”. Já Niku (2013) descreve que um robô dispõe dos seguintes elementos integrados: Manipulador; Atuador final; Atuadores; Sensores; Controlador; Processador e Software.

Figura 1 - Componentes de um sistema robótico



Fonte: Adaptado de Tsai (1999)

O manipulador é o corpo principal do robô. Consiste em articulações e outros elementos estruturais. O atuador está ligado à última articulação do manipulador, também chamada de mão do robô e tem como função a execução das tarefas necessárias. Os atuadores são os elementos de força, os ‘músculos’ dos manipuladores, que tem como função movimentar as articulações e, conseqüentemente, os elos do robô (ROSÁRIO, 2005). Os atuadores podem ser servomotores elétricos, motores de passo e atuadores pneumáticos ou atuadores hidráulicos, por exemplo.

Por sua vez, os sensores são elementos que coletam os dados relacionados ao robô, ou se comunicam com o ambiente externo. O controlador do robô usa essas informações para determinar as coordenadas de cada articulação, ou elo, para assim poder determinar como comandará os atuadores para executar o movimento desejado (NIKU, 2013).

O controlador recebe os dados do computador, controla o acionamento dos atuadores e coordena os movimentos a partir da informação de realimentação sensorial. Para Rosário (2005), o processador é o

cérebro do robô, faz os cálculos de movimento de articulações, determina a velocidade de cada articulação para atingir o local e a velocidade no atuador final que se deseja e supervisiona as ações do controlador e dos sensores.

Em relação a softwares para robôs são utilizados três grupos. O primeiro é o sistema operacional que opera o processador. O segundo é um software que calcula os movimentos necessários de cada articulação com base na cinemática do robô. O terceiro é um conjunto de rotinas orientadas para as tarefas a serem realizadas pelo robô, como montagem, carregamento de máquinas e manuseio de materiais (ROSÁRIO, 2005).

3. Trabalhos relacionados

Uma solução pioneira, apresentada em Cardoso (2005), teve como foco o desenvolvimento de um framework para facilitar o desenvolvimento de aplicações na área da robótica. O trabalho descreve métodos de simulação de robôs, em particular, para simular células de trabalho. Nessa proposta, construiu-

se um framework denominado fwWorkCell, utilizando metodologias de padronização de linguagem, a definição modular de processos e a reusabilidade. Com o intuito de testar o framework, foi desenvolvida a aplicação robótica fwAsimov, a qual teve como objetivo comprovar sua eficiência, facilitando, acelerando e padronizando o desenvolvimento de aplicações para robôs industriais.

O sistema fwAsimov, utilizado no trabalho citado previamente, foi criado pelo Núcleo de Informática Educacional do SENAI-RS. É formado por um simulador de célula robotizada não-imersivo (ASIMOV, 1999). O ambiente de simulação do ASIMOV é tridimensional e possui uma série de opções para visualização da célula, possibilitando a programação e o controle do ambiente, junto com a visualização dos movimentos dos robôs.

O VIRbot4u é um simulador educacional, com alusão ao nome "Virtual Robot for You" que usa como referência o robô manipulador ER-4pc, de cinco graus de liberdade. O VIRbot4u foi desenvolvido em linguagem Java, com a utilização do player xj3d browser. Conforme descrição dos autores é uma aplicação multiplataforma de código aberto (HOSS; HOUNSELL; LEAL, 2009). Entre suas características principais, possibilita que o usuário interaja diretamente com o robô através do teclado ou usando o mouse. Permite também a análise cinemática do robô ER-4pc, a inclusão de objetos no cenário e a programação do robô, através de comandos preestabelecidos.

Outro trabalho importante é a plataforma de simulação robótica denominada S-Educ, a qual foi desenvolvida especialmente para aplicação em robótica educacional e surge como uma alternativa frente aos elevados preços dos kits de robótica. Nesse ambiente, o aluno tem acesso a diferentes modelos de robôs e sensores virtuais, que interagem com os outros elementos do ambiente simulado para desempenhar a atividade proposta, tal como o desafio de andar em um labirinto (FERNANDES, 2013).

Com o passar dos anos o foco na Robótica Educacional tornou-se ainda mais visado, aumentando assim a quantidade de projetos relacionados na área. No trabalho de Rafael et al. (2019) foi produzido um simulador denominado Gazebo, juntamente com um framework ROS (Robot Operating System) (ALAJLAN, KOUBÂA, 2016) para facilitar o controle físico do robô AlphaBot, assim como a aquisição de imagens da câmera, o controle dos motores de *pan* e *tilt*, a leitura dos sensores e controle das rodas.

Para aplicações virtuais e mais acessíveis, devido ao alto custo de certos kits robóticos, Maggi et al. (2019) propuseram um simulador WEB 3D para o robô Pololu 3Pi, tornando-o viável em ambientes educacionais e

remotos. Além disso, o simulador foi totalmente validado em experimentos de análise de movimento e medição de tempo das tarefas para que a execução fosse coerente com a robô físico (MAGGI et al., 2019).

O kit Curumim destaca-se entre os poucos kits desenvolvidos no País. Foi produzido pela empresa brasileira XBot de 2008 a 2017, e seu objetivo era trabalhar a lógica de raciocínio, controle e programação do robô. O kit é formado por uma plataforma robótica e um ambiente computacional para programação de robôs com o objetivo de promover o desenvolvimento educacional e aprendizado de conceitos nas áreas de lógica digital, controle, programação e robótica para alunos dos cursos técnicos. O kit Curumin também foi projetado como plataforma para pesquisa e desenvolvimento nas áreas de computação e mecatrônica para alunos de graduação e pós-graduação (XBOT, 2017).

Todos os trabalhos consultados contribuíram, de alguma forma, nesta pesquisa. Por exemplo, o trabalho do Núcleo de Informática Educacional do SENAI-RS apresentou um ambiente de simulação, possibilitando a programação e a visualização dos movimentos do robô (ASIMOV, 1999). Por sua vez, a solução apresentada em Cardoso (2005) apresenta uma estrutura de suporte e descreve métodos de simulação de robôs. Por outro lado, o VIRbot4u (HOSS; HOUNSELL; LEAL, 2009) apresenta elementos de integração hardware-software, de código aberto, possibilitando também a análise cinemática do robô ER-4pc. As características encontradas nestes trabalhos foram elementos chaves na pesquisa aqui apresentada.

Em outra linha de análise, o ambiente de simulação robótica S-Educ, possibilita usar diferentes modelos de robôs e sensores virtuais, que interagem com outros elementos do ambiente simulado para desempenhar a atividade proposta (FERNANDES, 2013). E o trabalho de Maggi et al. (2019) explora as técnicas de simulação em 3D na WEB. Na pesquisa aqui apresentada a animação é realizada em duas dimensões, sendo interessante abordar a simulação 3D em trabalhos futuros. Por sua vez, o trabalho apresentado em Rafael et al. (2019), explora o ROS (Sistema Operacional de Robôs), para facilitar o controle físico do robô AlphaBot. Essa abordagem será usada em trabalhos futuros para a integração com novos sensores.

Analisando os trabalhos relacionados observa-se um diferencial desta proposta, que consiste em explorar a geração de movimentos de um robô, permitindo ao aluno interagir com diversas técnicas de geração de trajetórias. Essa característica não foi encontrada nos trabalhos relacionados.

Os estudos recentes de (KLEVIS et al, 2020) e (YI et al, 2020) valorizam a temática aqui abordada, demonstrando a aplicação recente da geração de trajetórias no projeto dos movimentos de uma prótese transumeral, procurando padrões de movimentação mais natural, e na geração eficiente de perfis de velocidade, aceleração e jerk em robôs manipuladores, respectivamente.

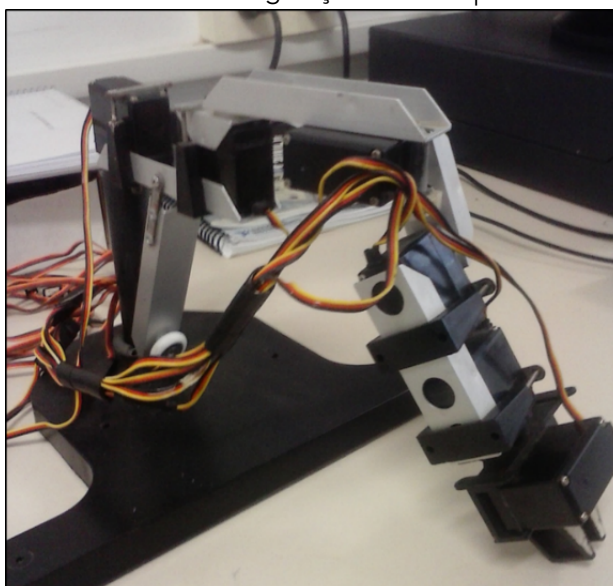
Salienta-se que hoje existem diversos kits robóticos com preços acessíveis e variados para ambientes de aprendizagem, como citam Dav-cev, Koceska e Koceski (2019), dentre eles: o Lego Mindstorm, Boe-Bot, o MiniSkybot, VEX,Fable, Linorobot, Makeblock Ultimate Robot Kit, Speechi, BIOLOID, etc. Embora cada um possui suas características próprias e focos diferentes na aprendizagem, o fato é que todos têm um objetivo em comum, que é possibilitar a maior integração dos alunos com a robótica.

4. Materiais e métodos

Do ponto de vista de hardware, nesta pesquisa, foi utilizada a Plataforma Arduino (ALVES, 2012), em particular, a placa Arduino MEGA, que possibilitou o acionamento dos seis servomotores usados na aplicação. A montagem física do robô foi implementada usando o kit Robix usando a configuração ilustrada na Figura 2.

O Robix é uma solução integrada de hardware e software, que possibilita a aplicação da robótica de forma lúdica. Do ponto de vista mecânico, o sistema é formado por articulações rotacionais básicas, elos e servomotores, que podem ser montados em diversas configurações. Do ponto de vista de programação, utiliza a linguagem Rascal que implementa comandos básicos de um robô. Os desenvolvedores disponibilizam também uma interface para interagir com o sistema (ROBIX, 1992). Na página do projeto podem ser encontrados vídeos de diferentes projetos e as técnicas de montagem, assim como os scripts de programação.

Figura 2 – O Robix e a configuração definida para este trabalho

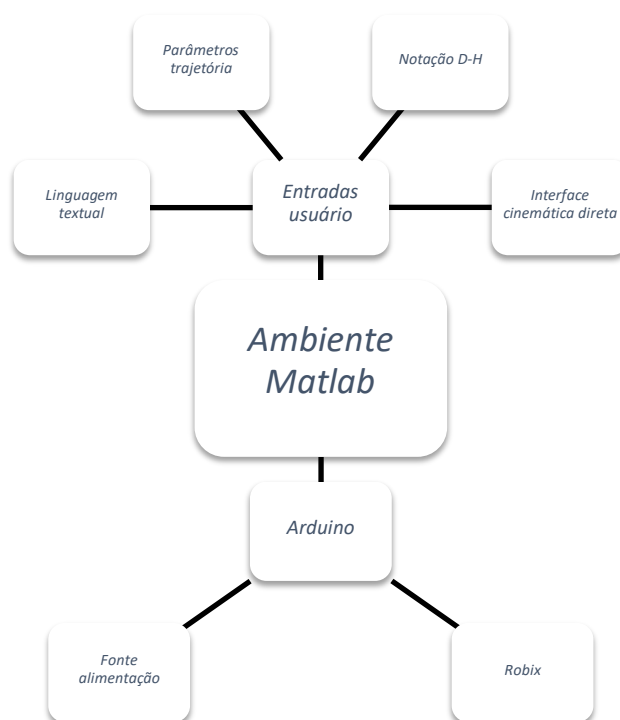


Fonte: Autores

A Figura 3 ilustra o fluxo de informações no sistema de forma básica. Inicialmente, os valores de entrada para o funcionamento devem ser informados através da interface principal do sistema, (que foi concebida usando a ferramenta GUIDE), tais como os parâmetros de Denavit-Hartenberg, a escolha do método de

geração de trajetórias e os parâmetros para o método selecionado. Estas informações são processadas pelo ambiente, resultando em comandos de movimentação, os quais são enviados para os eixos do manipulador com o auxílio do processador embarcado na placa Arduino MEGA.

Figura 3 - Fluxo de informações no sistema

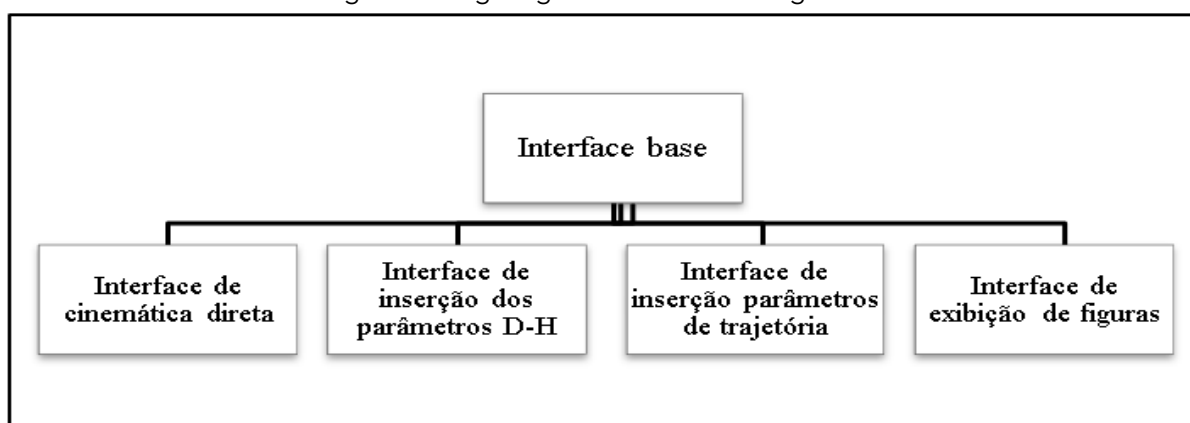


Fonte: Autores

As interfaces gráficas que fazem parte do sistema desenvolvido são divididas em quatro segmentos, interligados e acessados por uma interface

base, conforme ilustra a Figura 4. Para cada segmento da interface gráfica foi definida uma funcionalidade, descrita a seguir.

Figura 4 - Organograma das interfaces gráficas

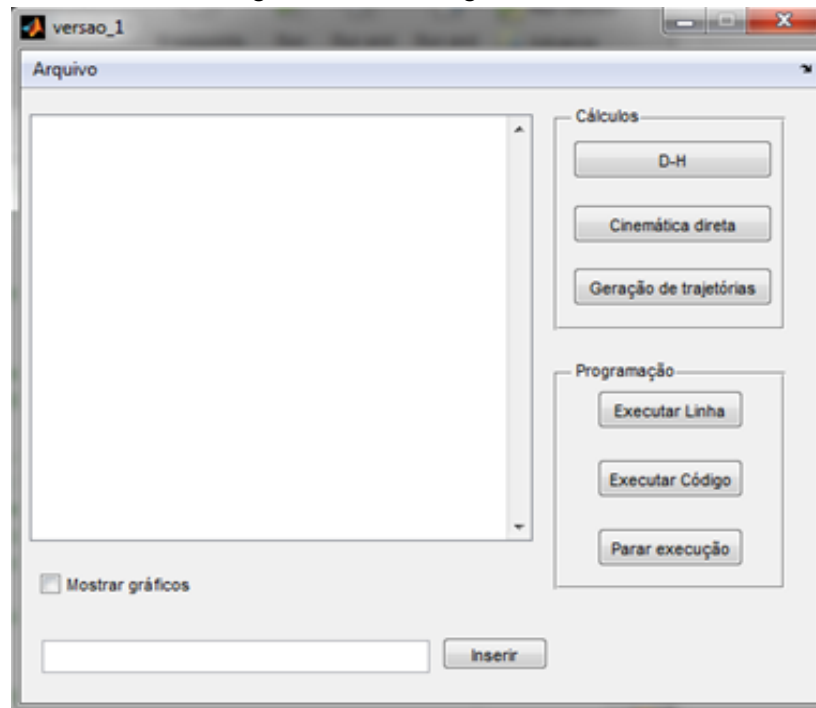


Fonte: Autores

A Interface base, ilustrada na Figura 5, possui como entradas a programação em linguagem textual. Suas funções são: receber os dados provenientes do usuário,

executar as rotinas e linhas de programação e permitir o acesso às outras interfaces.

Figura 5 - Interface gráfica base

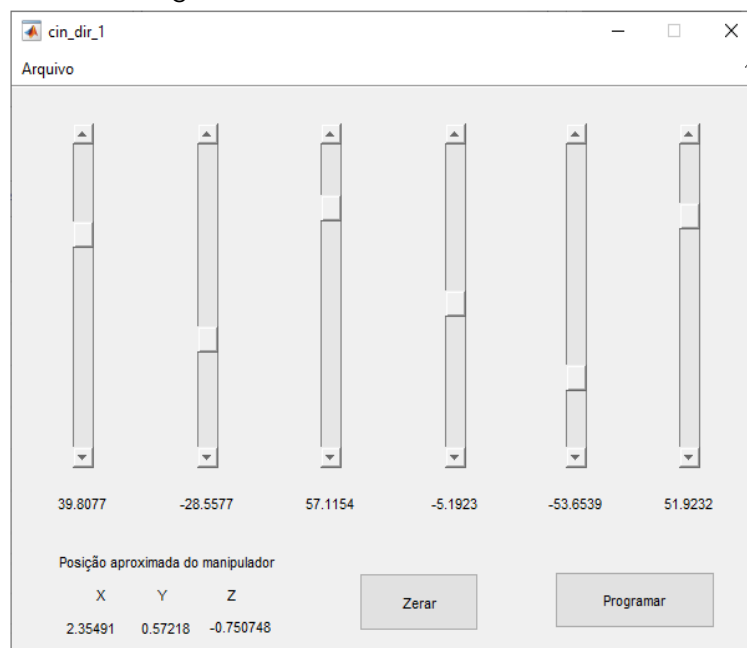


Fonte: Autores

A interface de cinemática direta possui como entradas a posição atual dos servomotores, definidas através de barra de rolagens acionada pelo usuário, como ilustra a Figura 6. Suas funções são: comandar o acionamento angular de cada servomotor, chamar o

algoritmo de geração de trajetória, executar o algoritmo de cinemática direta, possibilitar a programação textual dos movimentos e mostrar a posição da extremidade do robô.

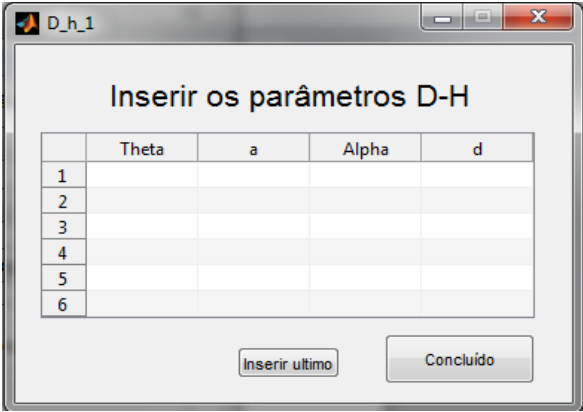
Figura 6 -Interface da cinemática direta



Fonte: Autores

A interface para a inserção dos parâmetros D-H, ilustrada na Figura 7, possui como entradas os parâmetros da representação D-H (inseridos pelo usuário através de uma tabela). Sua função é gravar os parâmetros da notação D-H, para posterior uso no cálculo cinemático direto e inverso.

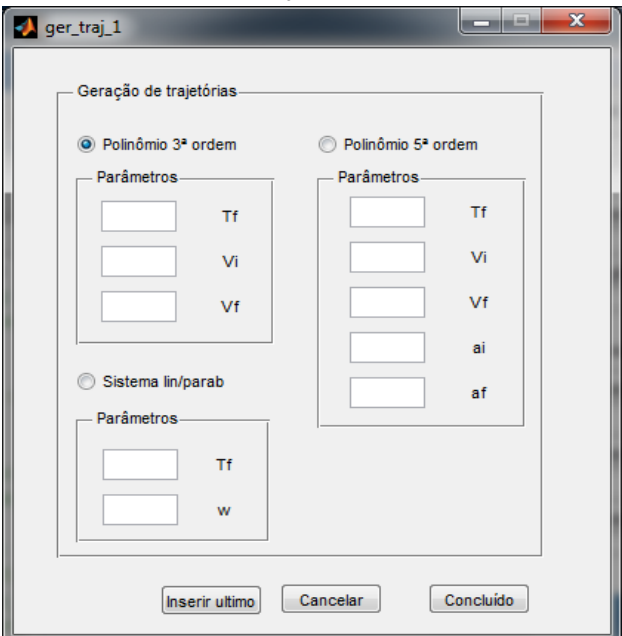
Figura 7 - Interface dos parâmetros D-H



Fonte: Autores

A interface para a inserção dos parâmetros de trajetória, ilustrada na Figura 8, possui como entradas: a definição, pelo usuário, do tipo de trajetória, os parâmetros da trajetória escolhida (V_i , V_f , a_i , a_f , w) e o tempo de realização do movimento (T_f). Sua função é passar estas informações ao algoritmo responsável pela geração dos movimentos. A geração de trajetórias é realizada por polinômios de terceiro grau, polinômios de quinto grau e por segmentos lineares combinados com segmentos parabólicos.

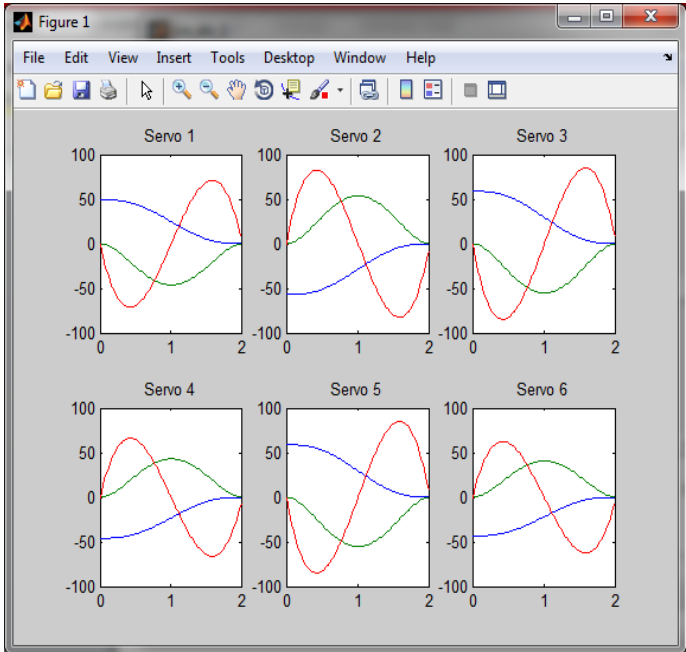
Figura 8 - Interface de inserção dos parâmetros de trajetória



Fonte: Autores

A interface de exibição de figuras possui como entradas o perfil das trajetórias de cada servomotor, fornecidas pelo algoritmo de geração de trajetória. A função desta interface é exibir os gráficos de trajetória dos seis servos do Robix, mostrando as posições, velocidades e acelerações, como ilustra a Figura 9. Na Figura 9 se observa o resultado usando a estratégia polinomial de quinta ordem considerando as seis articulações.

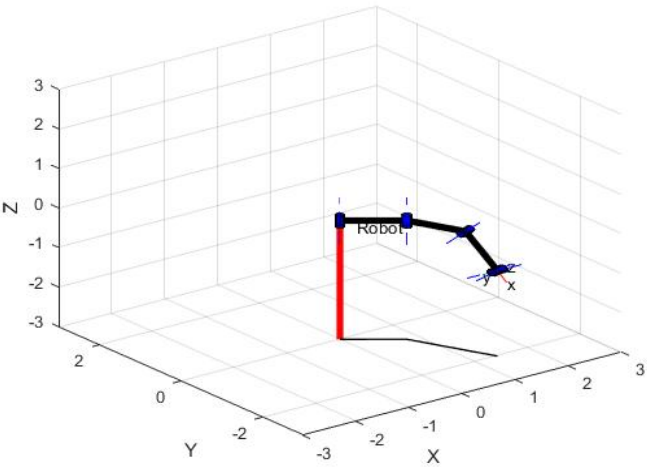
Figura 9 - Interface de exibição de figuras



Fonte: Autores

Também é possível observar animar os movimentos do robô, antes de serem executados no robô físico, como ilustra a Figura 10. A simulação é realizada usando um toolbox desenvolvido para o Matlab (CORKE, 2017).

Figura 10 – Animação dos movimentos



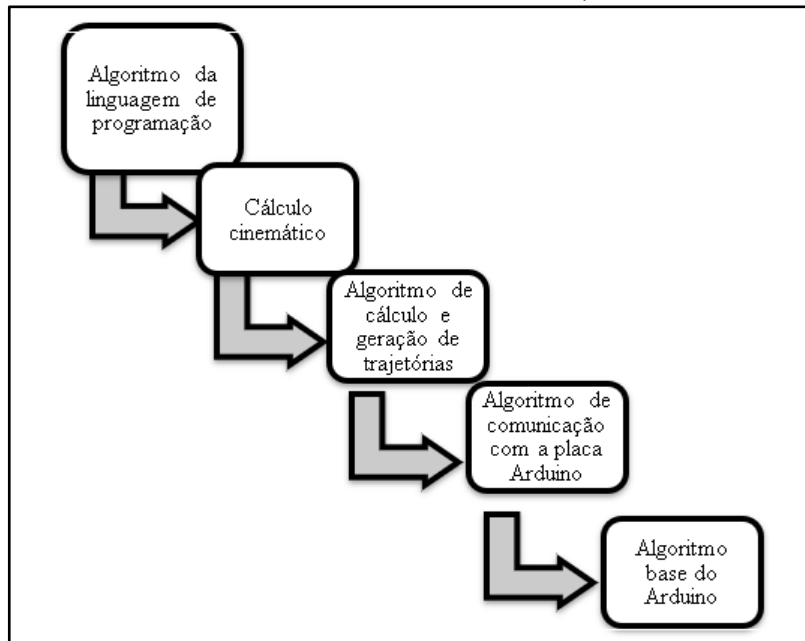
Fonte: Autores

5. Software

O ambiente desenvolvido implementa algoritmos que realizam os cálculos relativos à sua função, atuando nas interfaces gráficas e nos servomotores, de modo a

exibir os resultados dos movimentos e executar as tarefas desejadas. Os algoritmos são divididos em segmentos que possuem uma ordem de execução definida, como ilustra a Figura 11.

Figura 11 - Fluxograma dos algoritmos implementados



Fonte: Autores

A linguagem de programação adotada para o robô é similar a linguagem V+, que é uma linguagem de programação de primeira geração, que foi vendida comercialmente juntamente com os manipuladores robóticos. Em particular, foram implementadas as seguintes sintaxes:

```
MOVE 90,-90, 80,-80,0,10
```

MOVE indica a utilização da cinemática direta, movendo diretamente cada articulação de forma absoluta. No exemplo, a primeira articulação seria acionada até alcançar o ângulo de 90 graus, a segunda alcançaria o ângulo de -90 graus, a terceira alcançaria o ângulo de 80 graus, e assim sucessivamente para as outras articulações.

```
MOVES X100 Y200 Z50
```

MOVES indica a utilização da cinemática inversa, informando a posição do efetuador no espaço cartesiano. No exemplo, o efetuador deverá ser deslocado para alcançar 100 mm no eixo X, 200 mm no eixo Y e 50 mm no eixo Z.

O algoritmo, para efetuar o cálculo cinemático direto, possui como entradas os parâmetros da representação D-H: a posição inicial e a posição final de cada articulação. Tem como função realizar o cálculo cinemático direto, determinando a posição do efetuador a partir dos parâmetros cinemáticos.

Por sua vez, o algoritmo de cálculo cinemático inverso possui como entradas os parâmetros da representação D-H, e a posição desejada para o efetuador. Ele tem como função determinar as coordenadas de cada articulação usando um procedimento de cálculo iterativo, visando que o efetuador alcance a posição desejada em um dado instante de tempo.

O algoritmo de geração de trajetórias possui como entradas a posição inicial e final do movimento de cada articulação, o tipo de trajetória a ser gerada, a duração do movimento, assim como as velocidades iniciais e finais do movimento, as acelerações iniciais e finais do movimento, e as velocidades ou acelerações máximas, dependendo da estratégia selecionada para a geração de trajetória.

O algoritmo de comunicação com a placa Arduino MEGA possui como entradas as coordenadas angulares desejadas para cada articulação, as quais são

informadas pelo algoritmo de geração de trajetória, assim como o tempo total da execução do movimento. Sua função é enviar, através da porta USB, estas informações ao processador.

O algoritmo base do Arduino Mega (firmware), desenvolvido usando a IDE do Arduino, possui como entradas as coordenadas da trajetória de cada servomotor e o tempo de realização do movimento. Sua função é receber estas informações e transformá-las em

pulsos que caracterizam a Modulação por Largura de Pulso (PWM), possibilitando que os servomotores, executem o movimento desejado.

Para a montagem da estrutura do robô, como ilustrado na Figura 2, foi utilizada como referência o robô PUMA 562 (NIKU, 2013). Para a configuração selecionada foram definidos os parâmetros de Denavit-Hartenberg, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de Denavit-Hartenberg para a configuração ilustrada.

θ	d	a	α
θ_1	0	95mm	0
θ_2	15mm	65mm	-90°
θ_3	0	38mm	0
θ_4	10mm	0	-90°
θ_5	120mm	0	0

Fonte: Autores

O sexto movimento foi implementado através de uma garra de dois dedos, que realiza o movimento de abrir e fechar, para pegar e liberar objetos.

A representação (standard) de Denavit-Hartenberg resulta na obtenção de uma matriz de transformação homogênea, de ordem 4, a qual reflete o sistema de coordenadas de um elo (i) em relação ao sistema de coordenadas do elo anterior ($i-1$).

A Equação 1 ilustra a representação da notação de Denavit-Hartenberg em uma matriz de transformação homogênea, São parâmetros desta representação: q , d , $a(r)$, α (NIKU, 2013).

Equação 1 - Matriz de transformação homogênea usada na notação de Denavit-Hartenberg.

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \cos \alpha_i & \sin \theta_i \sin \alpha_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \cos \alpha_i & -\cos \theta_i \sin \alpha_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Rosário (2005)

A partir da matriz de transformação homogênea resultante, para cada articulação, podem ser extraídas

as posições e orientações relativas do sistema coordenado (i) em relação ao sistema ($i-1$) (ROSÁRIO, 2005). E aplicando-se sucessivas transformações entre o sistema de coordenadas da base do robô e o sistema de coordenadas do efetuador (geradas pelo produto das matrizes, nessa ordem), podem ser obtidas as coordenadas do elemento terminal do robô (garra ou ferramenta), expressas matematicamente em relação ao sistema de coordenadas fixo na sua base, como ilustra a Equação 2, onde n representa a quantidade de articulações, ou movimentos do robô.

Equação 2 – Procedimento para obter a matriz do elemento terminal ou efetuador

$${}^0T_n = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot {}^2T_3 \dots {}^{n-1}T_n.$$

Fonte: Autores

A Tabela 2 ilustra o índice de siglas, de modo a facilitar a identificação de parâmetros citados no texto, assim como sua função dentro do software.

Tabela 2 – Glossário de termos

Sigla	Significado
D-H	Representação Denavit-Hartenberg
Theta (θ)	Parâmetro angular da representação D-H
a (r)	Parâmetro linear da representação D-H
Alpha (α)	Parâmetro angular da representação D-H
d	Parâmetro linear da representação D-H
V_i	Velocidade inicial do movimento
V_f	Velocidade final do movimento
a_i	Aceleração inicial do movimento
a_f	Aceleração final do movimento
w	Velocidade máxima do movimento
T_f	Tempo para a realização do movimento

Fonte: Autores

6. Resultados

Para validar os recursos oferecidos pelo ambiente computacional desenvolvido foram inseridas linhas de programação na interface base (ver Tabelas 3 e 4),

usando a cinemática direta e a cinemática inversa, respectivamente, considerando o Robix na configuração escolhida e os parâmetros de D-H ilustrados na Tabela 1.

Tabela 3 - Linhas de comando.

Código	Posição medida (mm)	Posição desejada	Erro (mm)
MOVE 0,0,0,0,0,0	X 318 Y10.09 Z14,91	X320 Y10 Z15	X2 Y0.09 Z0.09
MOVE-45,10,20,-	X252.26 Y-182.42 Z-	X250 Y-180 Z-18	X2.26 Y2.42
MOVE0,0,0,0,0,0	X318 Y10.09 Z14.91	X320 Y10 Z15	X2 Y0.09 Z0.09
MOVE 45,-45,-10,-	X282.39 Y77.23	X280 Y75 Z62	X2.39 Y2.23

Fonte: Autores

As posições escolhidas encontram-se dentro da faixa de operação dos servomotores. Foram analisadas a posição do efetuator obtida pela cinemática direta e a posição real do robô, que foi medida utilizando-se de uma trena, e comparando-as.

Analisando os resultados da Tabela 3, percebe-se que o cálculo cinemático direto possui erros de pequena magnitude, ao comparar a posição desejada

com o resultado da medição. Os erros são atribuídos às folgas nas articulações do manipulador, causando uma propagação dessa folga no efetuator. O maior erro encontrado foi de 2.39 mm, no eixo X do quarto experimento.

Em um segundo momento foi analisada a cinemática inversa do manipulador, solicitando-lhe alcançar as posições usadas no teste anterior, mas

utilizando o comando MOVES. Assim foi comparada a posição exibida pelo cálculo cinemático direto com as posições medidas neste experimento. A cinemática inversa foi determinada usando o método recursivo descrito em (CRUZ, 2007).

Observa-se na Tabela 4 que a cinemática inversa não foi resolvida em duas das configurações usadas, pois onde se pretendia posicionar o efetuador havia articulações alinhadas, caracterizando uma

singularidade. Nesses casos, o determinante da matriz jacobiana é zero, não sendo possível inverter essa matriz. As linhas dois e quatro foram executadas normalmente. Pode-se observar que, quando resolvida, a cinemática inversa converge para um resultado próximo do desejado. O maior erro mensurado neste experimento foi de 0.47 mm, no eixo Y do segundo experimento.

Tabela 4 - Resultados da análise cinemática inversa

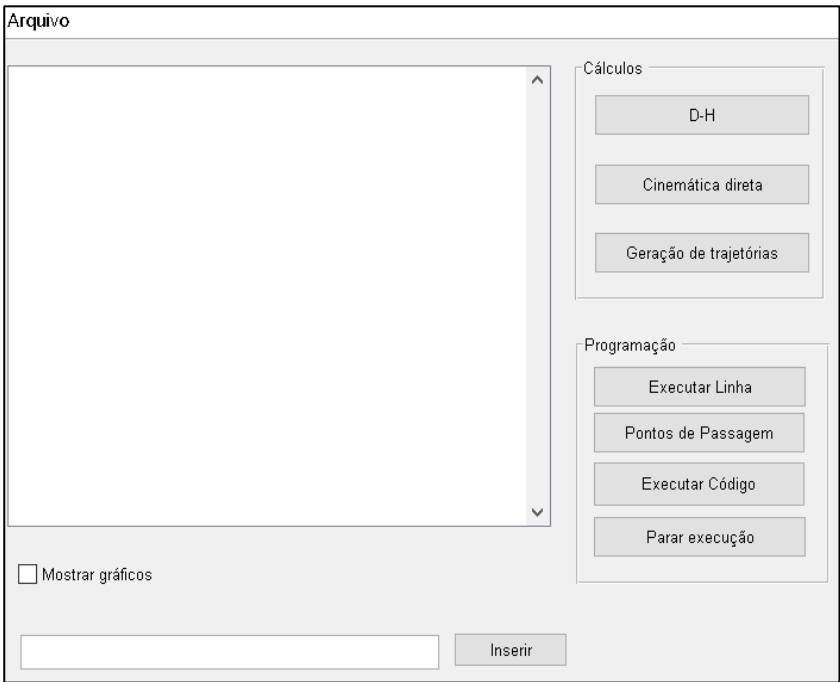
Código	Posição medida (mm)	Posição desejada	Erro (mm)
MOVES X320 Y10 Z15	Não resolveu	X320 Y10 Z15	-
MOVESX 250Y-180 Z-	X249.76 Y-179.53 Z-	X250 Y-180 Z-18	X0.24 Y0.47
MOVES X320 Y10 Z15	Não resolveu	X320 Y10 Z15	-
MOVES X280 Y75 Z62	X280.04 Y74.53	X280 Y75 Z62	X0.04 Y0.47

Fonte: Autores

Posteriormente, a interface gráfica base foi modificada, como ilustra a Figura 12, para incorporar

uma técnica de interpolação por pontos de passagem (NIKU, 2013).

Figura 12 – Interface base modificada

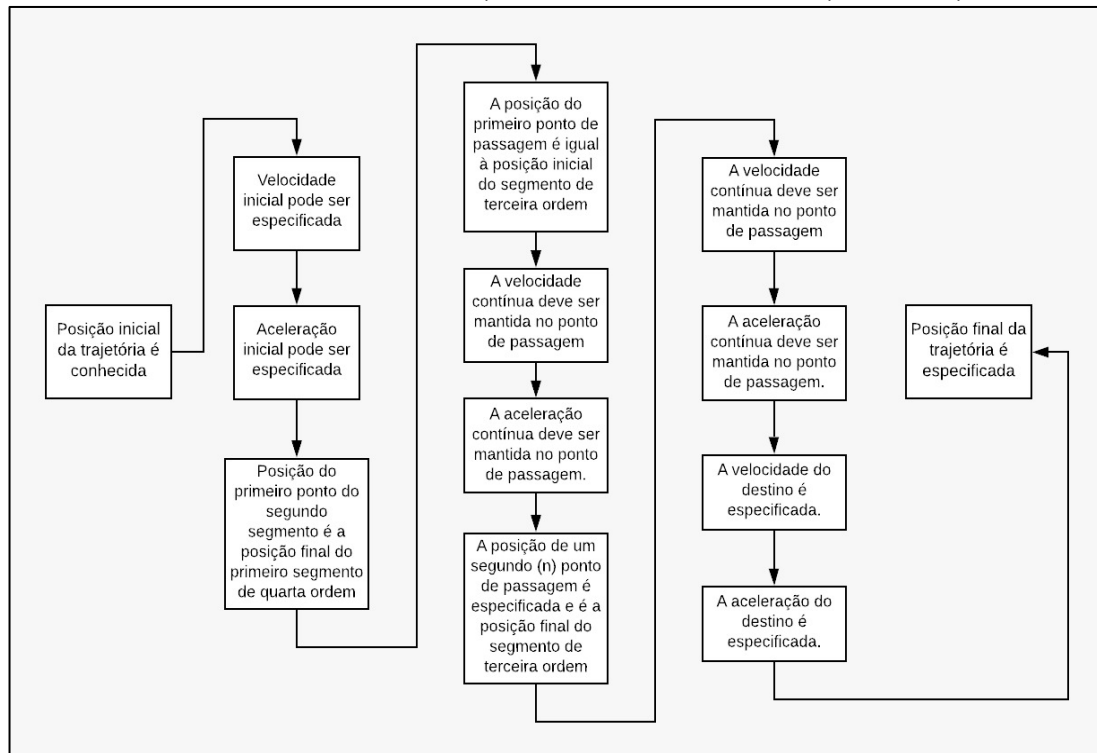


Fonte: Autores

Esta técnica permite que o movimento do manipulador seja contínuo, sem ter que passar pelos estados de repouso (parada) a cada trecho do percurso. A través dos pontos de passagem, são combinados o polinômio cúbico, de quarta ordem e de quinta ordem,

definindo-se os parâmetros iniciais e obtendo os coeficientes que possibilitam a continuidade nos movimentos. A Figura 13 ilustra o diagrama de blocos da implementação, como descrito em (NIKU, 2013).

Figura 13 - Diagrama de blocos da implementação da técnica dos pontos de passagem

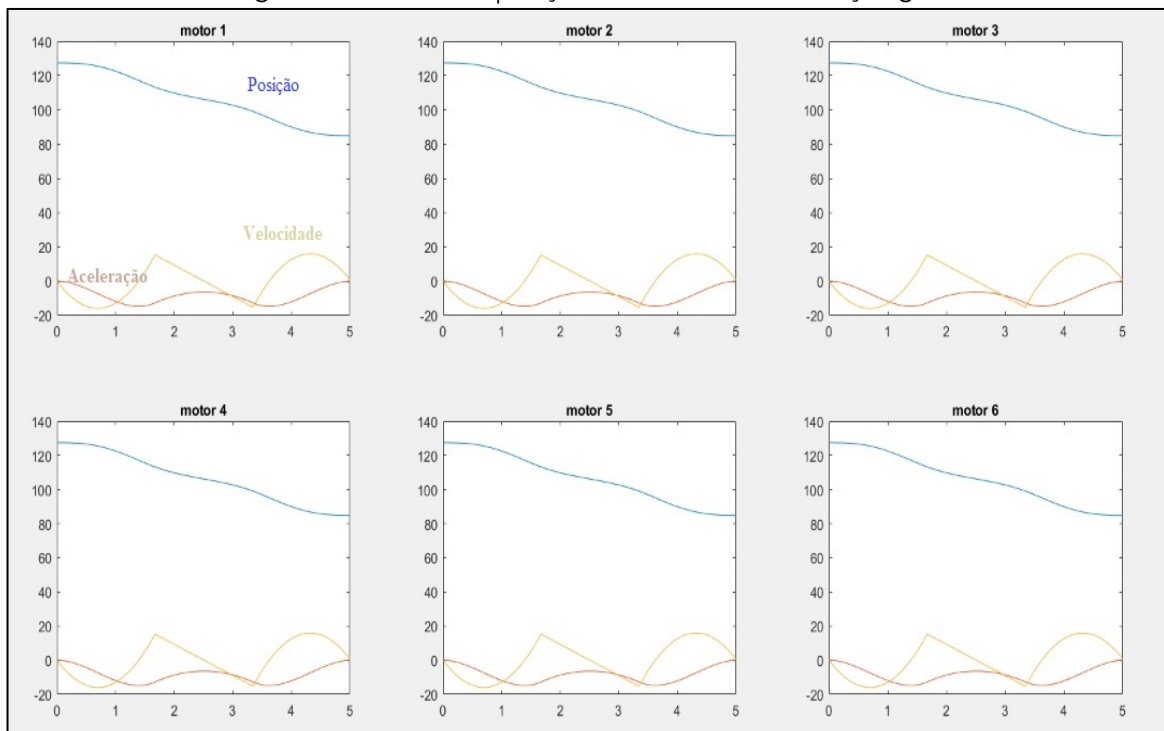


Fonte: Niku (2013)

Na Figura 14 são mostradas as curvas de posição, velocidade e aceleração determinadas para cada um

dos servomotores da estrutura usando a estratégia dos pontos de passagem.

Figura 14 - Curvas de posição, velocidade e aceleração geradas



Fonte: Autores

Analisando a Figura 14, observa-se que a posição final do primeiro segmento da trajetória se torna a posição inicial do segmento seguinte. De forma similar acontece com as velocidades e acelerações, e assim, sucessivamente, nos seguintes segmentos do movimento planejado.

A implementação prática do movimento consistiu em uma atividade de Pick and Place (Pegar e Largar), que é uma tarefa comum realizada por robôs na indústria (NIKU, 2013). Através das definições das

posições, velocidades e acelerações foi possível traçar um caminho contínuo ao longo do tempo, através dos pontos de passagem do manipulador no espaço de trabalho, sem paradas de repouso.

A Tabela 5 apresenta a comparação entre as funcionalidades do Rascal, que é o software de programação do Robix, e do ambiente desenvolvido nesta pesquisa, evidenciando as melhorias que foram obtidas através da implementação da solução aqui apresentada.

Tabela 5 - Comparativo entre Rascal e o ambiente desenvolvido

Característica	Rascal	Ambiente desenvolvido
Geração de trajetória	Apenas a técnica trapezoidal.	Polinômio de terceira, quinta ordem, técnica trapezoidal e técnica de interpolação por pontos de passagem.
Cálculo cinemático direto e inverso	Possui, mas não é possível modificar os algoritmos.	Calcula a cinemática direta e inversa utilizando a metodologia de D-H, e permite a análise da singularidade.
Incorporação de novas funcionalidades	Não contempla.	Os códigos disponibilizados em Matlab facilitam a inclusão de novas funcionalidades.

Fonte: Autores

O código deste projeto está disponível em:
<https://github.com/gutoodc2/LaboratorioRobotica>

7. Conclusões

No presente trabalho foi descrito um ambiente computacional desenvolvido para o Matlab, descrevendo a programação, geração de movimentos e a análise cinemática de um robô didático disponível no Laboratório de Robótica da universidade. As etapas do desenvolvimento visaram definir o escopo da solução proposta, detalhando suas funcionalidades e, conseqüentemente, o processo de elaboração do sistema.

Para a montagem do Robix foi escolhida uma configuração inspirada no robô PUMA 562. Do ponto de vista do hardware, foi usado o Arduino MEGA no lugar da placa controladora original do Robix. Isto permitiu customizar o acionamento dos servos e flexibilizar a programação usando o Matlab.

Do ponto de vista da programação, foram implementados os algoritmos para efetuar o cálculo cinemático direto e inverso, assim como para gerar o perfil de posição, velocidade e aceleração dos movimentos usando diversas estratégias. Buscou-se que as interfaces gráficas criadas fossem intuitivas, flexibilizando a interação com o usuário.

Nos testes realizados verificou-se que, na análise da cinemática, houve pequenos erros de posicionamento, devido a folgas existentes nas articulações, as quais foram identificadas através da inspeção no manipulador robótico. Na cinemática inversa foi possível validar as soluções possíveis e àquelas em que a singularidade deveria ser tratada. Estes resultados são importantes e são explorados nas atividades práticas.

Trabalhos futuros estarão direcionados a abordar o estudo dos aspectos de usabilidade da solução, assim

como incorporar novas funcionalidades no ambiente desenvolvido, tal como a análise da orientação do efetuador, a inclusão de novos sensores e a integração com o ROS (Sistema Operacional de Robôs). Cabe salientar que o sistema descrito é usado nas aulas práticas da disciplina de Introdução à Robótica dos cursos das Engenharias da universidade há seis meses, propiciando a aproximação da teoria e a prática dos conceitos envolvidos, almejando beneficiar a aprendizagem. Salienta-se que embora ainda não foi realizada uma avaliação formal da aprendizagem, foi constatado o interesse dos alunos sobre a temática através de observação. Os resultados aqui apresentados podem ser considerados iniciais, precisando serem validados pelos estudantes por um período maior (dois semestres), visando também a implementação de melhorias no sistema.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade do Vale de Itajaí (UNIVALI) por criar as condições necessárias para a realização desta pesquisa e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação PIBITI, do CNPq.

Referências

- ALAJLAN, M., KOUBÂA, A. Writing Global Path Planners Plugins in ROS: A Tutorial. In Robot Operating System (ROS): The Complete Reference (Volume 1). Ed. Anis Koubâa. 2016. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26054-9>
- ALVES, Rafael Machado et al. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem. Jornada de Atualização em Informática na Educação, v. 1, n. 1, p. 162-187, 2012.
- ASIMOV Simulador de Robótica e Células de Produção. Manual do Usuário. SENAI-RS, Porto Alegre, 1999.
- CARDOSO, Fernando Henrique. fwWorkCell: framework para a construção de simuladores didáticos de células de trabalho. 2005. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.
- CORKE, P. Robotics Vision and Control. Fundamental Algorithms In MATLAB®. Second Edition, 2017. 580 p.
- COSTA, Maria Teresa Ferreira. O uso de recursos educativos abertos (rea): benefícios para alunos e professores. O repositório de acesso aberto de Portugal | Use of open educational resources (oer): benefits for students and teachers. The Portuguese open access repository. Liinc em Revista, v.8, n.2, setembro, 2012, Rio de Janeiro, p. 402-412.
- CRUZ, Daniel Fontan Maia da. Implementação da cinemática inversa de robôs redundantes operando em ambientes confinados no projeto roboturb. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90064/245604.pdf?sequence=>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- DAVCEV, K.; KOCESKA, N.; KOCESKI, S. A review of robotic kits used for education purposes. In X International Conference of Information Technology and Development of Education ITRO, Zrenjanin, Republic of Serbia, p. 152-155, 2019.
- DIEB. Dicionário Interativo da Educação Brasileira, 2013. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/?q=Rob%C3%B3tica+Educacional>>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- FERNANDES, Carla da Costa. S-Educ: Um Simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual. 2013. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, 2013.
- FRANCISCO Jr, Nacim Miguel; VASQUES, Carla K.; FRANCISCO, Thiago Henrique Almino. Robótica educacional e a produção científica na base de dados da capes. Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID), n. 4, 2010. p. 35-53.
- HOSS, A.; HOUNSELL, M. da Silva; LEAL, A. B. VirBot4u: Um Simulador de Robô usando X3D. In proceeding of: Simpósio de Computação Aplicada – SCA, p. 1- 11. 2009.
- HURWITZ, Judith; KIRSCH, Daniel. Machine Learning for Dummies. IBM Limited Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2018.
- KLEVIS, Aliaj et al. Replicating dynamic humerus motion using an industrial robot. PLoS ONE. 2020, Vol. 15 Issue 11, p1-23. 23p.

MAGGI, L. O. et al. 3djpi: An open-source web-based 3d simulator for pololu's 3pi platform. In IEEE. 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), p.52–58. 2019.

MURRAY, A. Coronavírus: os robôs usados para eliminar vírus em hospitais. Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/geral-52038851>>. Acesso em: 27 julho.2020

NIKU, S. B. Introdução à Robótica. LTC, 2013. p. 404.

POLONSKII, Mikhail M. Introdução a robótica e mecatrônica. Caxias do Sul: Educ, 1996. p. 142.

RAFAEL, A. et al. Development of an alphabot2 simulator for rpi camera and infrared sensors. In Iberian Robotics conference, p. 502–514. Springer, 2019.

RIA (Robotic Industries Association). North American Robotics Shipments Grow in 2013 While New Orders Contract.

Disponível em:< http://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-News/North-American-Robotics-Shipments-Grow-in-2013-While-New-Orders-Contract/content_id/4648> Acesso em: 09 jun. 2014

ROBIX. Rascal™ Robot Construction Set. 1992. Disponível em:< <http://www.robix.com/default.html> >. Acesso em: 15 jan. 2021.

ROSÁRIO, João Maurício. Princípios de Mecatrônica. 2.ed. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2005. p. 356.

SHAW, Keith. World Robotics Report: Global Sales of Robots Hit \$16.5B in 2018. Robotics Business Review.

September 18, 2019. Disponível em: < <https://www.roboticsbusinessreview.com/research/world-robotics-report-global-sales-of-robots-hit-16-5b-in-2018/>>. Acesso em: 14 janeiro 2021.

TSAL, Lung-wen. Robot analysis: the mechanics of serial and parallel manipulators. Nova York: John Wiley & Sons, 1999. p. 520.

XBOT. 2017. Disponível em: <<http://www.xbot.com.br/educacional/curumim/>>. Acesso em: 05 maio 2020.

YI, Fang et al. An approach for jerk-continuous trajectory generation of robotic manipulators with kinematical constraints. In Mechanism and Machine Theory. 2020. Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2020.103957

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 98-114

João Henrique Bersanette

Instituto Federal do Paraná

joao.berssanette@ifpr.edu.br

Antonio Carlos de Francisco

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

acfrancisco@utfpr.edu.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: março de 2021

Aprovado em: maio de 2021

Formação Pedagógica e o Ensino-Aprendizagem de Programação: Um estudo preliminar

Pedagogical Formation and the Teaching-Learning of Programming: A Preliminary Study

Resumo

A literatura tem evidenciado que os docentes, ao ensinar programação, têm obtido menos êxito do que deveriam e precisariam ter. Nessa direção, considerando que pelo menos uma parte das dificuldades relativas ao processo de ensino-aprendizagem de programação pode estar relacionada à formação pedagógica ou à ausência dela pelos docentes, objetivou-se, neste estudo, por meio de duas diferentes abordagens investigar uma possível relação entre a formação pedagógica e o ensino-aprendizagem de programação. Para tanto, foi desenvolvido um estudo exploratório de abordagem qualitativa. Por intermédio da análise dos dados coletados, observou-se que os docentes com formação pedagógica possuem uma percepção positiva da preparação fornecida pelo ensino superior para exercer a docência, quando em comparação aos docentes que não possuem essa formação. Ademais, pode-se verificar que não há diferenças significativas no que tange aos índices de aprovação entre os docentes com e sem formação pedagógica.

Palavras-chave: Programação de computadores. Ensino-aprendizagem. Formação pedagógica.

Abstract

The literature has shown that teachers when teaching programming, have been less successful than they should and would need to have. In this direction, considering that at least part of the difficulties related to the teaching-learning process of programming may be related to pedagogical formation or the absence of it by teachers, this study aimed to investigate a possible relationship between pedagogical formation and teaching-learning of programming. To this do so, an exploratory study of qualitative approach was developed. Through the analysis of the collected data, it was observed that teachers with pedagogical formation have a positive perception of the preparation provided by higher education to practice teaching when compared to teachers who do not have this formation. Moreover, it can be verified that there are no significant differences regarding the approval rates among teachers with and without pedagogical formation.

Keywords: Computer programming. Teaching-learning. Pedagogical formation.

1. Introdução

Ao longo dos anos a literatura tem evidenciado que o processo de ensino-aprendizagem de programação se constitui um desafio para professores e estudantes. As dificuldades relacionadas a esse processo consistem em um fato reconhecido e amplamente discutido na comunidade acadêmica da área, seja no exterior (GOMES; MENDES, 2014; KOULOURI; LAURIA; MACREDIE, 2015; LUXTON-REILLY et al., 2018b; MEDEIROS; RAMALHO; FALCAO, 2019; QIAN; LEHMAN, 2017; SIMON et al., 2019), seja no Brasil (ARIMOTO; OLIVEIRA, 2019; BERSANETTE; FRANCISCO, 2018; COUTINHO; LIMA; SANTOS, 2017; HOLANDA; FREIRE; COUTINHO, 2019; SILVA et al., 2015; SOUZA; BATISTA; BARBOSA, 2016).

Em decorrência das diversas dificuldades concernentes ao processo de ensino-aprendizagem de programação, muitos estudantes, geralmente, apresentam um fraco desempenho, outros chegam a considerar essa matéria um obstáculo muito difícil de transpor e, por isso, eles se desmotivam. Em razão dessa realidade, cabe destacar que o alto índice de reprovação e abandono nessas disciplinas introdutórias de programação é um fato também reconhecido pelos pesquisadores da área (BENNEDSEN; CASPERSEN, 2007; COSTA et al., 2017; SIMON et al., 2019; WATSON; LI, 2014).

A origem dos problemas associados ao processo de ensino-aprendizagem de programação é muito ampla, uma vez que envolve diversas variáveis de atores diferentes. Esses problemas têm sido amplamente discutidos pela comunidade acadêmica da área que apresenta causas, como a falta de competências na resolução de problemas, poucas habilidades matemáticas, baixo nível de abstração, dificuldades de interpretação do problema e compreensão de texto por parte dos estudantes.

Contudo, deve-se, ao menos, considerar que uma parte dos problemas concernentes ao aprendizado de programação pode ter sua origem nas práticas docentes desenvolvidas no processo de ensino-aprendizagem, relacionando-se à formação pedagógica (ou não formação) desses docentes.

Por formação pedagógica, entendem-se os cursos de nível superior de licenciatura e seus equivalentes, bem como alguns cursos de especialização (lato sensu) que visam instrumentalizar profissionais que almejam exercer o magistério nas diferentes modalidades e níveis de ensino.

Com base nesse contexto, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo investigar uma

possível relação entre a formação pedagógica e o ensino-aprendizagem de programação, por meio de duas diferentes abordagens.

A primeira abordagem se deu pela análise das percepções de docentes das áreas de computação, informática e afins, que lecionaram alguma disciplina relacionada à programação nos últimos cinco anos. A segunda através de um estudo de caso por meio da comparação de índices de rendimento escolar (aprovação, reprovação e evasão) em disciplinas introdutórias de programação, ministradas por docentes com e sem formação pedagógica.

Dentre as principais contribuições deste estudo, encontram-se: a percepção dos docentes quanto à preparação de sua formação para exercer a docência, bem como para ensinar programação; a comparação de elementos a que os docentes foram expostos durante o aprendizado de programação enquanto eram estudantes e os que expõem seus alunos agora como professores; e a comparação de índices de rendimento escolar em disciplinas introdutórias de programação, quando ministradas por docentes com e sem formação pedagógica.

Compete registrar que este artigo corresponde a um pequeno recorte de um estudo exploratório relacionado à tese de doutorado do primeiro autor, intitulada "METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E A TEORIA DA CARGA COGNITIVA PARA A CONSTRUÇÃO DE CAMINHOS NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES", que se encontra em fase de finalização.

O presente texto está organizado da seguinte forma: na Seção 2, apresentam-se os trabalhos relacionados; na Seção 3, contextualiza-se o ensino-aprendizagem de programação; na Seção 4, destacam-se a formação pedagógica no contexto da computação; na Seção 5, são evidenciados os procedimentos metodológicos; na Seção 6, realiza-se a caracterização das amostras; na Seção 7, são apresentados os resultados, a análise e a discussão destes; e, na Seção 8, salientam-se as considerações finais e as sugestões para estudos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Inicialmente, cumpre destacar que a literatura no contexto do ensino-aprendizagem de programação dispõe de um vasto volume de pesquisas. Contudo, uma grande parte dessas pesquisas tem, em sua origem, as dificuldades apresentadas pelos estudantes durante esse processo.

No entanto, deve-se considerar que ao menos uma parte dos problemas concernentes à aprendizagem de programação pode ter uma relação direta com os processos de ensino e, por consequência, aos docentes e à formação deles, podendo implicar, direta ou indiretamente, dificuldades inerentes aos estudantes, bem como aos conteúdos.

Nesse âmbito, observa-se que poucos estudos buscam investigar a relação entre as dificuldades inerentes aos docentes, bem como à sua formação para o ensino de programação. A seguir, são apresentados alguns trabalhos relacionados a esse contexto.

Vihavainen, Airaksinen e Watson (2014) sistematizaram abordagens para o ensino introdutório de programação com o intuito de analisar os efeitos que essas intervenções podem ter sobre as taxas de aprovação. Os resultados do estudo indicaram que, em média, as intervenções no ensino podem melhorar as taxas de aprovação em quase um terço quando comparadas a uma abordagem tradicional baseada em palestras e laboratórios.

Lima (2018) sistematizou algumas das concepções docentes acerca do ensino de programação de computadores. Os resultados do estudo indicaram a importância da reflexão docente sobre as estratégias de ensino e a indispensável experiência profissional na área para qual se ensina. Além disso, o estudo revela que a ausência de formação pedagógica é um fator de insegurança para os docentes, os quais vêm de cursos que enfocam a parte técnica da computação.

Oliveira e Cambraia (2020) discutem uma série de desafios relacionados ao processo formativo de professores para o ensino de computação na educação básica, no Brasil. A partir das análises dos estudos publicados no V Workshop da Licenciatura em Computação, os autores apresentam uma série de desafios associados a direcionamentos que podem ser usados no intuito de alavancar a qualidade do curso e do ensino de computação no Brasil.

Este artigo, nessa acepção, contempla diversos elementos dos trabalhos relacionados nesta seção. Entretanto, a abordagem proposta se difere das mencionadas, pois parte da percepção de docentes que lecionam disciplinas relacionadas à programação, com vistas a investigar e estabelecer possíveis relações entre as percepções observadas e resultados relativos ao ensino-aprendizagem de programação desenvolvido por docentes com e sem formação pedagógica.

3. Ensino-Aprendizagem de Programação

Em virtude da relevância dos computadores para a sociedade, tem-se notabilizado o fomento das habilidades relacionadas à programação de computadores. Nesse sentido, o desenvolvimento dessas habilidades na educação formal passa, invariavelmente, pelo processo de ensino-aprendizagem de programação.

No entanto, no que tange ao processo de ensino-aprendizagem de programação, a literatura da área tem evidenciado que os docentes, ao ensinar programação, têm obtido menos êxito do que deveriam e precisariam ter (GOMES; MENDES, 2014; QIAN; LEHMAN, 2017; VIHAVAINEN; AIRAKSINEN; WATSON, 2014; WATSON; LI, 2014).

Dessa forma, o que se tem observado é que as disciplinas introdutórias que tratam da programação de computadores estão, geralmente, relacionadas a elevados níveis de insucesso (reprovações), bem como a elevadas taxas de desistência, sendo estas relacionadas ao abandono do curso (BENNEDSEN; CASPERSEN, 2007; SIMON et al., 2019; WATSON; LI, 2014).

Estudos como o de Bennedsen e Caspersen (2007), Watson e Li (2014), Bosse e Gerosa (2015) e Simon et al. (2019) indicam que os índices de insucesso em disciplinas introdutórias de programação giram em torno de 30%, o que faz com que essas disciplinas possam ser consideradas um dos gargalos existentes em cursos de computação, informática e outros que contemplam, em sua matriz curricular, tais disciplinas, dificultando ou, até mesmo, impedindo a continuidade dos estudantes nos cursos.

Além disso, alguns pesquisadores como Giraffa e Mora (2016), Iqbal Malik e Coldwell-Neilson (2017), Luxton-Reilly, Becker, et al. (2018) e Pattanaphanchai (2019) evidenciam uma correlação entre os elevados níveis de insucesso (reprovação) em disciplinas introdutórias de programação com as elevadas taxas de desistência e abandono do curso.

Nesse cenário, Martins et al. (2018) expõem que o ensino de programação enfrenta sérios desafios no mundo. Muitos estudantes abandonam os cursos de ciência da computação em seus primeiros anos, porque eles não são capazes de entender os conceitos ensinados nos cursos introdutórios de programação.

De um modo geral, em disciplinas introdutórias de programação, os conteúdos a serem trabalhados incluem, principalmente, a descrição dos passos necessários para se solucionar um problema, a implementação dessa solução em um ambiente computacional por meio da codificação, utilizando-se de uma linguagem de programação.

4. Formação Pedagógica no Contexto da Computação

Ao se considerar que a formação inicial dos docentes que atuam no contexto da computação tem sua origem em cursos de bacharelado, licenciatura e de tecnologia da área de computação, salvo algumas exceções, para a caracterização da formação desses, faz-se preciso observar as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Graduação em Computação (DCN16) (MEC, 2016), que regulamentam e orientam a formação inicial desses docentes.

Destarte, nota-se que a referida DCN16 não aponta como competências aos graduandos desses tipos de curso a docência em nível superior. Assim, o exercício do magistério em nível superior é regulamentado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1996, mais especificamente em seu art. 66º, que aponta como exigência curso em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado, para atuação no magistério em nível superior (BRASIL, 1996).

Ademais, convém observar que, no caso da docência em nível superior, o exercício do magistério é realizado por docentes que possuem distintas formações iniciais. Por esse motivo, dependendo do tipo de curso de graduação obtido, a formação pedagógica, embora seja importante, não é um impedimento para o exercício do magistério e, por isso, essa formação é adquirida por meio de uma segunda graduação, cursos de formação/complementação pedagógica, especialização, já que é possível encontrar uma parcela significativa de docentes sem nenhuma formação pedagógica.

Nessa direção, compete destacar que a LDB se pronuncia vagamente sobre a formação pedagógica do docente que exerce o magistério no nível superior, restringindo sua competência à área de conhecimento e atuação desses docentes, de modo a observar e requerer das instituições de ensino de nível superior, por meio de avaliações institucionais e de curso, apenas a titulação e o regime de trabalho do seu corpo docente.

A LDB também não especifica quanto ao exercício do magistério na educação profissional (nível técnico). Logo, nesse nível de ensino, o que se observa é a reprodução do que acontece no nível superior, salvo como exceção os cursos técnicos integrados ao ensino médio, os quais, por se situarem no nível da educação básica, abarcam a exigência de professores licenciados para atuação em seus cursos, conforme disposto no art. 62º da LDB (BRASIL, 1996).

Nessa seara, a DCN16, no art. 4º, § 5º, item IV, indica que os cursos de licenciatura em computação devem prover uma formação profissional que revele habilidades e competências para “atuar junto ao corpo docente das Escolas nos níveis da Educação Básica e Técnico e suas modalidades e demais organizações no uso efetivo e adequado das tecnologias da educação” (MEC, 2016).

Em síntese, o que se averigua é que os diversos cursos de graduação da área da computação formam: i) bacharéis (engenharia da computação, ciência da computação e sistemas de informação), com finalidades diversas relacionadas à área; ii) tecnólogos (análise e desenvolvimento de sistemas, gestão da tecnologia da informação, redes de computadores, sistemas para internet e outros) que se objetivam a formar profissionais aptos a atuar em um eixo tecnológico específico; e iii) licenciados (licenciatura em computação), com o intuito de atender à demanda de ensino de informática nas escolas de nível fundamental, médio e técnico (MEC, 2016; ZORZO et al., 2017).

Em teoria, os cursos de licenciatura em computação, devido ao direcionamento para o exercício do magistério, deveriam representar uma grande parte da formação inicial de docentes que atuam nos diferentes cursos da área, em comparação às demais graduações elencadas. No entanto, observa-se que os cursos de licenciatura em computação possuem, ainda, um alcance restrito, respondendo por apenas 3,47% dos cursos da área de computação no país, conforme o relatório de estatísticas da educação superior em computação no Brasil, produzido pela SBC (SBC, 2018).

Além disso, cabe averiguar que, no Brasil, o número de concluintes em cursos de licenciatura em computação é extremamente baixo, segundo a Sinopse Estatística da Educação Superior 2019. No referido ano, ingressaram em cursos de licenciatura em computação 3.063 estudantes; em contrapartida, concluíram o curso 786 estudantes, de forma que o percentual de concluintes corresponde a 25,66% do total de ingressos (INEP, 2020).

Dentro desse contexto, deve-se considerar que uma parcela significativa dos docentes que atuam nos cursos de computação e, portanto, lecionam matérias que versam sobre a programação de computadores, é oriunda de cursos superiores de bacharelado e tecnologia; por isso, muitos não possuem uma formação pedagógica, pois os conhecimentos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem não são um dos enfoques desses tipos de curso.

Cumpramos constatar que, no contexto da computação, como em diversas outras áreas, o que seleciona o docente são as suas competências em uma determinada área de conhecimento específico, ora obtidas por meio de uma formação inicial a partir da graduação, ora desenvolvidas posteriormente em cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado) realizados no âmbito da formação técnica.

5. Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento deste estudo duas linhas de abordagem investigativa foram delineadas: a primeira pela análise das percepções de docentes das áreas de computação, informática e afins, que lecionaram alguma disciplina relacionada à programação nos últimos cinco anos; e a segunda através de um estudo de caso por meio da comparação de índices de aprovação, reprovação e evasão (cancelado, desistência, trancado e transferido) em disciplinas introdutórias de programação ministradas por docentes com e sem formação pedagógica.

A escolha por essas duas diferentes linhas de abordagem se justifica pela possibilidade de estabelecer relações entre as percepções observadas pelos docentes que lecionam programação e os resultados relativos ao ensino-aprendizagem de programação desenvolvido por docentes com e sem formação pedagógica.

Os dados de investigação relativos a primeira abordagem, foram obtidos por meio da implementação de um curso de qualificação docente para o ensino de programação de computadores por meio de metodologias ativas de aprendizagem e a teoria da carga cognitiva.

O referido curso sobre qualificação se instaurou em uma formação continuada para docentes das áreas de computação, informática e afins, sendo ofertado em duas edições, na modalidade de educação a distância por meio do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle. Compete registrar que a primeira edição do curso contou com uma carga horária total de 70 horas e aconteceu no ano de 2019. A segunda edição, por sua vez, teve uma carga horária total de 80 horas e ocorreu no ano de 2020.

Essa formação continuada se objetivava a qualificar os docentes participantes para o ensino de programação de computadores por meio do uso de metodologias ativas de aprendizagem e a teoria da carga cognitiva, a partir do desenvolvimento de reflexões sobre as variadas possibilidades de uma abordagem pedagógica respaldada nessas premissas.

Cabe destacar que, conforme já mencionado, o presente artigo corresponde a um pequeno recorte de um estudo exploratório relacionado a uma tese de doutorado, sendo que o curso de qualificação desenvolvido se constitui no produto educacional vinculado à pesquisa da tese.

Ainda no que concerne à coleta de dados referente a primeira abordagem, pondera-se que estes foram obtidos por meio do recurso de questionários do Moodle, sendo dispostos logo no início do curso como um pré-requisito para que o participante pudesse ter acesso aos demais conteúdos.

Nessa primeira abordagem, o foco da análise dos dados coletados remete a percepção dos docentes quanto à preparação de sua formação para exercer a docência e para ensinar programação, bem como a comparação de elementos a que foram expostos durante o aprendizado de programação enquanto eram estudantes e os que expõem seus alunos agora como professores.

Para a segunda abordagem, os dados de investigação foram obtidos por meio de uma pesquisa documental. Para tanto, inicialmente foi conduzido uma coleta de dados na plataforma Nilo Peçanha (<https://www.plataformanilopecanha.org/>) e no portal institucional do Instituto Federal do Paraná – IFPR (<https://reitoria.ifpr.edu.br/>), com vistas a identificar os quantitativos de matrículas, cursos e disciplinas que versam sobre programação em seu contexto introdutório na referida instituição, tomando como base o ano de 2018.

A partir dos dados obtidos por meio nesta coleta inicial, uma segunda coleta foi realizada em sistemas institucionais (BI – Gestão Info e SIGAA), com o intuito de identificar os quantitativos de matrículas e índices de rendimento escolar dos estudantes, bem como o perfil dos docentes que conduziram essas disciplinas.

Nessa segunda abordagem, o foco da análise é a comparação dos índices de aprovação, reprovação e evasão, em disciplinas introdutórias de programação, ministradas por docentes com formação pedagógica versus docentes sem formação pedagógica.

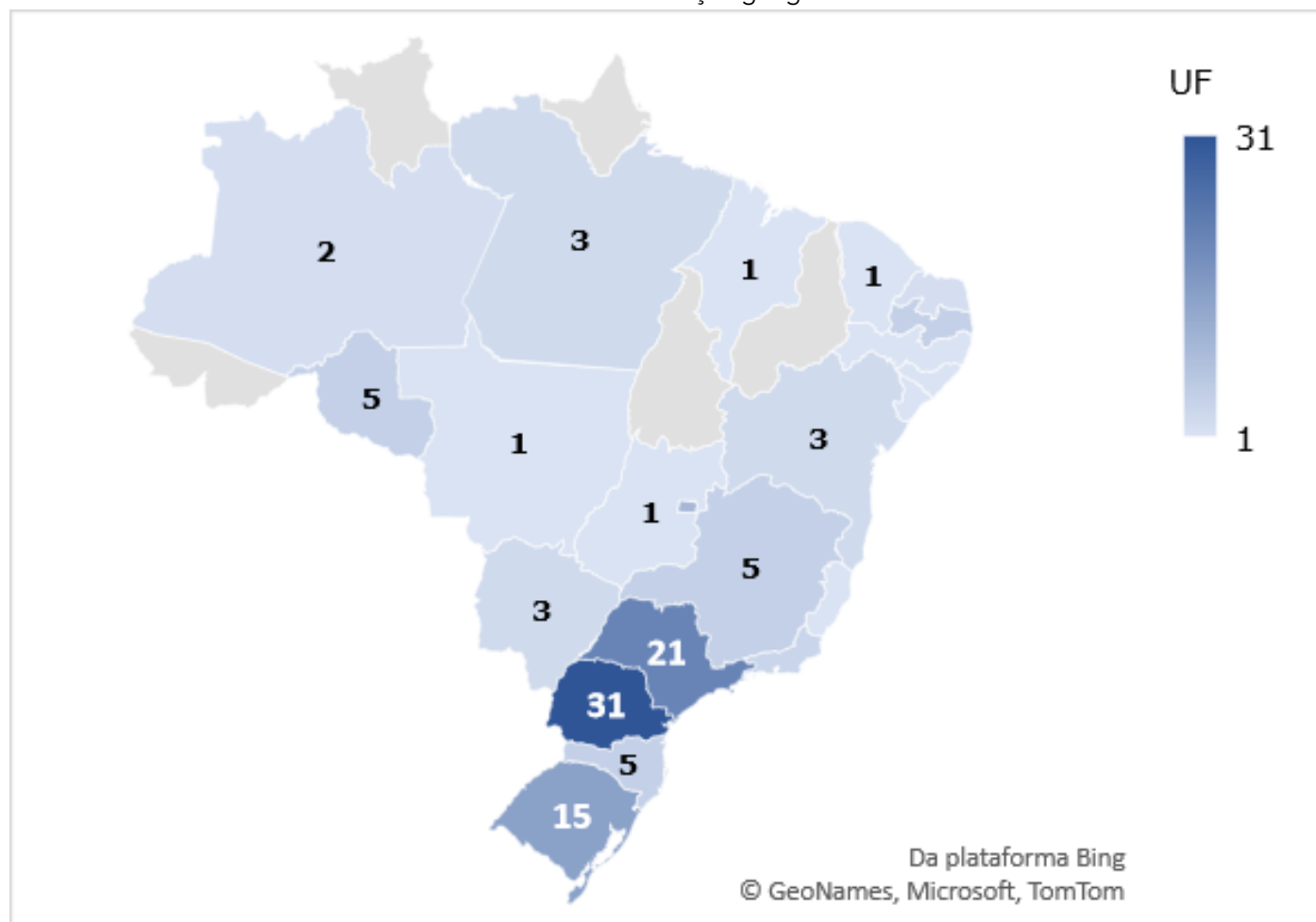
Por fim, compete salientar que o procedimento metodológico de interpelação dos dados para ambas abordagens é predominantemente qualitativo, porque considerou haver uma dinâmica referente aos objetivos da pesquisa que não pode ser transformada em números, ainda que, nela, são utilizados dados quantitativos para se realizar a interpretação.

6. Caracterização das Amostras

A amostra relativa a primeira abordagem é composta por um total de 122 docentes das áreas de computação, informática e afins, que afirmaram ter ministrado alguma disciplina relacionada à programação nos últimos cinco anos e participaram de uma das edições do curso de qualificação descrito anteriormente. Assim, cabe registrar que compõem essa amostra 43 docentes participantes da primeira edição do curso e 79 da segunda edição.

Assim, com o intuito de caracterizar essa amostra são apresentados a seguir: a distribuição geográfica (Gráfico 1); a formação inicial (Gráfico 2), o tipo do curso (Gráfico 3) e o tempo de conclusão desse (Gráfico 4); a maior titulação obtida (Gráfico 5); se possui ou não formação pedagógica (Gráfico 6); o tempo de atuação como docente (Gráfico 7); e o tempo que leciona matérias relacionadas à programação (Gráfico 8).

Gráfico 1 – Distribuição geográfica

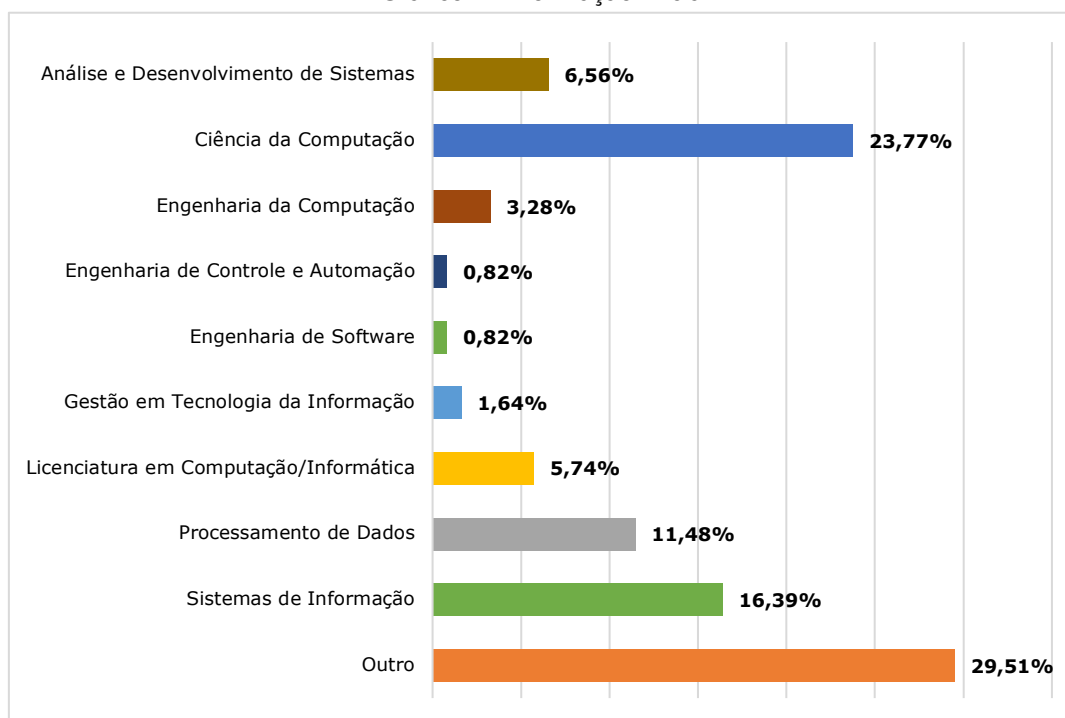


Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Conforme pode ser observado no Gráfico 1 a amostra está distribuída em 22 das 27 unidades federativas do Brasil, destacando-se os estados Paraná com 25,41% (n=31) dos docentes participantes, São

Paulo com 17,21% (n=21), Rio Grande do Sul com 12,30% (n=15) e Distrito Federal com 8,20% (n=10).

Gráfico 2 – Formação inicial

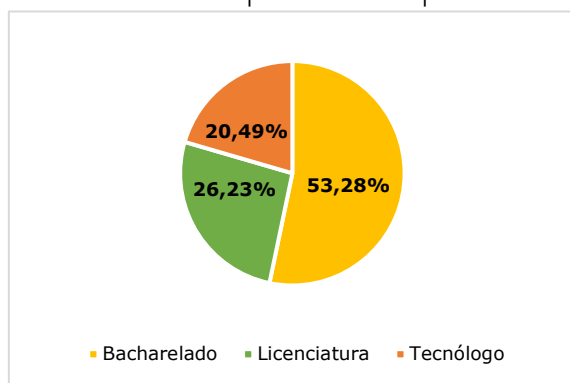


Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No que concerne à formação inicial desses docentes (Gráfico 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), os cursos de ciência da computação, com 23,77% (n=29), sistemas de informação, com 16,39% (n=20), e processamento de dados, com 11,48% (n=14), foram os mais elencados pelos participantes.

Entretanto, convém observar que uma parcela significativa, 29,51% (n=36) afirmou ter realizado outro curso superior que não corresponde aos cursos tradicionais da área da computação.

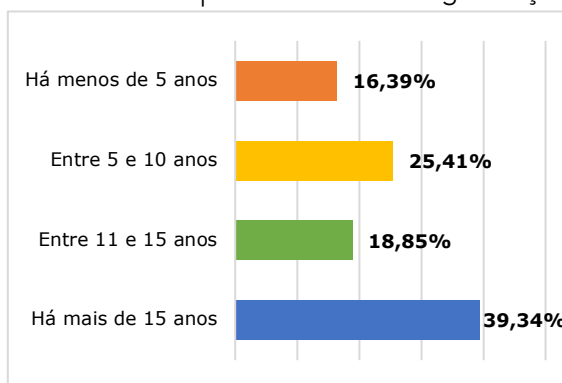
Gráfico 3 – Tipo de curso superior



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Em relação ao tipo de curso superior (Gráfico 3), 53,28% (n=65) são oriundos de cursos de bacharelado, 26,23% (n=32) de licenciatura e 20,49% (n=25) de tecnologia. No que diz respeito ao tempo de conclusão da graduação (Gráfico 4), a parcela mais significativa, 39,34% (n=48), concluiu sua formação inicial há mais de 15 anos, 25,41% (n=31) entre 5 e 10 anos, 18,85%

Gráfico 4 – Tempo de conclusão da graduação



(n=23) entre 11 e 15 anos e 16,39% (n=20) há menos de 5 anos.

Gráfico 5 – Maior Titulação

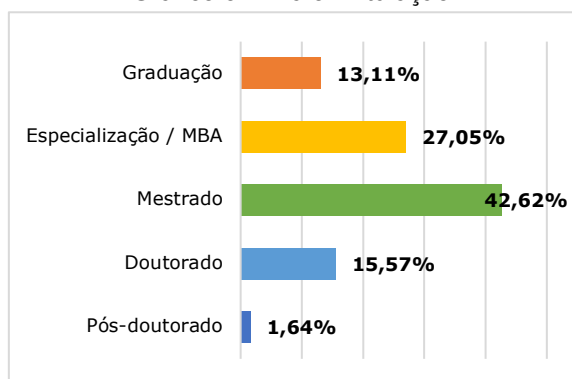
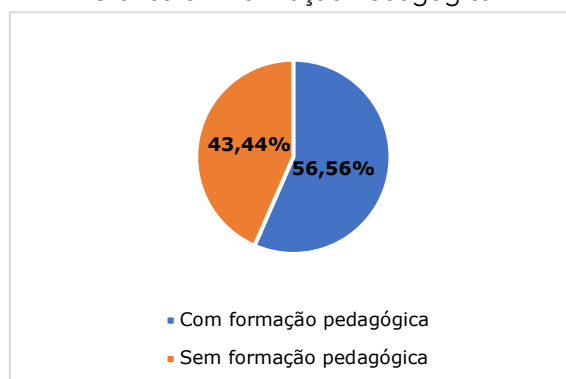


Gráfico 6 – Formação Pedagógica



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No que tange à maior titulação (Gráfico 5), a amostra é composta por: 42,62% (n=52) de docentes que têm como maior titulação Mestrado, 27,05% (n=33) Especialização/MBA, 15,57% (n=19) Doutorado, 13,11% (n=16) Graduação e 1,64% (n=2) Pós-Doutorado. A

respeito da formação pedagógica (licenciatura ou equivalente), como pode ser observado no Gráfico 6, 56,56% (n=69) afirmaram possuir essa formação, enquanto 43,44% (n=53) afirmaram não possuir.

Gráfico 7 – Tempo de atuação como docente

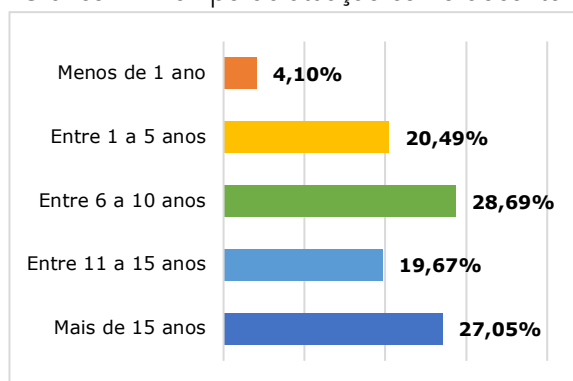
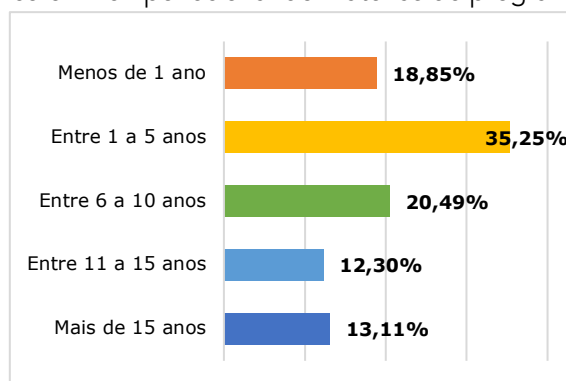


Gráfico 8 – Tempo lecionando matérias de programação



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No que se refere ao tempo de atuação como docente (Gráfico 7), 28,69% (n=35) atuam entre 6 a 10 anos, 27,05% (n=33) há mais de 15 anos, 20,49% (n=25) entre 1 a 5 anos, 19,67% (n=24) entre 11 a 15 anos e 4,10% (n=5) há menos de 1 ano. Em relação há quanto tempo esses docentes lecionam as matérias concernentes à programação (Gráfico 8), expressam-se as seguintes faixas: entre 1 a 5 anos, com 35,25% (n=43), entre 6 a 10 anos, com 20,49% (n=25), menos de 1 ano, com 18,85% (n=23), mais de 15 anos, com 13,11% (n=16) e entre 11 a 15 anos 12,30% (n=15).

Em relação a segunda abordagem, amostra é composta pelas disciplinas introdutórias de

programação trabalhadas no IFPR no ano de 2018 (n=57), os estudantes matriculados nessas disciplinas (n=2446), bem como os docentes que conduziram essas (n=44).

Desse modo, com vistas a caracterizar essa amostra, são apresentados a seguir: os quantitativos de disciplinas (Gráfico 9) e matrículas (Gráfico 10) por níveis de ensino; e referente aos docentes a formação inicial (Gráfico 11), a maior titulação (Gráfico 12) e se possui ou não formação pedagógica (Gráfico 13).

Gráfico 9 – Disciplinas

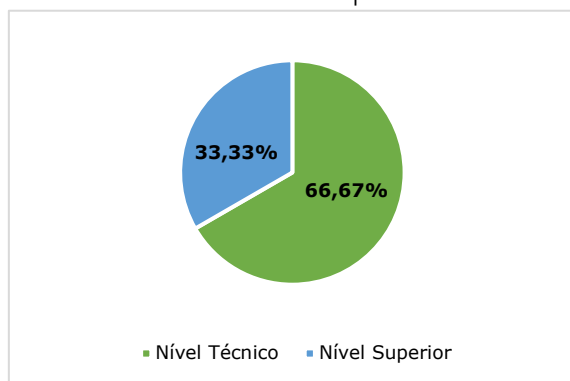
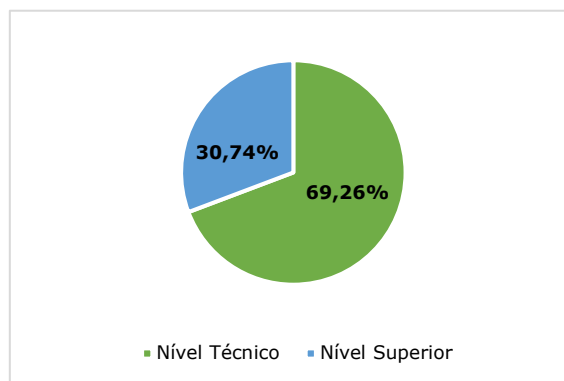


Gráfico 10 – Matrículas

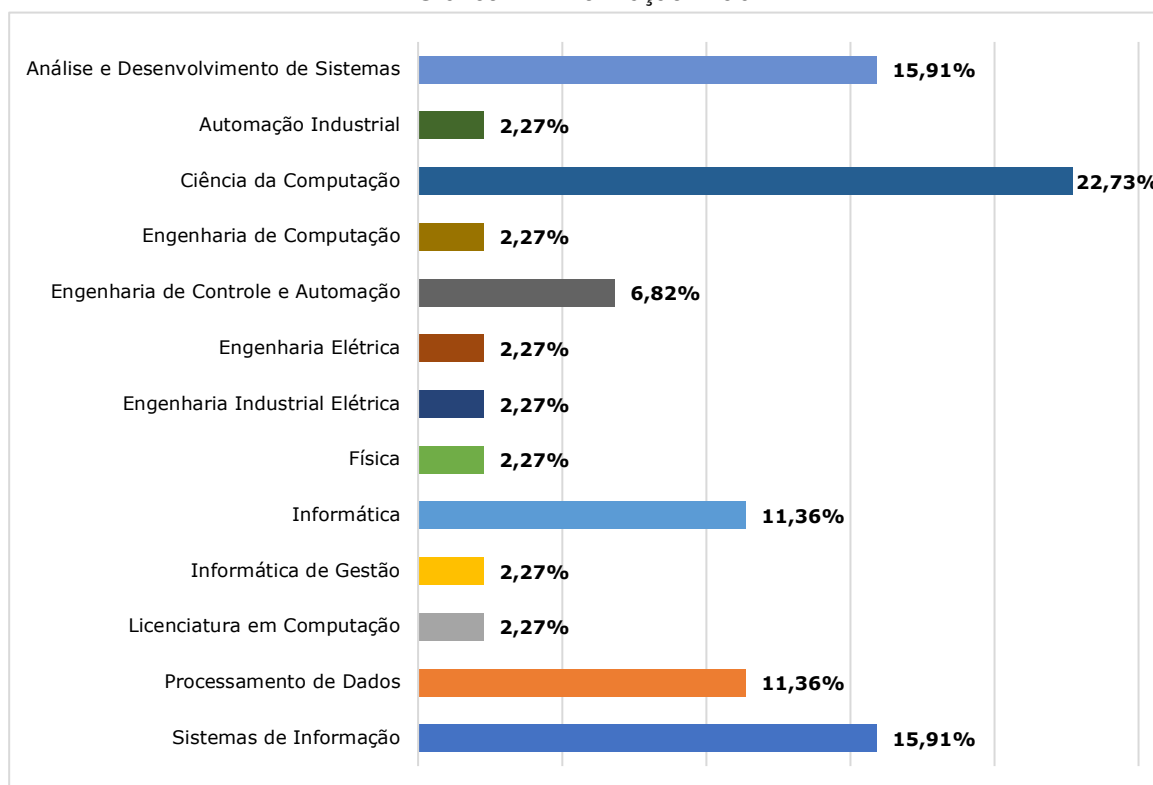


Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No que tange as disciplinas introdutórias de programação trabalhadas no IFPR no ano de 2018 (Gráfico 9), observa-se que 66,67% (n=38) se concentram em cursos de nível técnico, enquanto 33,33% (n=19) em cursos de nível superior. No que diz

respeito as matrículas (Gráfico 10), 69,26% (n=1694) se correspondem a cursos de nível técnico, enquanto 30,74% (n=752) em cursos de nível superior.

Gráfico 11 – Formação inicial

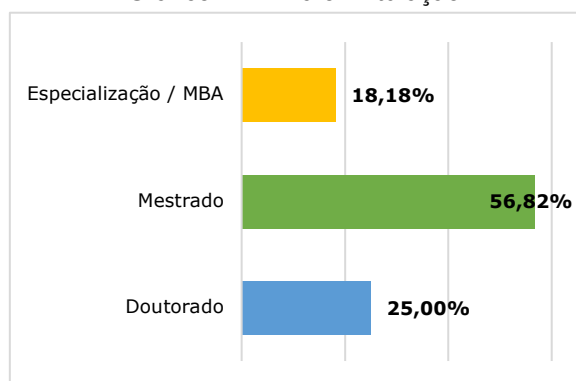


Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No que concerne à formação inicial (graduação) dos docentes (Gráfico 11), destacam-se os cursos de ciência da computação, com 22,73% (n=10), e os cursos

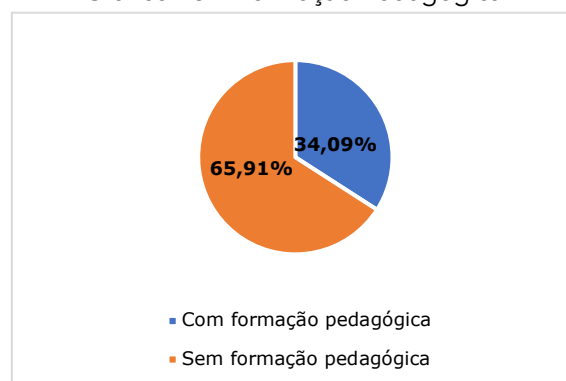
de análise e desenvolvimento de sistemas e sistemas de informação, com 15,91% (n=7) cada.

Gráfico 12 – Maior Titulação



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Gráfico 13 – Formação Pedagógica

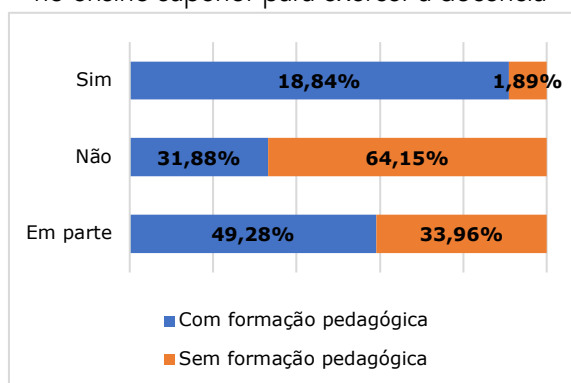


No que diz respeito à maior titulação (Gráfico 12), a amostra é composta por: 56,82% (n=25) de docentes que têm como maior titulação Mestrado, 25,00% (n=11) Doutorado e 18,18% (n=8) Especialização/MBA. A respeito da formação pedagógica (licenciatura ou equivalente), como pode ser observado no Gráfico 13, 65,91% (n=29) não possuem esse tipo de formação, enquanto 34,09% (n=15) possuem.

4. Resultados: Análises e Discussões

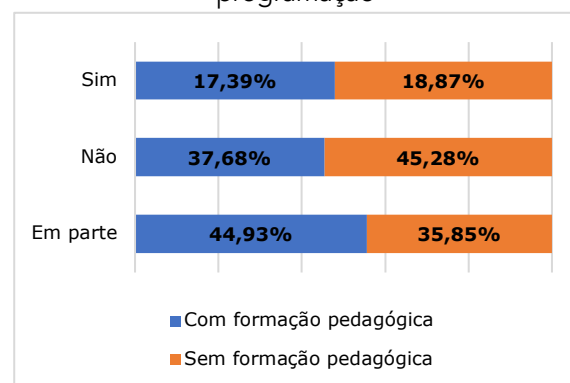
Referente à primeira abordagem, a qual trata da percepção, foi questionado aos docentes, se consideravam que o ensino superior possibilitou uma preparação para exercer a docência (Gráfico 14) e se sua formação, de um modo geral, possibilitou o preparo para ensinar programação (Gráfico 15).

Gráfico 14 – Percepção sobre a preparação fornecida no ensino superior para exercer a docência



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Gráfico 15 – Percepção sobre a formação para ensinar programação



No que se refere à percepção sobre a preparação fornecida no ensino superior para exercer a docência (Gráfico 14), 49,28% (n=34) dos docentes que possuem formação pedagógica consideraram que o ensino superior possibilitou um preparo em parte para a exercer a docência, 31,88% (n=22) consideraram que o ensino superior não possibilitou o preparo e 18,84% (n=13) consideraram que sim; por outro lado, 64,15% (n=34) dos docentes que não possuem formação pedagógica consideraram que o ensino superior não os preparou para exercer a docência, 33,96% (n=18) ponderaram que houve um preparo em parte e um docente considerou que sim (1,89%).

Em relação a essa percepção, destaca-se que, ainda em um percentual baixo, 18,84% (n=13), os docentes que possuem formação pedagógica têm uma percepção positiva da preparação do ensino superior para exercer a docência, em comparação aos docentes que não possuem essa formação: 1,89% (n=1).

Referente à percepção desses docentes sobre a sua formação para ensinar programação, conforme pode ser notado no Gráfico 15, no grupo de docentes que possuem formação pedagógica, 44,93% (n=31) responderam em parte, 37,68% (n=26) responderam não e 17,39% (n=12) responderam sim; no grupo de docentes que não possuem formação pedagógica,

45,28% (n=24) responderam não, 35,85% (n=19) responderam em parte e 18,87% (n=10) responderam sim.

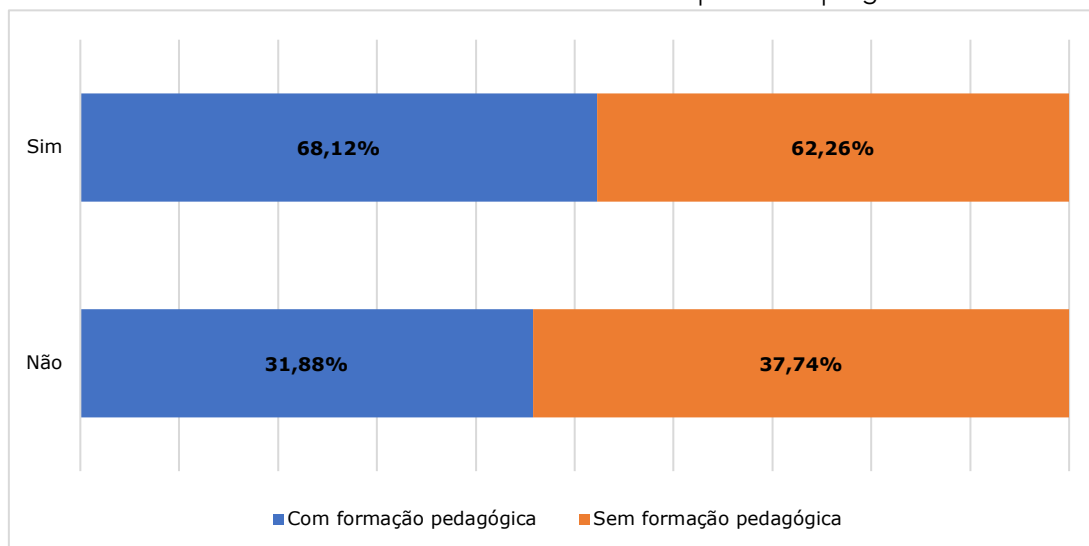
No que tange ao exposto, vale ressaltar que a percepção de que a sua formação não preparou para ensinar programação é superior no grupo de docentes sem formação pedagógica. Nesse sentido, Oliveira e Cambraia (2020) evidenciam que a integração dos conhecimentos pedagógicos e computacionais se constitui em um dos principais desafios relacionados ao ensino de Computação no Brasil.

Além disso, compete ponderar que, conforme a caracterização da amostra, uma parcela significativa dos docentes afirmou ter realizado outro curso superior que não corresponde aos cursos tradicionais da área da computação (Gráfico 2).

Nessa direção, Kretzer et al. (2020) apresentam um movimento para implementar o ensino de computação em maior escala e, dessa forma, recrutam-se docentes, mesmo que formados em outras áreas, para ensinar computação e, conseqüentemente, programação.

Diante do exposto, os docentes foram questionados se sentiram ou tiveram dificuldades em aprender a programar (Gráfico 16). Em relação a esse questionamento, no grupo de docentes que possuem formação pedagógica, 68,12% (n=47) responderam que sim, enquanto 31,88% (n=22) responderam que não; no grupo de docentes sem formação pedagógica, 62,26% (n=33) responderam que sim e 37,74% (n=20) responderam não.

Gráfico 16 – Sentiu ou teve dificuldades em aprender a programar



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Ainda quanto ao referido questionamento, destacam-se os elevados percentuais dos docentes que afirmaram sentir ou ter dificuldades durante o aprendizado de programação em ambos os grupos, sendo esse percentual superior no grupo de docentes que possuem formação pedagógica (68,12%), em comparação ao grupo de docentes sem formação pedagógica (62,26%).

Na sequência, são apresentadas as respostas dos docentes quanto à comparação das práticas

pedagógicas, conteúdos, recursos e tecnologias, instrumentos e técnicas avaliativas, além das atitudes de aprendizagem e perfil dos estudantes e turmas a que esses docentes foram expostos (enquanto estudantes) e que expõem (como professores), sendo essa comparação realizada pelos docentes com formação pedagógica, no Gráfico 17, e sem essa formação, no Gráfico 18.

Gráfico 17 – Docentes com formação pedagógica – comparação de elementos quando expostos e que expõem



Gráfico 18 – Docentes sem formação pedagógica – comparação de elementos quando expostos e que expõem



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Inicialmente, realça-se que, conforme pode ser observado no Gráfico 17, que trata da comparação da série de elementos pelos docentes com formação pedagógica, e no Gráfico 18, realizado pelos docentes sem essa formação, de uma maneira abrangente, em ambos os grupos, todos os elementos tratados foram apontados em maior proporção como sendo semelhantes em muitos aspectos, porém com algumas diferenças.

Assim, observa-se que tanto docentes com formação pedagógica como aqueles que não possuem essa formação consideram que as práticas pedagógicas, conteúdos, recursos e tecnologias, instrumentos e técnicas avaliativas, além das atitudes de aprendizagem e perfil dos estudantes e turmas a que foram expostos enquanto eram estudantes são semelhantes em muitos aspectos, porém com algumas diferenças quando, como docentes, expõem seus alunos.

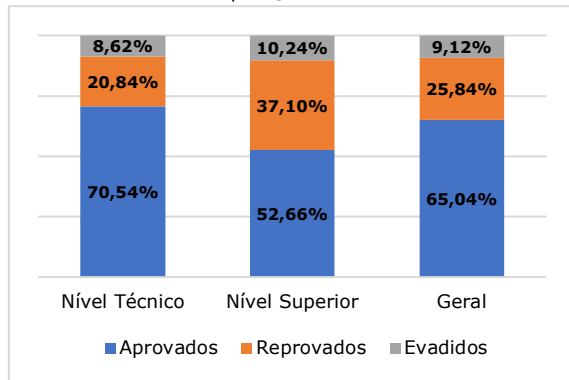
Por conseguinte, se essa série de elementos pode ser considerada semelhante, verifica-se que, dentro da amostra, conforme pode ser observado em sua caracterização (Gráfico 4), conta-se com 39,34% (n=48) de docentes que concluíram a graduação há mais de 15 anos e 18,85% (n=23) que concluíram entre 11 e 15 anos. Assim, pode-se conjecturar que os índices de

insucesso em disciplinas introdutórias de programação estão diretamente relacionados à maneira com que continuamos a replicar no processo de ensino-aprendizagem de programação. Isso faz com que pouco se avance para se reverter o cenário.

Além disso, faz-se necessário considerar que mais de 60% desses docentes, em ambos os grupos, apontaram sentir ou ter dificuldades para aprender a programar (Gráfico 16) e se eles consideram que são semelhantes as práticas pedagógicas, os conteúdos, os recursos e as tecnologias, instrumentos e técnicas avaliativas, sobretudo as atitudes de aprendizagem e perfil dos estudantes e turmas. De certa forma, mais de 60% de seus estudantes irão sentir ou ter dificuldades em aprender a programar.

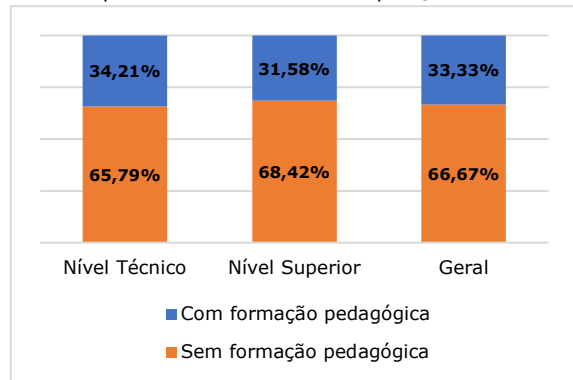
Referente à segunda abordagem, a seguir, inicialmente são apresentados, por meio do Gráfico 19, de forma geral e por níveis de ensino, os índices de aprovação, reprovação e evasão, em disciplinas introdutórias de programação trabalhadas no IFPR no ano de 2018. Na sequência, por meio do Gráfico 20, evidenciam-se os percentuais de atuação de docentes com e sem formação pedagógica, também de forma geral e por níveis de ensino.

Gráfico 19 – Índices de disciplinas introdutórias de programação



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Gráfico 20 – Atuação dos docentes em disciplinas introdutórias de programação



Como pode ser observado no Gráfico 19, no geral, 65,04% (n=1591) dos estudantes foram aprovados, 25,84% (n=632) foram reprovados e 9,12% (n=223) se evadiram. Observa-se, também, que os cursos de nível técnico possuem um maior índice de aprovação (70,54%) do que os cursos de nível superior (52,66%), bem como menores índices de reprovação e evasão.

Referente à atuação dos docentes com e sem formação pedagógica (Gráfico 20), verifica-se que, de um modo geral, 66,67% (n=38) das disciplinas foram ministradas por docentes sem formação pedagógica e 33,33% (n=19) por docentes que possuem essa formação. Além disso, o percentual de disciplinas ministradas por docentes sem formação pedagógica é maior no ensino superior (68,42%), quando em comparação aos cursos de nível técnico (65,79%).

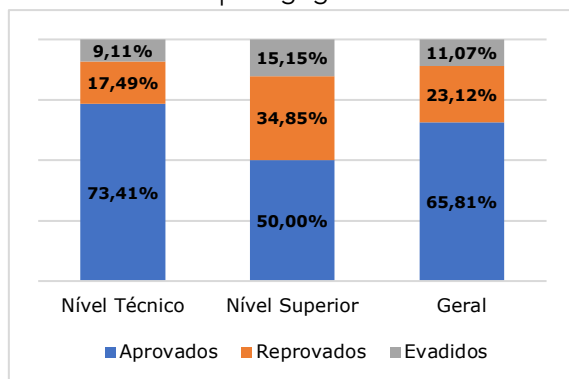
Dessa forma, pode-se observar que os índices apresentados no Gráfico 19, referentes ao ensino introdutório de programação no IFPR, estão relativamente em consonância com estudos como os de

Bennedsen e Caspersen (2007), Watson e Li (2014), Bosse e Gerosa (2015) e Simon et al. (2019).

Além disso, é possível observar que os percentuais dos docentes sem formação pedagógica que atuam tanto em cursos de nível técnico, bem como em cursos de nível superior, expostos no Gráfico 20 corroboram com a indicação de que os cursos de licenciatura em computação possuem um alcance restrito e que, em virtude da formação pedagógica não ser um impedimento para o exercício do magistério, uma parcela significativa dos docentes que atuam nos cursos de computação e, portanto, lecionam matérias de programação é oriunda de cursos superiores de bacharelado e tecnologia.

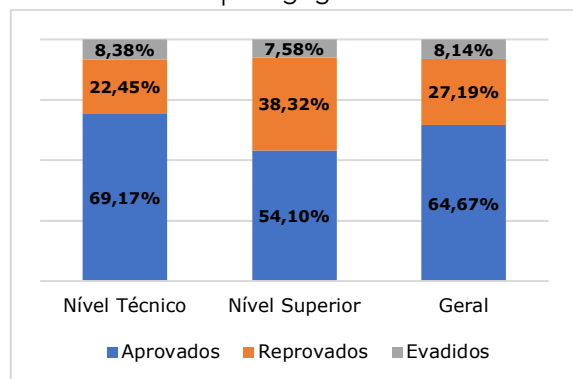
O último resultado a ser apresentado, referente a esse estudo de caso, concerne à comparação, de forma geral e por níveis de ensino, dos índices de aprovação, reprovação e evasão, de docentes com e sem formação pedagógica (Gráfico 21 e Gráfico 22).

Gráfico 21 – Índices – Docentes com formação pedagógica



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Gráfico 22 – Índices – Docentes sem formação pedagógica



Como pode ser observado no Gráfico 21 e no Gráfico 22, de um modo geral, os docentes com formação pedagógica possuem um índice de aprovação um pouco maior (1,14%) do que os docentes sem essa formação. Todavia, salienta-se que esse índice de aprovação maior, em disciplinas ministradas por docentes com formação pedagógica, concentra-se em cursos de nível técnico, em que os docentes com formação pedagógica contam com um índice de aprovação de 73,41% e os sem formação contam com um índice de 69,17%, não sendo reproduzido esse cenário em disciplinas de nível superior, nas quais os docentes sem formação contam com um índice de 54,10% e os com essa formação contam com um índice de 50,00%.

Nesse sentido, é prudente depreender que as diferenças observadas referentes aos índices de aprovação, em ambos os grupos, não são estatisticamente significantes, além de apresentarem uma variação a depender do nível de ensino.

No que compete aos índices de reprovação, observa-se que, em ambos os níveis de ensino, as disciplinas ministradas por docentes sem formação pedagógica apresentam um maior índice, sendo que corresponde a 22,45% em cursos de nível técnico e a 38,32% em cursos de nível superior. De um modo geral, esse índice equivale a 27,19%, uma vez que os docentes com formação pedagógica apresentam como índice de reprovação os registros de 17,49% em cursos de nível técnico e 34,85% em cursos de nível superior, o que corresponde a 23,12%.

Dessa forma, cumpre explanar que os docentes sem formação pedagógica apresentam um índice de reprovação maior do que os docentes com essa formação. Por outro lado, observa-se que, no caso dos índices de evasão, essa lógica se inverte, ainda que os percentuais referentes a esse índice sejam menos significativos do que os de reprovação.

5. Considerações Finais

Ao ter em vista que pelo menos uma parte dos problemas relacionados ao processo de ensino-aprendizado de programação possa ter sua origem nas práticas docentes desenvolvidas, podendo elas estarem correlacionadas à formação pedagógica (ou não formação) desses docentes, neste trabalho se objetivou a investigar uma possível relação entre a formação pedagógica e o ensino-aprendizagem de programação por meio de duas diferentes abordagens.

Por intermédio da primeira abordagem investigativa, constatou-se que, em geral, os docentes com formação pedagógica possuem uma percepção positiva da preparação do ensino superior para exercer a docência, quando em comparação aos docentes que não possuem essa formação.

Além disso, compete ressaltar que um elevado índice de docentes com ou sem formação pedagógica considerou que a sua formação, de uma forma geral, não possibilitou um preparo para ensinar programação, sendo que essa percepção é maior entre os docentes sem formação pedagógica.

Verificou-se, também, que uma parcela significativa dos docentes com ou sem formação sentiu ou teve dificuldades em aprender a programar, estando esse resultado relativamente em consonância com a literatura da área, a qual indica as taxas de insucesso em disciplinas introdutórias de programação.

De forma universal, ao se comparar as práticas pedagógicas, conteúdos, recursos e tecnologias, instrumentos e técnicas avaliativas, além das atitudes de aprendizagem e perfil dos estudantes e turmas a que foram expostos enquanto eram estudantes e que expõem seus alunos agora como docentes, a maior parcela, tanto dos docentes com formação pedagógica quanto os sem essa formação, indicou que essa série de elementos é semelhante em muitos aspectos, porém com algumas diferenças.

Por meio da segunda abordagem, observou-se que, em geral, no IFPR, os índices de insucesso em disciplinas introdutórias de programação estão relativamente em consonância com a literatura da área. Além disso, notou-se que esse índice é significativamente maior no ensino de nível superior, quando em comparação ao nível técnico. Ainda por meio da comparação dos índices de docentes com e sem formação pedagógica, pode-se verificar que não há diferenças significativas no que tange aos índices de aprovação dos dois grupos.

Por fim, convém destacar que existem algumas limitações para este estudo. Na primeira abordagem, que trata da percepção dos docentes, apesar de a amostra compreender um total de 122 docentes, salienta-se que esse número de participantes pode ser considerado pequeno, especialmente o universo de docentes do contexto. Na segunda abordagem, que trata do estudo de caso, destaca-se o fato da amostra compreender apenas o período de um ano (2018).

Nessa direção, estes pesquisadores reconhecem que, apesar da formação pedagógica não ser um impedimento para o exercício do magistério, a

formação estritamente técnica possui certos limites que necessitam ser observados, dentre eles, a ausência de conhecimentos pedagógicos e sobre a condução do processo de ensino-aprendizagem. Embora não esteja apoiado por meio dos resultados no presente estudo, a ausência desses conhecimentos, pode limitar didaticamente a ação do docente.

8.1 Estudos futuros

Para estudos futuros que prossigam na direção de examinar a possível correlação entre a formação pedagógica e o ensino-aprendizagem de programação, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas que visem comparar as práticas de docentes com e sem formação pedagógica. Estudos subsidiados nesse teor têm o intuito de avaliar os impactos da formação pedagógica ou, até mesmo, a sua ausência no processo de ensino-aprendizagem de programação.

Nesse caminho, pode-se analisar, também, a preparação fornecida em cursos de licenciatura em computação, bem como formações pedagógicas de um modo geral, para o ensino de programação, tendo em vista que, conforme indicado pelos resultados deste estudo, um percentual significativo de docentes indicou considerar que sua formação não o preparou para ensinar programação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (Bolsista do CNPq 310259/2020-7).

Referências

ARIMOTO, Maurício; OLIVEIRA, Weldrey. Dificuldades no Processo de Aprendizagem de Programação de Computadores: um Survey com Estudantes de Cursos da Área de Computação. In: *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*. 2019. p. 244–254. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wei.2019.6633>

BENNEDSEN, Jens; CASPERSEN, Michael E. Failure rates in introductory programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, v. 39, n. 2, p. 32–36, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1272848.1272879>

BERSSANETTE, João Henrique; FRENCISCO, Antonio Carlos. Proposta de Abordagem Prática para o Ensino de Programação Baseada em Ausubel. In: *Simpósio*

Brasileiro de Informática na Educação-SBIE. 2018. p. 398. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.398>

BOSSE, Yorah; GEROSA, Marco Aurelio. As Disciplinas de Introdução à Programação na USP: um Estudo Preliminar. In: *Anais do Workshop Sobre Educação em Computação (WEI)*. 2015. p. 1389. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2015.1389>

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm

COSTA, Evandro B et al. Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses. *Computers in Human Behavior*, v. 73, p. 247–256, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.047>

COUTINHO, Emanuel Ferreira; LIMA, Ernesto Trajano de; SANTOS, Clemilson Costa. Um panorama sobre o desempenho de uma disciplina inicial de programação em um curso de graduação. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 19, p. 1–15, 2017. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/07/Art14-vol19-julho2017.pdf>

GIRAFFA, Lucia Maria Martins; MORA, Michael da Costa. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. *Congressos CLABES*. 2016. Disponível em: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/888>

GOMES, Anabela; MENDES, Antonio. A teacher's view about introductory programming teaching and learning: Difficulties, strategies and motivations. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. IEEE, 2014. p. 1–8. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044086>

HOLANDA, Wallace Duarte de; FREIRE, Laís De Paiva; COUTINHO, Jarbele Cássia da Silva. Estratégias de ensino-aprendizagem de programação introdutória no ensino superior: uma Revisão Sistemática da Literatura. *RENOTE*, v. 17, n. 1, p. 527–536, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.95905>

INEP. *Sinopse Estatística da Educação Superior 2019*. 2020. Disponível em: <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>.

IQBAL MALIK, Sohail; COLDWELL-NEILSON, Jo. Impact of a New Teaching and Learning Approach in an Introductory Programming Course. *Journal of Educational Computing Research*, v. 55, n. 6, p. 789–819, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0735633116685852>

KOULOURI, Theodora; LAURIA, Stanislaw; MACREDIE, Robert D. Teaching Introductory Programming: A Quantitative Evaluation of Different Approaches. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 14, n. 4, p. 1–28, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2662412>

KRETZER, Fabíola M. et al. Formação Continuada de Professores para o Ensino de Algoritmos e Programação na Educação Básica: Um Estudo de Mapeamento Sistemático. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, p. 389–419, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/RBIE.2020.28.0.389>

LIMA, Marcio Roberto de. Concepções docentes acerca do ensino de programação de computadores no ensino superior. *Teoria e Prática da Educação*, v. 21, n. 3, p. 111–122, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/tpe.v21i3.45599>

LUXTON-REILLY, Andrew et al. Developing Assessments to Determine Mastery of Programming Fundamentals. In: *Proceedings of the 2017 ITiCSE Conference on Working Group Reports*. ACM, 2018. p. 47–69. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3174781.3174784>

LUXTON-REILLY, Andrew et al. Introductory programming: a systematic literature review. In: *Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education - ITiCSE 2018 Companion*. ACM Press, 2018. p. 55–106. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3293881.3295779>

MARTINS, Valéria F; CONCILIO, Ilana de Almeida Souza; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Problem based learning associated to the development of games for programming teaching. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 26, n. 5, p. 1577–1589,

2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cae.21968>

MEC. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Graduação em Computação (DCN16)*. Resolução CNE/CES nº 5, de 16 de novembro de 2016. 2016. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192

MEDEIROS, Rodrigo Pessoa; RAMALHO, Geber Lisboa; FALCAO, Taciana Pontual. A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education. *IEEE Transactions on Education*, v. 62, n. 2, p. 77–90, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TE.2018.2864133>

OLIVEIRA, Wilk; CAMBRAIA, Adão Caron. Desafios na Formação de Professores de Computação: Reflexões e Ações em Construção. In: *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola (WIE 2020)*. SBC, 2020. p. 319–328. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.319>

PATTANAPHANCHAI, Jarutas. An investigation of students' learning achievement and perception using flipped classroom in an introductory programming course: A case study of Thailand higher education. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, v. 16, n. 5, 2019. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1237873>

QIAN, Yizhou; LEHMAN, James. Students' Misconceptions and Other Difficulties in Introductory Programming: A Literature Review. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 18, n. 1, p. 1–24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3077618>

SBC. *Educação Superior em Computação Estatísticas – 2018*. 2018. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/133-estatisticas/1287-estatisticas-computacao-2018>.

SILVA, Thiago Reis da et al. Ensino-aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 01, p. 182, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/rbie.2015.23.01.182>

SIMON et al. Pass Rates in Introductory Programming and in other STEM Disciplines. In: *Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*. ACM, 2019. p. 53–71. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3344429.3372502>

SOUZA, Draylson Micael; BATISTA, Marisa Helena da Silva; BARBOSA, Ellen Francine. Problemas e Dificuldades no Ensino de Programação: Um Mapeamento Sistemático. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 24, n. 1, p. 39, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/rbie.2016.24.1.39>

VIHAVAINEN, Arto; AIRAKSINEN, Jonne; WATSON, Christopher. A systematic review of approaches for teaching introductory programming and their influence on success. In: *Proceedings of the tenth annual conference on International computing education research - ICER '14*. ACM Press, 2014. p. 19–26. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2632320.2632349>

WATSON, Christopher; LI, Frederick W.B. Failure rates in introductory programming revisited. In: *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education - ITiCSE '14*. ACM Press, 2014. p. 39–44. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2591708.2591749>

ZORZO, A. F et al. *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação*. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). 2017. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/127-educacao/1155-referenciais-de-formacao-para-cursos-de-graduacao-em-computacao-outubro-2017>

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 115-128

Elisângela Valevein Rodrigues

Instituto Federal do Paraná

elisangela.rodrigues@ifpr.edu.br

Leandro Delgado de Souza

Instituto Federal do Paraná

leandro.delgado@ifpr.edu.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: março de 2021

Aprovado em: maio de 2021

Instituto de Hackers: o pensamento computacional aplicado ao Ensino Médio Integrado Profissionalizante

Hacker's Institute: the computational thinking on vocational learning

Resumo

O pensamento computacional desperta criatividade, espírito crítico, raciocínio lógico e a construção passo a passo de soluções do mundo real, por meio de fundamentos e técnicas computacionais. Nesta pesquisa, apresenta-se a promoção do ensino por meio do pensamento computacional no Ensino Médio Integrado, de uma instituição pública focada em educação profissional. Isso, mediante a realização de uma oficina de curta duração, utilizando linguagem de programação visual por blocos, com ferramentas como Code.Org e Scratch. A oficina teve sua construção e concepção baseadas na teoria de aprendizagem situada, de Jean Lave. Foi aplicada em dois momentos com turmas distintas, e ao final de sua aplicação foi avaliada pelos estudantes. Notou-se resultado positivo e motivador quanto à metodologia utilizada e à linguagem de blocos. Assim, considera-se que este estudo atendeu satisfatoriamente aos objetivos apresentados e que novas propostas de ensino, utilizando-se dessas premissas, possuem caráter válido e pertinente.

Palavras-chave: Educação Profissional. Pensamento Computacional. Aprendizagem Situada.

Abstract

The computational thinking awakes creativity, critical spirit, logical reasoning and pass-by-pass construction of real world solutions, using computational fundamentals and techniques. This research seeks to relate the promotion of teaching through computational thinking in integrated high school, from a public institution focused on professional education. A short workshop was conducted using block visual programming language with tools such as Code.Org and Scratch. The workshop was built and designed based on Jean Lave's theory of situated learning. It was applied in two moments with different classes and, at the end of its application was evaluated by the students. Positive and motivating results were noted regarding the methodology used and the block language. Thus, it is considered that this study satisfactorily met the objectives presented and that new teaching proposals using these premises have a valid and pertinent character.

Keywords: Vocational Learning. Computational Thinking. Situated Learning.

1. Introdução

O termo pensamento computacional, como é conhecido hoje, surgiu a partir da publicação realizada por Wing, sendo que tanto humanos quanto máquinas possuem capacidade de solucionar problemas baseados no poder e nos limites da computação (WING, 2006). O pensamento computacional está baseado em quatro pilares: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo (BRACKMANN et al., 2017). Esses pilares trabalham para que os estudantes adquiram capacidade de transformar problemas grandes em menores e, assim, fragmentem-nos, sendo esse o pilar da decomposição. Com isso, há a possibilidade de verificar minuciosamente cada um dos problemas, podendo identificar padrões ou dificuldades já solucionadas, reconhecendo padrões, dando atenção apenas ao que importa ou tem relevância para a solução do problema existente, pilar da abstração; e possibilitando, então, criar um método computacional, digital ou manual como solução do problema, pilar do algoritmo.

O pensamento computacional é uma habilidade que deve estar disponível para todas as pessoas, não sendo uma exclusividade daquelas ligadas à computação (WING, 2016). “É uma área recente e ainda tem muito para ser explorado, principalmente do ponto de vista educacional” (QUADROS; BICHO; ADAMATTI, 2020). Além disso, o pensamento computacional é comparado à alfabetização do século atual, em que vários postos de trabalho exigem das pessoas um conhecimento, mesmo que básico, de programação de computadores (MARIMON BOUCINHA et al., 2017). Essa nova metodologia pode ser adotada em sala de aula por educadores nas suas práticas, durante todas as etapas e em consonância com a alfabetização e o letramento digital (QUADROS; BICHO; ADAMATTI, 2020).

Trabalhar o pensamento computacional, com estudantes do Ensino Médio Técnico, contribui para que eles tenham uma formação voltada para a autonomia, levando à sua emancipação tecnológica, aumentando a criatividade, o raciocínio lógico e a capacidade de solucionar problemas. Isso tudo contribui para sua emancipação e atuação no mundo do trabalho. Nesse sentido, trabalhar o pensamento computacional com os estudantes, com base na teoria de aprendizagem situada de Jean Lave, pode ser um fator inovador, impactando diretamente no processo de ensino-aprendizagem deles.

A formação dos estudantes de forma autônoma, emancipadora e de outros atributos já mencionados, é parte de uma política educacional praticada nos

Institutos Federais de Ciência e Tecnologia, também do Colégio Pedro II e dos CEFETs, que são, por sua lei de criação 11.892/2008, as instituições federais de referência em educação profissional. Saviani(2007) cita que nessas instituições “[...] no ensino médio a relação entre educação e trabalho, entre conhecimento e a atividade prática deverá ser tratada de maneira explícita e direta”. O pensamento computacional visa fortalecer a relação educação-trabalho, ao propiciar a união de conhecimento e prática, que está muito presente nas atividades envolvendo pensamento computacional e programação de computadores, pois estes se referem a capacidades de modelagem, análise e solução de problemas(SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2018).

Assim, o objetivo deste estudo foi estimular e avaliar o pensamento computacional para estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, por meio de uma proposta de ensino (oficina de curta duração), para cursos que não estejam diretamente relacionados com áreas pontualmente ligadas à computação.

2. Referencial Teórico-Metodológico

O referencial teórico vai trazer informações sobre a teoria e a metodologia utilizadas para a construção da referente pesquisa. Os conceitos abordados serão: Pensamento Computacional, Educação Profissional, Institutos Federais de Ciência e Tecnologia, Prática Pedagógica, Programação de Computadores, Ensino de Programação, Lógica de Blocos e a Prática da Aprendizagem.

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Pensamento Computacional

Com o avanço da tecnologia, a educação tem recebido ferramentas e métodos auxiliares no processo educativo, e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão muito presentes nas salas de aula contemporâneas, que têm modificado o paradigma da aprendizagem para algo mais profundo e contextual, possibilitando experimentações, resoluções de problemas, simulações, entre outros (RAMOS, 2015).

Grupos como o Pensamento Computacional¹ ou o Grupo Computação na Escola², além de outros grupos como sociedades civis, órgãos governamentais ou entidades representativas da área, são incentivadores da aplicação e do uso das TICs no processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo o papel que a tecnologia vem adquirindo no método educativo (RAMOS, 2015).

A tecnologia e a educação modificaram e ainda modificarão o mundo do trabalho. Dessa forma, para a formação dos futuros profissionais, além do uso das TICs, práticas de computação são atividades essenciais para estar em consonância com o mundo de trabalho atual e futuro (VON WANGENHEIM; RODRIGUES NUNES; DOS SANTOS, 2014).

Para isso, o pensamento computacional aborda a solução ou resolução de problemas reais, por meio de métodos computacionais, pelo uso do computador ou algum outro dispositivo semelhante, para coletar e analisar dados, apresentando-os de várias maneiras diferentes, incluindo simulações, automatização das soluções; realizar processamento de dados a fim de se atingir maior eficiência e eficácia da solução ou procedimento, sistematização ou padronização da solução do problema (MARIMON BOUCINHA et al., 2017). Tudo isso também é possível utilizando os conceitos de computação de forma desplugada, ou seja, sem o uso do computador, utilizando apenas seus conceitos (VON WANGENHEIM; RODRIGUES NUNES; DOS SANTOS, 2014).

É relevante elucidar que o pensamento computacional não significa que os seres humanos devam pensar como os computadores, mas sim que utilizem técnicas, fundamentos e recursos computacionais aliados à inteligência humana para a abordagem e solução de problemas, que vai muito além de programar uma solução computacional (RIBEIRO; FOSS, 2017).

Apesar de o conceito de Wing ainda ser o mais utilizado, ainda há divergências conceituais, porém, praticamente todos convergem para a intersecção entre computação, conhecimento disciplinar e algoritmo (ARMANDO, 2016).

Ribeiro e Foss (2017) definem que o pensamento computacional possui relação com seus pilares: abstração – necessária para dados e processos, e as

técnicas de construção de soluções (algoritmos); análise – consiste em técnicas de análise de algoritmos quanto à sua correção e eficiência, sob diferentes aspectos; e automação – envolve a mecanização das soluções ou de suas partes, permitindo que máquinas nos ajudem a solucionar o problema.

Brackmann et al. (2017), com base em pesquisas da Code.Org³, Liukas⁴ e BBC Learning⁵ citam quatro pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo. A decomposição trata de os estudantes se depararem com um problema grande e transformá-lo em um menor e mais simples de ser resolvido, para que assim possam reconhecer padrões nos problemas, ou encontrar soluções já existentes para os pequenos problemas. Dessa forma, é possível focar apenas nos problemas específicos ou naqueles que não possuem e precisam de solução, essa seria a capacidade de abstração. Por fim, a pessoa é capaz de construir um algoritmo, que nada mais é que uma solução computacional, um processo passo a passo para a solução do problema, que pode ser feita computacionalmente ou não.

2.1.2 Educação Profissional

A promulgação da lei 11.892 de 29 de dezembro de 2008 criou e concretizou a implantação de algumas instituições de ensino profissional no Brasil, sendo abrangidos por essa lei os Institutos Federais de Ciência e Tecnologia, o Colégio Pedro II, os Centros Federais de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro e de Minas Gerais, além da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que fazem parte da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Essas instituições têm por finalidade o desenvolvimento e a qualificação dos cidadãos, permitindo-lhes a devida formação para atuação em qualquer setor econômico, bem como dar atendimento às demandas regionais (BRASIL, 2008).

Os objetivos elencados na lei 11.892/2008 demonstram que não se trata apenas de ensinar, mas oferecer uma formação integral aos estudantes. Vejamos alguns deles.

¹ Disponível em: www.computacional.com.br.

² Disponível em: www.computacaonaescola.ufsc.br.

³CODE.ORG. *Instructor Handbook—Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three*, 2015.

⁴LIUKAS, L. *HelloRuby: adventures in coding*. Feiwei & Friends, 2015.

⁵BBC LEARNING, B. *What is computational thinking?* 2019. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. Acesso em: 25 abr. 2019.

- Ministrar educação profissional e técnica de nível médio [...];
- Realizar pesquisas aplicadas [...];
- Desenvolver atividades de extensão, [...], em articulação com o mundo do trabalho [...];
- Estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão [...].

Nota-se que a formação dos estudantes dos Institutos Federais é voltada para capacitá-los de forma que possam integrar os conhecimentos adquiridos com cultura, pesquisa e tecnologia (BRASIL, 2010).

As instituições de ensino profissional possuem uma flexibilidade curricular garantida tanto pela Lei 11.892/2008 quanto pelo documento Concepções e Diretrizes, da SETEC/MEC, para que os currículos possam atender a demandas e arranjos produtivos locais. Além do atendimento ao contexto do qual cada *campus* está inserido. A estrutura curricular dessas instituições tem como propósito “uma formação profissional e tecnológica contextualizada, banhada de conhecimentos, princípios e valores que potencializam a ação humana na busca de caminhos mais dignos de vida.” (BRASIL, 2010).

Estudantes oriundos de classes trabalhadoras ou detentoras de meio de produção, sem distinção, por meio dessa educação e da flexibilidade curricular, alcançam uma capacidade criativa e autônoma, política e intelectual (ARAUJO; FRIGOTTO, 2015). Com relação à formação profissional contextualizada, a integração dos conteúdos pela prática pedagógica contribui para que os estudantes consigam compreender as relações entre os conteúdos teóricos transmitidos em sala de aula e as atividades e os desafios práticos reais do mundo do trabalho (ARAUJO; FRIGOTTO, 2015), tendo dimensões como trabalho, ciência e cultura integrados por esse processo educativo (CIAVATTA; RAMOS, 2011).

Importante ressaltar que a educação profissional não trata do ensino de uma profissão por si só, ou prepara o cidadão para a execução de tarefas rotineiras, mas transmite ao acadêmico condições para que ele compreenda o mundo do trabalho em todas suas vertentes, seu dinamismo, as condições socioprodutivas, além do entendimento integral de suas atividades provenientes de sua profissão, de forma crítica, criativa e autônoma (BRASIL, 2010).

Uma educação pública, gratuita, laica e universal, pode proporcionar aos estudantes o conhecimento

necessário para que eles compreendam a relação educação-trabalho, o que é diferente da vida profissional, mas se trata de um momento vivido com base na experimentação do tentar e de conhecer algo (FRIGOTTO, 2007).

Dessa forma, a educação profissional e tecnológica contemporânea, em sua concepção, objetiva uma formação dos estudantes como sujeitos atuantes, críticos e participativos. Nessa perspectiva, o desenvolvimento do pensamento computacional pode proporcionar os conhecimentos suficientes para tal concepção, por meio de estratégias que estimulem o desenvolvimento de seu conhecimento e seu aprendizado e, assim, não sejam meros reprodutores de conteúdo.

2.1.3 Ensino de Programação

A inserção da computação no cotidiano das escolas brasileiras ainda precisa de investimento e de novos métodos pedagógicos. Porém, pode-se utilizar a tecnologia de uma forma mais abrangente no ensino de lógica de programação, possibilitando desenvolver o raciocínio e a criatividade, auxiliando na tomada de decisões (BATISTA; HORTA; FONSECA, 2020).

O ensino de programação trata-se, em muitos casos, de passar uma linguagem de programação aos estudantes, mostrando técnicas, sintaxe, lista de comandos e afins, o que torna a aprendizagem um processo custoso e nada convidativo e chamativo para eles (FONTES; SILVA, 2008). Essa forma de ensinar proporciona elevados índices de evasão e reprovação em disciplinas relacionadas à programação de computadores, pois não é uma tarefa trivial. Requer conhecimentos matemáticos, raciocínio lógico, abstração, e uma capacidade de solução de problemas (JUNQUEIRA, 2016).

Um programa de computador ou algoritmo é uma sequência de passos e instruções visando atingir ou solucionar um problema, um mecanismo de atividades e ações detalhadas e ordenadas para realizar alguma tarefa (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005). Isso mostra que realmente um programa de computador é algo bastante complexo, não trivial, em que há dados de entrada e/ou saída, que podem ser textos, números reais, números inteiros, conjunto de números, planilhas, arquivos formatados, entre outros.

Para que esses dados de entrada sejam processados e convertam-se em dados de saída, existem inúmeras técnicas de programação que

podem ser utilizadas (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005). Tudo isso contribui para que o processo de ensino-aprendizagem de programação torne-se complexo (DE JESUS; BRITO, 2009).

Pensando na aplicação de disciplinas de programação em cursos que não são da área de computação, o processo de ensino-aprendizagem pode se tornar ainda mais complexo e difícil.

Para contrapor a essa metodologia tradicional, projetos como a Hora do Código⁶, a Escola de Hackers (Projeto da Prefeitura de Passo Fundo) e o Projeto Jovens Hackers (Instituto Federal de São Paulo), contribuem no processo de ensino-aprendizagem de técnicas de programação de computadores, em praticamente todos os níveis de ensino, utilizando softwares com linguagem de programação visual por blocos como estratégia de ensino. A própria Sociedade Brasileira de Computação (SBC) incentiva que em séries iniciais, na matriz curricular, já sejam contemplados componentes que envolvam lógica de programação, com metodologia muito distinta da praticada em nível de graduação ou além.

O termo *Hacker*, utilizado neste e nos estudos supracitados, possui relação com o surgimento de grupos de estudantes norte-americanos, que em laboratórios, garagens, porões passaram a utilizar da tecnologia e da programação para resolver problemas de projetos propostos (PRETTO, 2010). Ou seja, esse termo tem relação com a criação de soluções tecnológicas para problemas reais, e essa prática apresenta conexão com a aprendizagem situada proposta por Jean Lave, que defende o vínculo dos aspectos socioculturais vivenciados e os conhecimentos adquiridos anteriormente pelo indivíduo e a solução de problemas.

2.2 Referencial Metodológico

2.2.1 Linguagem de Programação por Bloc

A programação por meio de linguagem de blocos não é tão recente, contudo, essa técnica emergiu com a popularização e crescente utilização de softwares e ferramentas como Scratch, SNAP!, Blockly, Hour of Code e App Inventor (WEINTROP; WILENSKY, 2017).

Pensando nos objetivos da proposta de ensino e no público-alvo, utilizar a lógica de blocos mostrou-se

uma alternativa satisfatória. Por não utilizar linguagem textual, essa lógica motivou-se pela complexidade da sintaxe dos comandos, pela falta de atratividade e por um possível impacto negativo que uma linguagem textual pode causar nos estudantes, em razão da utilização de caracteres especiais, linguagem dos comandos e palavras reservadas em língua inglesa (WEINTROP; WILENSKY, 2017).

Além desses fatores, a linguagem de programação por blocos mostra-se positivamente intuitiva, pois não ocorrem erros de sintaxe. Os softwares que utilizam essa linguagem não permitem o encaixe de blocos que não se combinam. Dessa forma, restam apenas erros de lógica de programação aos estudantes, que serão solucionados e resolvidos com o desenvolvimento das atividades e do aprendizado dos conceitos e das técnicas de programação.

2.2.2 A Prática da Aprendizagem

A teoria de ensino-aprendizagem abordada e utilizada na construção da proposta de ensino da oficina de programação foi a de Jean Lave, sendo intitulada, traduzindo do original *Understanding learning*, aprendizagem situada. Essa teoria tem como base que as pessoas e o mundo social em que elas vivem e agem não podem ser separados (LAVE, 2013).

Nesse contexto, entende-se que atividades cotidianas são capazes de proporcionar um aprendizado onipresente, em que várias situações, casos ou eventos levam a pequenas tomadas de decisões, tendo por base conhecimentos previamente adquiridos, como conceitos matemáticos, químicos, físicos, lógicos, históricos, sociais, ou seja, de qualquer ciência ou área (LAVE, 2013).

Abordagens socioculturais são a base da teoria da aprendizagem situada, explicando, assim, o processo e o fenômeno da aprendizagem (ALMEIDA, 2014). O processo de aprendizagem situada ocorre de forma informal, espontânea, não é imposto que os estudantes aprendam. Já o aprendizado espontâneo, implícito e não direcional, ocorre por meio de atividades que os aprendizes desenvolvem, vivenciam ou experimentam em determinado momento ou contexto (BORGES; PAEZ; BELTHER, 2016).

Pensamento, ação, sentimento e racionalidade são características das atividades dos aprendizes que

⁶ Disponível em: <https://hourofcode.com/br>.

não devem ser separadas. Essas atividades são relevantes, conflituosas e possuem um significado, compondo o contexto desses discentes (LAVE, 2013).

Situam-se os educandos para que alcancem o aprendizado e o conhecimento, sendo que o conhecimento sempre sofre construção e transformação quando utilizado, pois o conhecer não se trata de absorver informação, e sim que ocorra reconceitualização em produtos ou atividades culturais e/ou sociais. Assim, nota-se que “[...] a atividade situada sempre envolve mudanças no conhecimento e nas ações, e essas mudanças são fundamentais no conceito de aprendizagem” (LAVE, 2013).

Alguns itens são bastante necessários para a aprendizagem situada, como “atividades, compartilhamentos, relacionamentos, cooperação, dialética, interação, negociação, observação, aperfeiçoamento, significado e criatividade” (MOSER; SCHNEIDER; DE MEDEIROS, 2013). Contudo, não se trata de situar ou proporcionar atividades que compreendam todos esses itens, obrigatoriamente, mas que possam levar ao alcance desses itens. As atividades envolvendo contexto, proporcionam um espaço real ou uma situação simulada mais verídica aos estudantes, assim como uma intensa ação na resolução de um problema desse contexto. Com isso, adquirem-se novos conhecimentos, conhecimentos prévios são aplicados, há melhora nas habilidades técnicas, expande-se uma gama de ideias e agregam-se novos conhecimentos (SOUZA; YONEZAWA, 2018).

3. Materiais e Métodos

Este estudo deu-se de forma qualitativa e quantitativa. O aspecto qualitativo visou discutir e compreender as características do processo e seu significado, o entendimento das relações entre a educação profissional, o pensamento computacional, o ensino de programação e a aprendizagem situada, como um fator contribuinte do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio Técnico Integrado. O aspecto quantitativo foi analisado de forma descritiva para quantificar os dados.

Nesse projeto, buscou-se descobrir a opinião dos estudantes que participaram da oficina Instituto de Hackers, quanto ao aprendizado que tiveram, e se conseguiram perceber os benefícios do pensamento computacional em sua formação. A Oficina Instituto de Hackers foi assim denominada juntando o nome do Instituto Federal com o termo *Hacker*.

Os critérios metodológicos deste estudo foram de natureza descritiva e participante contemplando as etapas de revisão da literatura, delimitação da oficina, construção do plano de aula da oficina, realização da oficina, coleta dos dados, análise e interpretação dos dados e divulgação dos resultados.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, dividida em duas temáticas, uma referente à educação profissional e tecnológica e a outra sobre o pensamento computacional. Foram consultadas bases como ResearchGate, Scielo, revistas científicas da área e Google Acadêmico, além de páginas de grupos de pesquisas disponíveis na internet livremente.

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Paraná, *Campus* Pitanga, com estudantes do Curso Técnico em Cooperativismo, do 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos, no período do contraturno. O momento 1 do projeto ocorreu no segundo semestre de 2018, nos meses de setembro e outubro, às quintas-feiras. Já a segunda aplicação do produto educacional, momento 2, ocorreu no primeiro semestre de 2019, no mês de março, com aulas às segundas e terças-feiras, ambas nos horários de 13:30 às 17:00 horas, no laboratório de informática do *campus*.

Para que o projeto pudesse ser aplicado com esses estudantes, ele foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Paraná, tendo sido aprovado sobre o número de CAAE: 87650418.2.0000.8156.

Para participar desse estudo, os estudantes foram convidados a fazer parte da oficina “Instituto de Hackers”. A divulgação e o convite foram feitos via redes sociais do *campus* e em sala de aula. Foram realizados 6 encontros, totalizando 20 horas/aula.

O critério de seleção ocorreu por ordem de inscrição, e aos estudantes interessados a participar da oficina foi explicado o caráter e os objetivos da pesquisa na primeira aula.

Como o tema pensamento computacional é muito amplo, foi necessário delimitar a oficina, definindo uma carga horária de 20 horas/aula, contemplando tópicos iniciais de programação, estruturas sequenciais, estruturas de decisão e estruturas de repetição.

Após a delimitação dos tópicos a serem trabalhados, o plano de aulas foi organizado em atividades e problemas práticos que fizessem parte de situações vividas pelos estudantes, ou que tivessem relação com algum componente curricular da grade curricular do curso técnico do qual eles faziam parte. Os conteúdos trabalhados na oficina foram selecionados verificando as ementas das disciplinas que os estudantes já haviam cursado. Como havia participantes do 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos do curso de Cooperativismo,

os conteúdos foram cuidadosamente escolhidos para que os estudantes das séries iniciais não se sentissem incapazes de resolver os problemas e as atividades propostas. Diante das ementas, buscaram-se tópicos que tivessem relação com alguma das estruturas a

serem trabalhadas na oficina: sequencial, decisão e repetição.

O quadro a seguir contém uma breve descrição da proposta de atividades das aulas da oficina.

Quadro 1 – Proposta de Atividades

Dia	Conteúdo	Atividades
1	Programação sequencial	1) Explicação sobre programação; 2) Apresentação dos objetivos da oficina; 3) Atividade 1 (apresentação da programação por meio de lógica de blocos); 4) Atividade 2 (apresentação do <i>software Scratch</i>).
2	Programação sequencial	1) Atividade Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) – conteúdo de física do 1.º ano do Ensino Médio; 2) Atividade Misturas Químicas.
3	Estrutura de decisão	1) Explicação de estruturas de decisão; 2) Atividades Estrutura de Decisão (descontos em lojas).
4	Estrutura de decisão	1) Desenvolvimento de um jogo (cliques sobre objetos).
5	Estrutura de repetição	1) Explicação sobre estruturas de repetição (caixa de supermercado, atividades rotineiras, relógio); 2) Atividades da hora do código sobre estruturas de repetição.
6	Estrutura de repetição	1) Desenvolvimento de um jogo (estilo Guitar Hero).

Fonte: Os autores.

Os estudantes que concluíram a oficina com carga horária acima da mínima estabelecida responderam a um questionário de avaliação. O questionário foi adaptado do modelo de avaliação dTECT (VON WANGENHEIM *et al.*, 2017) e buscou captar a percepção dos estudantes com relação à oficina, bem como da metodologia e da utilização da programação por blocos.

A avaliação da oficina ministrada ocorreu, no momento 1, por 14 estudantes, e no momento 2, por 10 estudantes. Os dados obtidos foram analisados e interpretados de forma qualitativa e quantitativa utilizando estatística descritiva.

4. Resultados e Discussão

O objetivo da avaliação da oficina foi explorar e compreender os aspectos relacionados com o ensino de programação por meio da linguagem de blocos, tendo como base da construção da oficina a teoria da aprendizagem situada de Jean Lave.

Durante a oficina, os estudantes apresentaram bastante interesse no desenvolvimento das atividades e um comprometimento na realização das atividades propostas. Todos relataram ter gostado da oficina,

apontando pontos positivos, como a facilidade que tiveram na execução das atividades propostas, enfatizando em muitos casos a contribuição para o conhecimento e para sua formação. Como exemplo, seguem dois relatos:

Gostei muito, pois tinha pouco conhecimento sobre o assunto, e o professor usou uma boa metodologia durante a oficina, o que ajudou muito na aprendizagem. Acho importante o ensino da computação em cursos que não sejam apenas de informática, pois nos proporciona um conhecimento mais amplo que pode ajudar a desenvolver trabalhos de outras disciplinas relacionadas ao curso que a pessoa está fazendo. (Estudante 1.1).

Muito boa, aprendi muito e eu não fazia ideia de como programar, depois destas aulas consigo ter uma noção ótima de programação. (Estudante 2.1).

Outro aspecto relevante foi que eles perceberam, na metodologia proposta, baseada na aprendizagem situada, facilidade no entendimento das atividades e dos conteúdos oferecidos, mostrando o ponto diferencial para com outras metodologias de ensino.

Os estudantes responderam sobre a metodologia quando questionados sobre o que mais gostaram na

oficina e também o que acharam dela, evidenciando-a conforme respostas a seguir:

Achei excelente, pois teve uma metodologia boa, de fácil interpretação. (Estudante 3.1).

Da metodologia utilizada pelo professor, a forma como foi apresentada a linguagem de blocos. (Estudante 4.1).

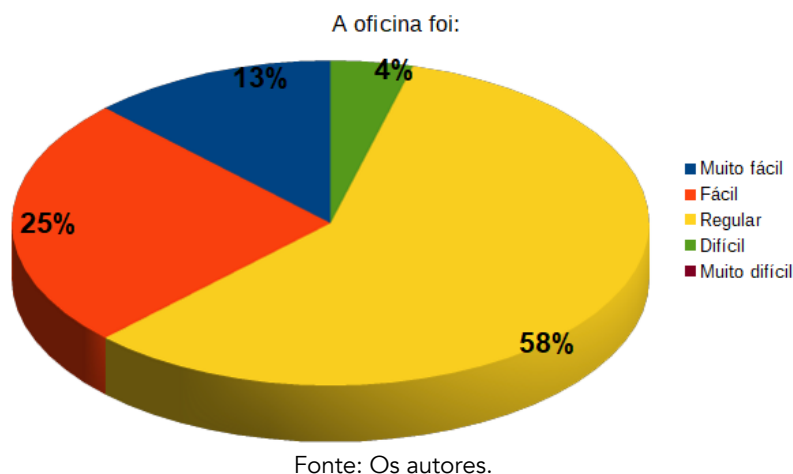
Gostei de praticamente toda a oficina, desde a maneira que foi ensinado e o programa que utilizamos. (Estudante 5.1).

Com 24 questionários respondidos, 50% dos estudantes de alguma forma se referiram à metodologia

como uma das coisas que mais gostaram na oficina. Como a questão era aberta, ocorreram diversas respostas, considerando que metade dos discentes apontou a metodologia, ou algo semelhante, como “a forma que o conteúdo foi passado”, bastante significante.

O Gráfico 1 representa as respostas dos estudantes quando questionados como foi a oficina. As respostas da questão representam o nível de dificuldade que tiveram na realização da oficina. Praticamente 83% deles acharam que o nível ficou entre “regular e muito fácil”, de acordo com as respostas.

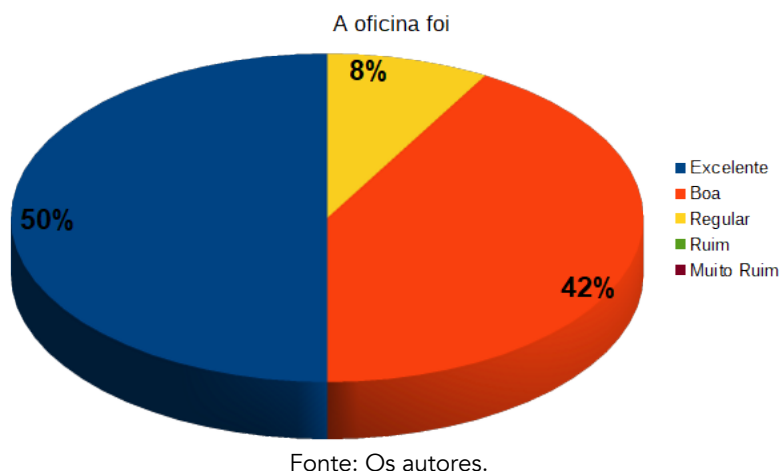
Gráfico 1 –Respostas da questão “A oficina foi:” referente ao nível de dificuldade.



O Gráfico 2 demonstra a opinião geral dos estudantes com relação à oficina. Para esse questionamento, 92% dos estudantes responderam que

ela foi “Excelente ou Boa”, representando, assim, um nível alto de satisfação.

Gráfico 2 – Respostas da questão “A oficina foi:” referente à opinião sobre a oficina.



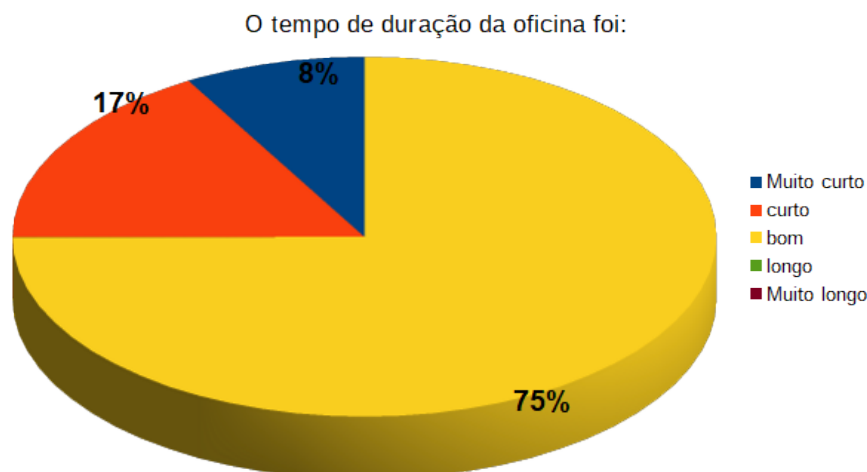
Ao serem questionados sobre algo que menos gostaram na oficina, muitos estudantes relataram que o tempo de duração poderia ser maior, ou que as aulas poderiam ocorrer mais vezes por semana, ou que as atividades poderiam ter um nível de dificuldade maior, por exemplo:

A curta duração das atividades e o conteúdo básico, que apesar de ter sido excelente poderia ter sido mais aprofundado. (Estudante 1.1).

Foi muito curto o tempo da oficina e poderia ter ocorrido mais de uma vez na semana. (Estudante 1.3).

Não seria um não gostar, mas a oficina poderia abordar um conteúdo mais aprofundado sobre programação em blocos. (Estudante 2.2).

Gráfico 3 – Respostas com relação ao tempo de duração da oficina.



Fonte: Os autores.

O gráfico 3 mostra um contraste nas respostas dos participantes, a maioria dos estudantes, 75%, considera o tempo da oficina como bom. Porém, como já citado, esse tempo foi considerado curto por muitos deles. Esse contraste de informações pode ter relação com o que os estudantes gostaram da oficina e demonstraram bastante interesse, também reforçado por algumas respostas nas quais demonstraram querer se aprofundar mais nos conteúdos.

Quando questionados sobre a vontade de aprender mais a respeito de como criar ou programar softwares, apenas 8% responderam que não tinham interesse, sendo que o restante dos estudantes, 92%, responderam ter interesse em aprender mais e se aprofundar no assunto.

A respeito da experiência de participar da oficina, percebeu-se que para todos ela foi satisfatória. Os estudantes compreenderam os objetivos da oficina, a metodologia de ensino, a utilização da lógica de blocos e a contribuição que o saber programar ou ter os conceitos de programação pode fazer para a formação deles. Exemplifica-se isso por respostas como:

A oficina denominada "Instituto de Hackers Fase I" foi uma atividade que reuniu conteúdos básicos da programação para estudantes que em sua maioria

nunca tiveram contato com a área, através de uma metodologia simples e muito eficaz. Fortalecendo o raciocínio lógico em cada um dos orientandos. (Estudante 1.1).

Ótima experiência, aprendi várias coisas como programas e básico e a utilizar melhor programas e aplicativos, linguagem de programação é ótima (simples, porém excelente e prática para iniciantes). (Estudante 1.3).

Foi excelente, a programação em blocos é mais didática, e rompe o clima de que a programação é algo difícil e estressante. (Estudante 2.2).

A linguagem de blocos também foi bastante citada quando os estudantes foram questionados sobre a experiência na realização da oficina. Nesse caso, ela mostrou-se bastante atrativa, tendo sido reconhecida como uma facilitadora do processo de aprendizagem, como citou um estudante:

Bom, quanto à relação dos blocos achei muito fácil, é só colocar o bloco certo no lugar certo e acontece a mágica, forma fácil de aprender assim. (Estudante 2.6).

Minha experiência foi boa, aprender algo a mais é sempre bom, linguagem utilizada era bem simples, o que facilitou muito. (Estudante 1.9).

Em concordância com Coelho da Rocha (2016), o ambiente Scratch e a linguagem de blocos são de fácil domínio e utilização, os comandos e os blocos são bastante intuitivos, mesmo para pessoas que não têm muito contato com a programação de computadores.

Um dos objetivos da oficina foi o estímulo do pensamento computacional, que os estudantes compreendessem sobre o desenvolvimento de software, e percebessem que as atividades desenvolvidas na oficina já eram consideradas softwares. Com isso, os estudantes foram questionados se já se consideravam aptos a desenvolver programas

de computador ou a criar algum tipo de software. Nessa questão, 98% responderam afirmativamente, o que foi bastante satisfatório para este estudo.

O Gráfico 4 apresenta as respostas sobre a complexidade do desenvolvimento de software após a realização da oficina, que ficaram concentradas entre regular, fácil e muito fácil. Para 63% dos estudantes, é possível criar um software, mas compreendem que há certo nível de dificuldade. Já 37% dos estudantes consideraram programar como uma atividade fácil ou muito fácil de ser realizada.

Essas respostas reforçam a efetividade da oficina com relação à compreensão dos estudantes em conseguir produzir algum tipo de software.

Gráfico 4 – Considerações sobre desenvolvimento de software.



Fonte: Os autores.

A oficina, trabalhada de modo contextualizado, utilizando problemas do cotidiano dos estudantes, buscou, além dos objetivos de aprendizagem, demonstrar a aplicação da computação nessas atividades. Com isso, eles foram questionados se no dia a dia a computação é importante e relevante, e 100% dos estudantes responderam afirmativamente. Eles também foram provocados a justificar essa resposta, com intuito de verificar como a computação poderia ser útil. Seguem algumas respostas dos estudantes:

Sim, a computação é útil no dia a dia na medida em que todo nosso meio é digital. A compreensão lógica das coisas é essencial. (Estudante 1.1)

Cada vez mais a tecnologia está presente em nosso dia a dia, principalmente o uso de computadores e celulares, saber um pouco sobre computação ajuda muito e facilita seu uso. (Estudante 1.6)

A computação pode facilitar e muito a vida das pessoas, pois podemos criar programas para executar as mais variadas funções. (Estudante 1.8)

Sim, em um mundo onde quase tudo têm ênfase tecnológica, a computação deve estar presente desde o ensino básico das pessoas, para que tenham um olhar lógico e analista das coisas. (Estudante 2.2)

Pois está presente em diversos formatos a nossa volta, desde os caixas eletrônicos nos bancos aos smartphones em nossas mãos. (Estudante 2.7)

Reforçando essa questão, a computação ou a fluência computacional hoje é um direito das pessoas, e demonstra grande relevância quanto à busca de oportunidades melhores de emprego ou educação, além de contribuir no processo de formação de cidadãos ativos e informados da sociedade (VAKIL, 2014). Com isso, percebe-se que este estudo contribuiu para a formação pessoal e profissional dos estudantes.

Além do questionário respondido pelos estudantes, pôde-se observar, durante a realização da oficina, que eles demonstraram bastante interesse na oficina em geral, eram muito participativos e o tempo todo tiravam dúvidas sobre a execução das atividades propostas. Durante a explicação da contextualização

das atividades, além de participativos, os estudantes auxiliavam no processo de concepção dos conceitos necessários para a construção da solução dos problemas, contribuindo para que o objetivo da aprendizagem situada pudesse ser atendido.

O interesse e a participação dos estudantes também foram analisados por Medeiros, Wangenheim e Bergmann (2018), que verificaram “os impactos de práticas pedagógicas de desenvolvimento de aplicativos usando ambiente de programação visual *App Inventor*”, e uma de suas conclusões foi “[...] o uso de dispositivos móveis não representou nenhum problema na concentração dos alunos, possivelmente por conta das estratégias metodológicas. [...]”.

Nesse sentido, ressalta-se que, apesar de todas as distrações que um laboratório de informática pode proporcionar, como acesso à internet, jogos, entre outras, os estudantes mantiveram-se focados e participantes das atividades.

A maior dificuldade dos estudantes foi na execução das atividades da aula 5, principalmente nas que envolviam a estrutura de repetição. Apesar de as primeiras atividades da aula serem feitas na hora do código, que se trata de uma atividade mais lúdica, os estudantes demonstravam falta de compreensão dos padrões de repetição da atividade, principalmente da “Frozen”, a qual envolvia movimentação e ângulos, responsáveis pela ação de virar para os lados para que os desafios pudessem ser cumpridos. Foi percebido que os estudantes não liam as instruções da atividade, simplesmente viam na tela o desafio proposto e tentavam fazer, sem se atentar às instruções mostradas. Isso levava à tentativa e erro, principalmente em uma fase na qual a solução consistia em uma estrutura de repetição dentro da outra.

Nas atividades de gamificação, os estudantes puderam demonstrar criatividade e autonomia, e os resultados foram satisfatórios. Eles perguntavam se era possível fazer com outros atores ou personagens, se podiam fazer parecidos, mas usando as mesmas estruturas. Sabendo disso, criaram jogos variados, mas semelhantes à estrutura proposta do jogo “Duck Hunt”.

O ambiente *Scratch* demonstrou ser uma excelente ferramenta para despertar a criatividade dos estudantes, também visto no trabalho de Von Wangenheim, Rodrigues Nunes e Dos Santos (2014). Nele, há uma gama de atores e personagens que já existem na aplicação, mas também é possível inserir novos atores a partir de outras imagens, podendo ser qualquer tipo de foto ou imagem, além da imensa gama de ações e eventos que o ambiente proporciona ao aprendiz.

Com relação à educação profissional técnica e tecnológica, o pensamento computacional, estimulado pelo ensino de programação com a utilização da linguagem de programação visual por blocos, mostrou-se capaz de despertar a criatividade dos estudantes. Isso foi percebido, principalmente, na criação dos jogos propostos e no desenvolver do raciocínio lógico-matemático. O pensamento computacional também possibilitou aos estudantes desenvolver o espírito crítico, exemplificado pela compreensão que eles tiveram com a utilização da tecnologia nos dias atuais, e perceber que o aprendizado de programação é útil em sua formação, não apenas técnica, mas como ser atuante no meio tecnológico em que vivem.

Os estudantes terem conseguido criar soluções para os problemas propostos demonstra que eles podem ser autônomos, e não dependentes de soluções já prontas. Isso também leva os estudantes à emancipação tecnológica, pois possuem liberdade de escolha, aliada ao espírito crítico, em criar uma solução, se necessário, ou fazer aproveitamento de uma já existente. Segundo Fernandes (2017), o pensamento computacional corrobora com o desenvolvimento da emancipação tecnológica do ser, pois contém em sua essência proporcionar o conhecimento de quando e como utilizar as tecnologias, e não mais apenas usufruir do que já existe.

Finalizando, com relação à produção de unidades instrucionais ou iniciativas de ensino de programação, Medeiros, Wangenheim e Bergmann (2018) contribuem com a seguinte conclusão:

[...] Os resultados positivos nas pesquisas têm relação com as estratégias metodológicas escolhidas para a aplicação das práticas. Dentre os melhores resultados estão práticas voltadas para os interesses, os problemas do cotidiano dos alunos e a partir da formação de professores das instituições para participação e atuação na pesquisa [...].

Dessa forma, nota-se a relevância do desenvolvimento da proposta de ensino intitulada “Instituto de Hackers”, uma vez que ela foi permeada por uma teoria de ensino-aprendizagem ativa, condizente com atividades contextualizadas e vivenciadas pelos estudantes, em um contexto maior, que é a educação profissional e tecnológica contemporânea.

5. Conclusões

Com o intuito de estimular e avaliar o pensamento computacional em estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, de área não diretamente ligada à computação, por meio de uma oficina intitulada

"Instituto de Hackers", notou-se que a proposta de ensino foi capaz de estimular o pensamento computacional nos estudantes de forma fácil e divertida, e que a metodologia oferecida foi agradável, de fácil entendimento e facilitou o processo de aprendizagem. Para muitos estudantes, esse foi o primeiro contato com a área de desenvolvimento de software, o que despertou o interesse e a curiosidade, visto que muitos relataram a necessidade de um aprofundamento maior da oficina ou um tempo maior de duração.

Quanto aos pilares do pensamento computacional, evidenciou-se, por meio de observação, uma grande importância da "abstração", em razão de sua relação direta com a aprendizagem situada, pois os estudantes apropriaram-se do problema, situaram-se com o contexto dele e, assim, puderam desenvolver melhor a solução necessária.

Apesar de o número de amostragem ser pequeno, 24 participantes, os resultados indicam que a proposta possui uma grande relevância. Ela mostrou-se também bastante motivadora para novas pesquisas e desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de novas unidades instrucionais, utilizando-se da linguagem de blocos e da teoria da aprendizagem situada.

Projetos futuros, relacionados com a pesquisa apresentada, tendem para a criação de produtos educacionais, com a utilização do pensamento computacional para o suporte ao ensino de determinados assuntos em componentes curriculares específicos.

Além disso, a proposta de ensino criada pode ser aprimorada segmentando-se os conteúdos trabalhados e aprofundando mais em padrões utilizados, bem como gradualmente chegar a um nível de dificuldade maior dos exercícios propostos.

Em geral, a grande dificuldade dos estudantes era quanto à utilização do software, seja por representar uma novidade, seja pela falta de leitura das instruções da própria aplicação. Já a maior facilidade apresentada foi com relação à compreensão dos exemplos e das situações dos exercícios propostos, devido à teoria de aprendizagem utilizada.

Referências

- ALMEIDA, E. G. de. Aprendizagem situada. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, v. 7, n. 1, 31 jul. 2014.
- ARAUJO, R. M. de L.; FRIGOTTO, G. Práticas pedagógicas e ensino integrado. *Revista Educação em Questão*, v. 52, n. 38, p. 61-80, 2015.
- ARMANDO, J. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *e-Curriculum*, São Paulo, v. 14, n. 6, p. 34, 2016.
- BATISTA, R. M.; HORTA, E. G.; FONSECA, A. R. Programação em blocos: impacto de um projeto de extensão executado em Escolas públicas de Diamantina/MG. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 23, n. 2, 22 nov. 2020.
- BORGES, L. G.; PAEZ, G. R.; BELTHER, J. M. Aprendizagem situada: análise de uma atividade situacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo, p. 12. Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/4892_2352_ID.pdf. Acesso em: 3 mar. 2021.
- BRACKMANN, C. et al. Pensamento Computacional Desplugado: Ensino e Avaliação na Educação Primária Espanhola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 27 out. 2017, Recife, Pernambuco. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7487>. Acesso em: 27 ago. 2018.
- BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 3 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Um novo modelo em educação profissional e tecnológica: concepções e diretrizes*. Brasília, DF: Ministério da Educação; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, 2010. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=6691-if-concepcaoediretrizes&category_slug=setembro-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 3 mar. 2021.
- CIAVATTA, M.; RAMOS, M. Ensino Médio e Educação Profissional no Brasil. *Revista Retratos da Escola*, v. 5, n. 8, p. 27-41, 2011.
- DE JESUS, A.; BRITO, G. S. Concepção de ensino-aprendizagem de algoritmos e programação de

computadores: a prática docente. In: ENINED – ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 1., 2009, p. 10. Disponível em: <https://www.inf.unioeste.br/enined/2009/anais/enined/A15.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.

FERNANDES, H. B.; SILVEIRA, I. F. A plataforma CODE.ORG online: desenvolvendo do pensamento computacional e a matemática. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, agosto 2017, p. 7. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2017/08/matematica-pensamento-computacional.html>. Acesso em: 3 mar. 2021.

FONTES, C. R.; SILVA, F. W. O. da. *O ensino da disciplina linguagem de programação em escolas técnicas*, v. 13, n. 2, 2008.

FORBELLONE, A. L. V.; EBERSPACHER, H. F. *Lógica de programação: a construção de algoritmos e estrutura de dados*. 3. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

FRIGOTTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica. *Educação & Sociedade*, v. 28, n. 100, p. 1129-1152, out. 2007.

JUNQUEIRA, S. H. F. Ensino de lógica de programação com o uso de ferramenta visual voltada para dispositivos móveis com Android. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., João Pessoa, PB, de 3 a 6 de outubro de 2016, p. 16, 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_235_36_7_30052.pdf. Acesso em: 3 mar. 2021.

LAVE, J. A prática da aprendizagem. In: ILERIS, K. (org.). *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2013. p. 235-245.

MARIMON BOUCINHA, R. et al. Construção do pensamento computacional através do desenvolvimento de games. *Renote*, v. 15, n. 1, 28 jul. 2017.

MOSER, A.; SCHNEIDER, E. I.; MEDEIROS, L. F. de. A aprendizagem situada nas comunidades de prática: uma aproximação fenomenológica. *Revista de Informática Aplicada*, v. 9, p. 7, 2013.

PRETTO, N. Redes colaborativas, ética hacker e educação. *Educação em Revista*, v. 26, n. 3, p. 305-316, dez. 2010.

QUADROS, C. E. P. de; BICHO, A. de L.; ADAMATTI, D. F. A teoria das inteligências múltiplas contextualizada com educação, neurociência e pensamento computacional: uma revisão de literatura. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, v. 23, n. 2, p. 21, maio/ago., 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/103787>. Acesso em: 3 mar. 2021.

RAMOS, J. L.; ESPADEIRO, R. G. *Pensamento computacional na escola e práticas de avaliação das aprendizagens. uma revisão sistemática da literatura*. 2015. p. 21. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/14227/1/challenges%202015br.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. da. *C. Entendendo o pensamento computacional*. 2017. p. 19.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 34, p. 152-165, abr. 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Diretrizes para ensino de computação na educação básica*. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 3 mar. 2021.

SOUZA, E. C. DE; YONEZAWA, W. M. Programação no ensino de matemática utilizando Processing 2: um estudo das relações formalizadas por alunos do ensino fundamental com baixo rendimento em matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 1, p. 270-301, 2018.

VON WANGENHEIM, C. G. et al. dETECT: a model for the evaluation of instructional units for teaching computing in middle school. *Informatics in Education*, v. 16, n. 2, p. 301-318, 30 set. 2017.

VON WANGENHEIM, C.; RODRIGUES NUNES, V.; DOS SANTOS, G. D. Ensino de Computação com SCRATCH no Ensino Fundamental – um estudo de caso. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 22, n. 3, p. 115, 23 nov. 2014.

WEINTROP, D.; WILENSKY, U. Comparing block-based and text-based programming in high school computer science classrooms. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 18, n. 1, p. 1-25, 27 out. 2017.

WING, J. Computational thinking. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, v. 49, n. 3, 2006.

WING, J. Pensamento computacional – um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, 16 nov. 2016.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 129-141

Regiane Ezequiel Fantinati

Universidade Estadual do Norte do Paraná

refantinati@yahoo.com.br

Selma dos Santos Rosa

Universidade Federal do Paraná

selmasantos@ufpr.br



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: janeiro de 2021

Aprovado em: maio de 2021

Pensamento Computacional: Habilidades, Estratégias e Desafios na Educação Básica

*Computational Thinking: Skills, Strategies and
challenges in Basic Education*

Resumo

Busca-se compreender e identificar as origens, estratégias, habilidades desenvolvidas e os desafios e potencialidades do Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica. Por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, compreendemos que: (1) quando se aplica conceitos do PC com estratégias didático-pedagógicas condizentes; (2) quando se chega ao entendimento de que a programação de computadores não está restrita a profissionais da Computação, mas pode ser aplicada nas séries iniciais para que se desenvolva habilidades espaciais, de raciocínio e de resolução de problemas e de aptidões cognitivas; (3) quando se parte da compreensão de que alunos em situações vulneráveis, geralmente, prosperavam nos ambientes computacionais, ponderamos que compreensão crítica e aprofundada sobre o PC com propostas exequíveis para a formação de professores, aliada a organização curricular e a estratégias didático-pedagógicas incluindo métodos de avaliação da aprendizagem, consistem em elementos fundamentais para agregar contribuições na formação básica dos alunos para o século XXI.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Educação Básica. Ensino de Computação.

Abstract

It seeks to understand and identify the origins, strategies, developed skills and the challenges and potential of Computational Thinking (CT) in Basic Education. Through a Systematic Literature Review, we understand that: (1) when CT concepts are applied with appropriate didactic-pedagogical strategies; (2) when it comes to the understanding that computer programming is not restricted to computer professionals, but can be applied in the initial primary grades to develop spatial, reasoning and problem-solving skills and cognitive aptitude; (3) when starting from the understanding that students in vulnerable situations generally prospered in computing environments, we consider that critical and in-depth understanding of the CT with feasible proposals for teacher training, combined with curricular organization and didactic-pedagogical strategies including methods for assessing learning, they are fundamental elements to aggregate contributions in the basic formation of students for the 21st century.

Keywords: Computational Thinking. Basic Education. Computer Teaching.

1. Introdução

Estamos em meio a uma evolução tecnológica que, desde as últimas décadas, tem transformado nossas vidas, dado ao seu impacto em todas as esferas sociais e áreas do conhecimento. Assim, funções, profissões e tecnologias são extintas, enquanto outras são criadas tornando o futuro imprevisível. Diante desse cenário, torna-se fundamental preparar nossos alunos para viver nessa sociedade de constantes mudanças e transformações.

Nesse contexto, algumas tecnologias¹ foram inseridas na educação e outras foram desenvolvidas especificamente para suas necessidades, sendo úteis suas contribuições para o âmbito educacional. Entretanto, questionamos: Essas tecnologias, por si só, são suficientes para preparar os alunos para os desafios do século XXI?

Este século requer alunos que não só consumam tecnologias, mas que também façam uso dessas para produzir conhecimento e que usem suas potencialidades para desenvolver pensamento crítico, estruturar e resolver problemas, bem como, levantar hipóteses. Tal concepção vai ao encontro do que pesquisadores da Ciência da Computação(CC) e da Educação, com destaque ao *International Society for Technology in Education* (ISTE) e da *Computer Science Teachers Association* (CSTA), apresentam como “*Computational Thinking*”, em português: “Pensamento Computacional (PC)”. Esse termo foi popularizado por Jeannette Wing (2006) como uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da computação, tendo em vista que a maneira como esses pensam sobre o mundo pode ser útil em outros contextos.

A partir da proposta de Wing (2006), e tendo como base os conceitos definidos por Brackmann (2017), no presente artigo compreendemos que o PC é composto por 4 pilares, aqui denominados de unidades de conhecimento: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos, que convergem para a resolução de problemas. Considerando que essa nova geração de alunos interage facilmente com as tecnologias, mas sem usufruir do potencial por elas oferecido como: pensar, aprender, criar e resolver situações-problema. Compreendemos a importância de ensiná-los “a buscar e a selecionar a informação necessária, abstrair, decompor, reconhecer padrões e programar para que o aluno possa, de modo criativo e dinâmico, enfrentar os problemas” (BRACKMANN,

2017, p.20), independente do contexto visando prepará-los para qualquer profissão, como também para torná-los cidadãos críticos e aptos para enfrentar os desafios deste século.

Entretanto, para que os objetivos relacionados ao PC na Educação Básica (EB) sejam atingidos, se faz necessária uma mudança no processo de ensino e aprendizagem, desde os anos iniciais, com o uso de tecnologias computacionais. Paralelamente, exige-se esforços na formação de professores, na criação e na análise de estratégias pedagógicas para o ensino do PC e a seleção e organização de conteúdos a serem ensinados frente as habilidades que busca-se desenvolver.

Diante do exposto, salientamos que este artigo apresenta parte de uma dissertação de Mestrado cuja proposição principal consiste em elaborar uma proposta curricular para o ensino de Abstração², enquanto unidade do PC, para os anos iniciais da EB. Entretanto, para alcançá-la fez-se necessário incluir proposições específicas. Dentre elas estão:

(1) Identificar as estratégias utilizadas, as habilidades desenvolvidas e os desafios da implementação do PC na EB (resultados apresentados no presente artigo);

(2) Identificar o quadro atual do Ensino de Computação na EB com foco principal nos conteúdos, nas estratégias e nas abordagens didático-pedagógicas compartilhadas por pesquisadores brasileiros, e também identificar propostas curriculares nacionais e internacionais que buscam integrar o ensino da computação na EB (FANTINATI; SANTOS ROSA, 2020);

(3) Compreender como a Abstração, enquanto unidade do PC, tem sido abordada no âmbito educacional(FANTINATI; SANTOS ROSA, não publicado);

No presente artigo apresentamos os resultados alcançados na primeira proposição, supracitada. Para isso questionamos: Do que trata o PC? Quais estratégias didático-pedagógicas promovem o PC? Quais habilidades são desenvolvidas pelo PC? Quais as potencialidades e os desafios quanto a sua implementação na EB? Em busca de respostas a essas perguntas, realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) a qual se constitui de uma introdução, seguida de uma apresentação da metodologia utilizada e dos resultados da RSL e finalizada com a discussão e análise desses resultados.

¹ Tecnologias neste artigo, compreende o conceito de Tecnologias Digitais

²Para Wing (2006) Abstração é uma das habilidades essenciais para o desenvolvimento do PC.

2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa, que parte de adaptações das etapas definidas do método de RSL de Gough, Oliver e Thomas (2012), foi realizada em duas etapas: primeiro, definimos as categorias de análise, as bases de dados e as palavras-chave de busca, como também os critérios de inclusão e exclusão, e, em seguida, procedemos à busca nas bases de dados.

Categorias de análise

Definimos, a priori, quatro categorias de análise:

1. Conceitos e princípios do PC: abarca a origem, as definições e a evolução do PC no contexto da EB.
2. Estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas para o desenvolvimento do PC: abrange os tipos de estratégias didático-pedagógicas utilizadas para o desenvolvimento do PC na EB.
3. Habilidades³ desenvolvidas pelo PC: inclui o relato e a análise de pesquisadores sobre habilidades que o PC ajuda a desenvolver no processo de ensino e de aprendizagem. O termo habilidade usado no âmbito desta pesquisa vai ao encontro da definição de Perrenoud (1999) que considera a habilidade uma série de procedimentos mentais que a pessoa aciona para resolver uma situação real que exija uma tomada decisão, ou seja, a resolução de uma situação-problema.
4. Potencialidades e desafios quanto a implementação: identifica as contribuições e os pontos frágeis relacionados a implementação do PC na EB.
- 5.

Definimos as categorias de análise com base na proposição desta pesquisa: identificar, no que se refere ao PC, suas origens e definições, as estratégias utilizadas, as habilidades desenvolvidas e os desafios da sua implementação na EB.

2.2 Bases de dados e as palavras-chave

Para a realização da RSL, utilizamos as bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da *ScienceDirect*, da Editora anglo-holandesa Elsevier. Esta escolha se deu por sua relevância: a primeira por proporcionar acesso à produção científica mundial, disponibilizando textos completos de revistas nacionais e internacionais de alto nível, e a *ScienceDirect* por ter uma base multidisciplinar e ser referência em ciência e tecnologia. Filtramos os resultados de busca entre os anos de 2008 e 2018 e a realizamos em dezembro de 2018 a fevereiro de 2019, levando em consideração os idiomas inglês e português, com os seguintes descritores: "Pensamento Computacional", "Pensamento Computacional" e "Educação Básica", "*Computational Thinking*" and "*Basic Education*". Definimos, como critério inicial de seleção, que os artigos tivessem, em seus títulos, resumo e/ou palavras-chave, um dos descritores mencionados.

Na plataforma *ScienceDirect*, a busca ocorreu, primeiramente, com o descritor "Pensamento Computacional" e, posteriormente, com "Pensamento Computacional" and "Educação Básica", sendo que nenhum resultado foi obtido. Por não ter encontrado artigos em Língua Portuguesa, recorremos ao descritor "*Computational Thinking*" and "*Basic Education*", por meio do qual obtivemos 04 resultados. Para ampliar as possibilidades de buscas, empreendemos nova busca com o mesmo descritor, mas sem as aspas em *Basic Education*. Então, utilizando "*Computational Thinking*" and *Basic Education*, identificamos 131 artigos, sendo que 4 estavam duplicados. Fizemos a leitura dos títulos e dos resumos, do que resultou o total de 18 artigos para leitura na íntegra.

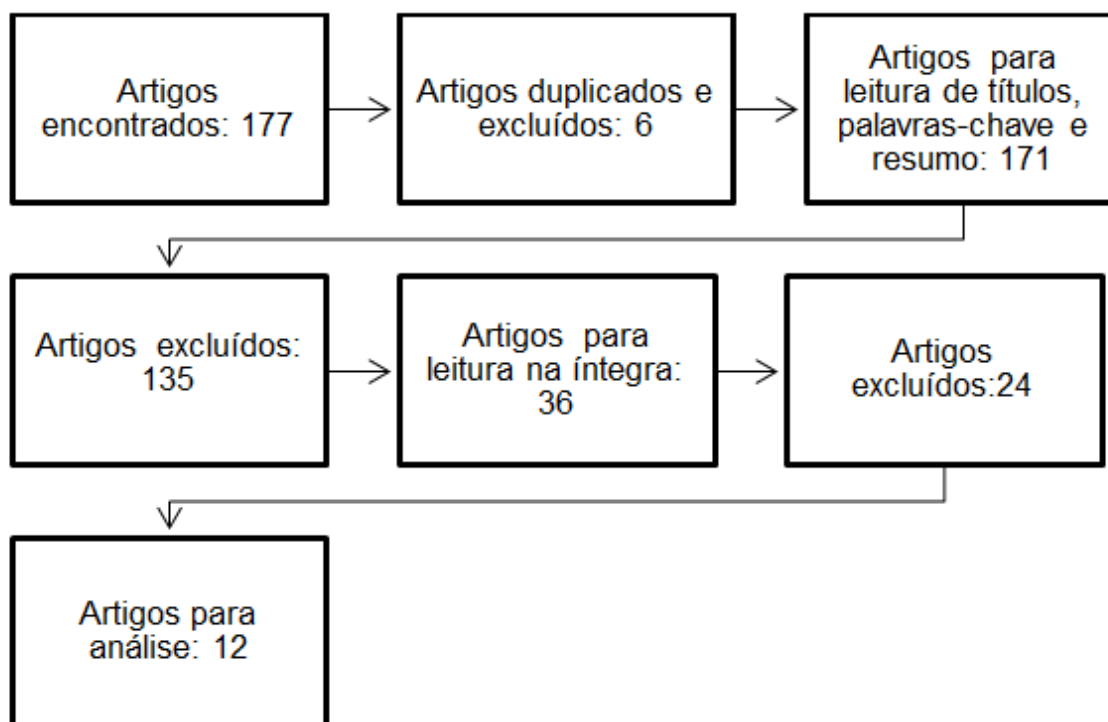
Em relação à busca realizada na plataforma CAPES, os descritores "Pensamento Computacional" e "Educação Básica" nos levaram a 02 artigos. Para não delimitar tanto a busca, optamos por realizar uma nova pesquisa somente com o descritor "Pensamento Computacional". Obtivemos, então, 20 artigos escritos nas línguas inglesa e portuguesa dos quais 2 estavam duplicados e foram excluídos. A busca com o filtro "*Computational Thinking*" and "*Basic Education*" resultou em 20 artigos.

Na sequência, procedemos à seleção, exclusão e inclusão, de acordo com o apresentado na Figura 1.

³ Para Perrenoud, competências se refere à "capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em

conhecimentos, mas sem limitar-se a eles" (1999, p. 7). Nos artigos analisados, alguns autores consideram Habilidades o que Perrenoud considera Competências.

Figura 1 - Processo de seleção das publicações identificadas



Fonte: as autoras

Conforme sintetizado na Figura 1, iniciamos com 177 artigos dos quais identificamos 6 duplicados, restando então 171 que, a partir da leitura dos seus resumos, com atenção aos critérios de inclusão e exclusão, apresentados a seguir, nos conduziu à seleção dos artigos com potenciais para contribuir com nossa pesquisa.

Crítérios de inclusão e exclusão

Para a seleção apresentada na Figura 1, conforme já mencionado, excluímos, inicialmente, dos 177 artigos, os duplicados. Posteriormente, excluímos os que não abordavam PC em seus títulos e em suas

palavras-chave e/ou resumo, os que não apresentavam o conceito de PC de forma relevante ou discutida ou que não tratavam do uso efetivo do PC na EB. Dos 36 artigos dos quais realizamos a leitura na íntegra, aplicamos como critério de inclusão, artigos com abordagens que fossem ao encontro das categorias de análise, da qual resultaram em 12 artigos.

Com a execução do procedimento de inclusão/exclusão detalhado, fizemos, considerando as categorias, a análise dos artigos selecionados os quais passaram a constituir o corpus documental da presente pesquisa, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização do corpus documental da RSL

N	Autor/Ano	Título	País	Local de publicação
1	SANTOS et al., 2016	Estímulo ao Pensamento Computacional a partir da Computação Desplugada: uma proposta para Educação Infantil	Brasil	RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa
2	VALENTE, 2016	Integração do pensamento computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno	Brasil	Revista e-Curriculum
3	RAMOS; ESPAEIRO, 2014	Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem	Portugal	Revista EFT Educação, Formação & Tecnologias
4	SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018	Estimulando o pensamento computacional com o Projeto Logicando	Brasil	Revista Observatório
5	MARIN et al., 2018	<i>Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and Scratch to teach computer programming to children?</i>	Espanha	<i>Computers In Human Behavior</i>
6	CHALMERS, 2018	<i>Robotics and computational thinking in primary school</i>	Austrália	<i>International Journal of Child-Computer Interaction</i>
7	SHUTE; SUN; CLARKE, 2017	<i>Demystifying computational thinking</i>	USA	<i>Educational Research Review</i>
8	LEE et al., 2014	<i>CTArcade: Computational thinking with games in school age children</i>	EUA	<i>International Journal of Child-Computer Interaction</i>
9	ISRAEL et al., 2015	<i>Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis</i>	EUA	<i>Computers & Education</i>
10	GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017	<i>Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test</i>	Espanha	<i>Computers in Human Behavior</i>
11	HSU; CHANG; HUNG, 2018	<i>How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature</i>	Taiwan	<i>Computers & Education</i>
12	PAULA et al., 2018	<i>Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game-making</i>	Inglaterra	<i>International Journal of Child-Computer Interaction</i>

Fonte: as autoras

O Quadro 1 apresenta, a partir dos processos de inclusão e exclusão uma visão geral dos 12 artigos selecionados, bem como os respectivos autores, país de origem e local de publicação.

3. Apresentação de resultados

Nesta seção, apresentamos a análise dos resultados alcançados seguindo as diretrizes expostas na seção Procedimentos Metodológicos.

3.1 Categoria 1: Conceitos e princípios do Pensamento Computacional

O PC é uma abordagem de ensino que usa diversos conceitos e técnicas oriundas da CC (SANTOS et al., 2016; VALENTE, 2016; RAMOS; ESPADEIRO, 2014; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; MARIN et al., 2018; CHALMERS, 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; LEE et al., 2014; ISRAEL et al., 2015; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018; HSU; CHANG; HUNG, 2018) e vem sendo tratada como uma estratégia para resolver problemas (SANTOS et al., 2016; MARIN et al., 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018; HSU; CHANG; HUNG, 2018) que pode ser aplicada à educação de forma criativa.

O PC foi referenciado pela primeira vez na década de 1960, por Seymour Papert (SANTOS et al., 2016; VALENTE, 2016; CHALMERS, 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; LEE et al., 2014; HSU; CHANG; HUNG, 2018), quando criou a linguagem de programação LOGO e argumentou que os alunos podem desenvolver o pensamento processual por meio da programação de computadores (CHALMERS, 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017). Entretanto, foi no ano de 2006, que o termo “Pensamento Computacional” foi popularizado por Jeanette Wing, com os argumentos de que a maneira como os cientistas da computação pensam sobre o mundo é útil para outros contextos e de que o PC envolve resolução de problemas de forma criativa, com base nos conceitos da CC (SANTOS et al., 2016).

Shute, Sun e Clarke (2017) fizeram uma revisão da literatura mostrando uma diversidade de definições, intervenções, avaliações do PC. Depois de sintetizar várias abordagens, definiram o PC como “A base conceitual necessária para resolver problemas de forma eficaz e eficiente (ou seja, algoritmicamente, com ou sem o auxílio de computadores) com soluções que são reutilizáveis em diferentes contextos” (SHUTE; SUN; CLARKE, 2017, p.10). Em unanimidade, os autores ora analisados apresentaram conceitos para o PC tendo como base as diversas publicações de Jeanette Wing.

Ramos e Espadeiro (2014) citam Wing (2006) onde ela descreve o PC como de grande importância para a educação, envolvendo resolução de problemas, concepção de sistemas e compreensão do comportamento humano com base nos princípios da CC. Já Chalmers (2018) menciona o artigo *Computational thinking and thinking about computing*, de Wing (2008), no qual a autora reacende o interesse pelo PC, com a argumentação de que suas habilidades são, em todas as áreas de estudo, cruciais para todos os alunos aprenderem. Nesse mesmo artigo, também referenciado por Hsu et al. (2018), a autora menciona a importância do PC, considerando que por meio dele não só busca-se estimular a resolução de problemas, mas também, identificá-los. Ramos e Espadeiro (2014) igualmente abordam a publicação *Computational Thinking Benefits Society*, de Wing (2014), em que a autora aprofunda o conceito inicial afirmando que o PC é um conjunto dos processos de pensamentos envolvidos na formulação de um problema e que expressam a sua solução de tal forma que um computador, máquina ou humano possa realizar eficazmente.

Os argumentos de Wing (2006) forneceram uma nova perspectiva sobre a relação entre humanos e computadores, além de que deram origem a pesquisas sobre o PC (SHUTE; SUN; CLARKE, 2017). No entanto, devido à natureza genérica quanto a sua definição, houve várias tentativas malsucedidas para torná-la mais específica (MARIN et al., 2018), não se tendo chegado, ainda, a um consenso sobre a definição do PC (VALENTE, 2016; MARIN et al., 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; ISRAEL et al., 2015; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018). Cabe apontar, também, que estamos evoluindo para uma definição clara para o PC na medida em que os pesquisadores começam a agregar conhecimento sobre o termo (SHUTE; SUN; CLARKE, 2017).

De acordo com Valente (2016) a ISTE e a CSTA, identificaram nove conceitos: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação. Enfatizaram que as habilidades relativas a esses conceitos podem ser desenvolvidas em todas as áreas de aprendizagem. A ISTE e a CSTA desenvolveram uma definição operacional para o PC como um processo de resolução de problemas, com as seguintes características: formulação de problemas de forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através

do pensamento algorítmico; identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução para uma ampla variedade de problemas.

Outro aspecto a ser apontado é que dos 12 artigos em análise, os mais antigos, são de 2014, o que significa que houve uma evolução crescente de artigos que abordam o PC nos últimos anos, o que denota uma tendência crescente de interesse pelo tema.

A partir da análise das definições dos autores identificados nesta RSL, compreendemos o PC como um modo de pensar oriundo da CC e, quando aplicado por meio de estratégias, recursos e ferramentas computacionais ou não, pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades, como o pensamento lógico, algorítmico e crítico, com vistas à resolução de situações-problema tanto no âmbito escolar quanto na realidade da vida cotidiana.

3.2 Categoria 2: Estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional

Em relação às estratégias de ensino com a utilização do PC na EB, encontramos duas abordagens nas publicações em análise. Na primeira, há autores que afirmam que a programação de computadores estimula

o PC, sendo importante para o seu desenvolvimento (SANTOS et al., 2016; VALENTE, 2016; RAMOS; ESPAEIRO, 2014; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; CHALMERS, 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; HSU; CHANG; HUNG, 2018). Outros autores, por sua vez, embora discorram sobre a relação entre a programação e o desenvolvimento do PC, argumentam que a programação não é necessária para ensinar o PC (MARIN et al., 2018) e que considerar o PC sinônimo de saber programar pode ser muito limitante (SHUTE; SUN; CLARKE, 2017).

O PC pode ser trabalhado com vários outros tipos de problemas que não envolvam, necessariamente, o uso do computador (GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018). Nesse caso, as atividades, desenvolvidas sem o uso do computador, são denominadas de atividades desplugadas (SANTOS et al., 2016).

Entre as estratégias utilizadas para o desenvolvimento (ferramentas, práticas e métodos) do PC na EB, as que envolvem o uso do computador são as mais adotadas pelos autores conforme o Quadro 2. Para a elaboração deste quadro adotamos a identificação por nível de ensino, ou seja, enquadrámos o ano de ensino de acordo com as etapas da EB brasileira: Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e o Ensino Médio (EM).

Quadro2 - Estratégias e tecnologias utilizadas para desenvolver o PC (continua)

Autor/Ano	Com uso do computador		Sem uso do computador		Nível de Ensino
	Estratégia	Ferramentas	Estratégia	Ferramentas	
SANTOS et al., 2016			Programação	Code.org (atividades distribuídas em mídia impressas)	EI
RAMOS; ESPAEIRO, 2014	Desenvolvimento de projetos por meio de programação de computadores	Scratch			Licenciandos (graduação e mestrado)
SILVA; MIORELLI; KOLOGESK, 2018	Oficina de programação de jogos educacionais	Code.org Scratch App Inventor	Programação	Code.org (atividades distribuídas em mídia impressa)	EF e EM

Quadro2 - Estratégias e tecnologias utilizadas para desenvolver o PC (conclusão)

Autor/Ano	Com uso do computador		Sem uso do computador		Nível de Ensino
MARIN et al., 2018	Programação usando metáforas	<i>Scratch</i>			EF
LEE et al., 2014	Aprendizagem baseada em jogos	<i>CTArcade</i> <i>Tic-Tac-Toe</i>			EF e EM
CHALMERS, 2018	Robótica	<i>Lego</i> <i>WeDo</i>			EF
ISRAEL et al., 2015	Programação	<i>Etoys</i> <i>Scratch</i>			EF
PAULA et al., 2018	Criação de jogos	<i>MissionMaker</i>			EF

Fonte: as autoras

Como mostra o Quadro 2, o PC pode ser desenvolvido por meio de estratégias que envolvam o uso do computador e da programação, sendo o *Scratch*⁴ a linguagem de programação mais citada pelos autores, (RAMOS; ESPADEIRO, 2014; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; MARIN et al., 2018; ISRAEL et al., 2015), seguida do Code.org (SANTOS et al., 2016; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018) e Robótica (CHALMERS, 2018). Para as atividades sem uso do computador, foram incorporadas atividades off-line, da plataforma Code.org⁵, que abordam a programação com o uso do papel (SANTOS et al., 2016; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018).

Para o desenvolvimento de quaisquer das estratégias supracitadas, é essencial capacitar os professores (SANTOS et al., 2016; CHALMERS, 2018; ISRAEL et al., 2015), para o uso das tecnologias e inserção das atividades que desenvolvam as habilidades do PC a serem aplicadas em diferentes disciplinas. Observamos que os métodos de desenvolvimento do PC, conforme o Quadro 2, abrangeram todos os níveis da EB. Isso denota sua importância e aplicabilidade em qualquer nível da EB.

Para explicar como os autores dessa RSL aplicaram as estratégias de PC, elaboramos uma síntese das atividades por eles citadas: Silva, Miorelli e Kologeski (2018) desenvolveram o Projeto Logicando por meio do qual ofereceram oficinas para alunos do 8º e 9º anos do EF e 1º ano do EM. Tais oficinas foram aplicadas em 5

escolas da rede pública, com a participação de 9 professores da formação inicial que utilizaram o *Code.org*, *Scratch*, *App Inventor* e jogos educacionais desenvolvidos por universitários. Todas as oficinas ministradas foram iniciadas com um pré-teste e finalizadas com um pós-teste, a fim de verificar e avaliar o rendimento dos alunos em cada oficina. Os testes aplicados envolviam questões de raciocínio lógico relacionadas com questões sobre os recursos de cada ferramenta utilizada. Como resultado dos testes, os autores concluíram que as oficinas acrescentaram conhecimento e aprendizado aos alunos, pois, em geral, eles conseguiram melhorar seus resultados. Com exceção da oficina utilizando o *App Inventor* (alunos encontraram dificuldade com essa ferramenta), as demais oficinas apresentaram uma melhoria acima de 5% nas respostas do pós-teste, chegando até 45,25% de melhoria dos resultados.

Santos et al. (2016) apresentaram uma proposta de trabalho a partir da Computação desplugada que consistia em uma oficina teórico-prática com 37 professores da EI da rede pública de ensino. A oficina foi desenvolvida por meio de exposição teórica de conceitos, demonstração de exemplos de atividades e exploração de estratégias didáticas para trabalhar com o PC. Para a realização das oficinas, os autores utilizaram a plataforma Code.org. Os professores foram, então, convidados a percorrer um caminho similar ao do jogo *Angry Birds*, mas sem o uso do computador (exemplo

⁴ Scratch é uma linguagem de programação baseada em blocos desenvolvida para ensinar programação para crianças e adolescentes.

⁵ A Code.org® é uma organização sem fins lucrativos dedicada a expandir o acesso à ciência da computação em escolas.

de uma das atividades). Dessa forma, foi possível trabalhar com a técnica da Computação Desplugada e, segundo os autores, fortalecer a ideia de que é possível aprender técnicas de programação sem uso de computadores. Após a aplicação das atividades, foram realizadas coletas de dados no formato de questionário o qual foi aplicado em dois momentos: o primeiro, logo após a oficina e o segundo, após um mês de sua realização. Como resultado final 57,2% dos professores revelaram que ainda não se sentiam preparados ou não desejavam trabalhar com assuntos ligados à computação. Dos professores que responderam à pesquisa, 28,3% afirmaram que preferem que as atividades relacionadas à tecnologia sejam desenvolvidas por especialistas na área, ou seja, por professores de informática.

Ramos e Espadeiro (2014) apresentaram resultados de um estudo realizado com o objetivo de explorar alguns dos desafios da introdução do PC no contexto da formação inicial de professores dos ensinos básico e secundário de Portugal. A amostra foi constituída por 26 alunos do curso de licenciatura e 18 alunos do curso de mestrado de diferentes áreas de conhecimento, exceto os da Computação. O estudo consistiu em os professores participantes elaborassem projetos usando o *Scratch*. Os autores apontam que os professores obtiveram êxito no desenvolvimento de tais projetos, com a característica de que as atividades foram desenvolvidas e concretizadas nos conteúdos e saberes das suas respectivas áreas de conhecimento. Os resultados evidenciaram que as propostas realizadas com o *Scrath* no contexto da formação inicial de professores, podem exercer influência positiva sobre a percepção dos alunos quanto ao potencial desse ambiente e que a programação não está restrita a profissionais da CC.

Marin et al. (2018) realizaram um experimento com 132 alunos do EF, na Espanha, sendo 50% de escolas particulares e 50% de escolas públicas. A pesquisa tem como título e questão norteadora: O PC pode ser melhorado usando uma metodologia baseada em metáforas e *Scratch* para ensinar programação de computadores para crianças? No início do experimento, todos os alunos foram convidados a preencher um teste de conceitos de programação e dois testes para medir suas habilidades em PC. Durante as sessões, foi ensinada a programação aos alunos usando metáforas. Após, fizeram os testes novamente, tendo sido observado um aumento significativo nos resultados de todos os testes, o que sugere que o uso de metáforas e de *Scratch* podem ser trabalhados em conjunto para ensinar conceitos de programação de computadores a

alunos do EF contribuindo para o desenvolvimento do PC.

Chalmers (2018) relata um estudo que analisou como 4 professores de 4 escolas de EI australianas integraram robótica e codificação às suas aulas, com o objetivo de investigar as percepções dos professores sobre o valor da incorporação dos kits WeDo 2.0 (não foi oferecido aos participantes quaisquer instruções sobre como eles poderiam usar esses kits nas aulas). O estudo também procurou compreender os benefícios e as barreiras da utilização desses kits na sala de aula. Cada professor recebeu 15 kits por 6 semanas, com o software e os guias do professor. Os dados coletados a partir de questionários, anotações e entrevistas semiestruturadas foram analisados utilizando o PC e os referenciais de ensino. Os resultados demonstraram que explorar e usar os kits de robô ajudaram os professores a construir sua confiança e conhecimento para apresentar o PC aos alunos. No entanto, como havia conhecimento limitado sobre como ensinar o PC, os professores enfrentaram desafios técnicos e sentiram dificuldade ao implementarem as atividades de robótica em suas salas de aula, razão pela qual, segundo a autora, há necessidade de apoio contínuo para que o professor possa integrar robótica e PC em suas aulas.

Lee et al. (2014) construíram um sistema chamado *CTArcade*, com um jogo inicial (*Tic-Tac-Toe*), e avaliaram o jogo com 18 alunos de 10 a 15 anos dos EUA. Os autores abordaram o ensino de habilidades de PC sem programação tradicional, baseando-se na reprodução existente de jogos para crianças. Realizaram um estudo exploratório para observar como jogar *Tic-Tac-Toe* no computador pode ajudar as crianças a articularem habilidades do PC em comparação com o método de jogar *Tic-Tac-Toe* em papel. No primeiro momento, os autores entrevistaram cada criança e coletaram informações demográficas e dados sobre seus interesses nos jogos. Então, cada criança jogou *Tic-Tac-Toe* e a ela foi solicitado que “pensasse em voz alta” e explicasse o processo de pensamento durante cada movimento no jogo, com o objetivo de averiguar como as crianças articulam as habilidades do PC sob as várias condições do jogo. Os autores concluíram que jogar *Tic-Tac-Toe* no computador ajudou as crianças a articular mais habilidades de pensamento algorítmico em comparação com a reprodução no papel.

Israel et al. (2015) conduziram uma análise cruzada de casos com 7 professores e dois gestores em diferentes contextos numa escola dos EUA com alunos de diversas origens, incluindo alunos pobres e alunos com deficiência. A coleta de dados incluiu várias observações e entrevistas durante 4 meses, tendo sido o foco entender como os professores implementariam a

Computação, que barreiras ocorreriam durante a implementação e como apoiariam alunos com necessidades diversas. A pesquisa mostrou os desafios que os professores encontraram (falta de tecnologia, de conhecimento em computação, o papel da pobreza e da deficiência na experiência computacional dos alunos, tempo de instrução limitado e como o status de pobreza e deficiência influenciaram as experiências de computação dos alunos). Segundo os autores, os professores encontraram maneiras de contornar cada barreira encontrada e tanto a observação quanto os dados das entrevistas mostraram que esses alunos em situações vulneráveis, geralmente, prosperavam nos ambientes de computação.

González, González e Fernández (2017), em resposta à falta de consenso sobre uma definição de PC ou sobre como medi-lo, focaram ambos os problemas a partir de uma abordagem psicométrica⁶. Para tanto, realizaram um teste de PC, administrado em uma amostra de 1.251 alunos de 24 escolas espanholas, matriculados do 5º ao 10º ano. Do total da amostra, 65,9% alunos pertenciam a escolas públicas e 34,1%, a escolas particulares. Os resultados, de acordo com os autores, mostraram correlações estatisticamente significantes, pelo menos, moderadamente intensas entre PC e habilidade espacial, capacidade de raciocínio e de resolução de problemas. Esses resultados são consistentes com as recentes propostas teóricas que ligam o PC a alguns componentes do modelo de inteligência. Além disso, os resultados evidenciam que o PC está fundamentalmente ligado à capacidade mental geral e também, embora em menor escala, a aptidões cognitivas específicas, como raciocínio indutivo, habilidades espaciais e verbais. Para os autores, isso corrobora a conceituação do PC como uma capacidade de resolução de problemas.

Paula et al. (2018) apresentam um estudo de caso, na Inglaterra, sobre um projeto no qual foi empregada uma perspectiva diferente em relação à criação de jogos e aprendizagem formal. Foi usado o poema anglo-saxão *Beowulf*⁷ como base para o projeto, para verificar como o PC, artes e humanidades podem ser promovidos simultaneamente em um contexto educacional. O jogo *Playing Beowulf* foi produzido, usando o software *MissionMaker*, por dois alunos de 14 anos. Todos os dados gerados ao longo das 6 sessões foram analisados possibilitando a verificação em diferentes modos (visual, auditivo, lúdico, código, etc.) de uma possível conexão intrínseca entre o nível de complexidade de aspectos narrativos e computacionais.

Entre os resultados, os autores apontam que esses aspectos podem ser conectados, além de que exemplificam como podem ser operacionalizados simultaneamente pelos alunos em contextos educacionais e que o *game design* se mostra como um bom espaço para conectar essas áreas capacitando os alunos a participarem do mundo contemporâneo.

Observamos que nas pesquisas foram abordadas diversas ferramentas e estratégias de ensino e de aprendizagem para o desenvolvimento do PC, que não só podem ser exploradas por professores de quaisquer disciplinas, como podem ser trabalhadas de forma interdisciplinar e em todos os níveis da EB. Observamos, também, que o relato dos autores aponta para a necessidade iminente de formação de professores.

3.3 Categoria 3: Habilidades desenvolvidas pelo Pensamento Computacional

As atividades que envolvem o PC na EB, conforme apresentado no Quadro 2, trazem como benefício, de acordo com os autores analisados, o desenvolvimento de diversas habilidades, entre as quais destacam-se: a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento lógico. Tais habilidades estão relacionadas aos conceitos de coleta e análise de dados, abstração, decomposição, algoritmos, generalização e simulação. Em consonância com Valente (2016) e Chalmers (2018), essas atividades podem ser trabalhadas com os alunos em todas as áreas de estudo, no âmbito de todas as disciplinas, e, por abordarem diversificadas áreas do conhecimento, contribuem para o desenvolvimento de aptidões para resolução de problemas do cotidiano (LEE et al., 2014; RAMOS; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018), capacitando-os a persistir na execução de tarefas difíceis, na capacidade de lidar com suas ações e emoções, no relacionamento interpessoal, desenvolvendo a iniciativa e a tomada de decisões (SANTOS et al., 2016).

A habilidade mais citada foi a resolução de problemas (SANTOS et al., 2016; VALENTE, 2016; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; MARIN et al., 2018; CHALMERS, 2018; ISRAEL et al., 2015; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018; HSU; CHANG; HUNG, 2018), seguida do pensamento ou habilidade algorítmica (CHALMERS, 2018; LEE et al., 2014; ISRAEL et al., 2015), desenvolvimento do raciocínio e raciocínio lógico-matemático (SANTOS et al., 2016; ISRAEL et al., 2015;

⁶ Psicomетria é um campo científico da Psicologia, que busca construir e aplicar instrumentos para mensuração de constructos e variáveis de ordem psicológica.

GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017) e pensamento crítico (VALENTE, 2016; HSU; CHANG; HUNG, 2018).

A inclusão do ensino do PC na EB desenvolve habilidades e competências essenciais para a vida dos alunos, independente da área de estudo ou da profissão que escolherão (VALENTE, 2016; MARIN et al., 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017). Esse benefício também se estende para a vida fora da escola, preparando os alunos para a resolução de situações-problema do cotidiano (SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018) e, assim, desenvolvendo as habilidades requeridas para a atualidade e qualificando-os para responder aos desafios do futuro.

O exposto nessa categoria permite ponderar que o ensino do PC está intrinsecamente relacionado a habilidades necessárias e competências requeridas pelos alunos no século XXI: desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, pensamento algorítmico, pensamento crítico e resolução de problemas.

3.4 Categoria 4: Potencialidades e desafios quanto a implementação do Pensamento Computacional na Educação Básica

É crescente o interesse pela disseminação do PC no ambiente escolar, mas sua introdução principalmente na EB ainda apresenta grandes lacunas: a falta de formação do professor para atuar no seu desenvolvimento, a falta de um currículo que construa uma base de compreensão sobre esse termo, a necessidade de desenvolver uma avaliação do aluno para mensurar o desenvolvimento do PC e da falta de uma definição conceitual.

A falta de formação do professor, tanto inicial quanto continuada, é um dos maiores desafios para a introdução do PC na EB, conforme 10 dos 12 artigos analisados (SANTOS et al., 2016; VALENTE, 2016; RAMOS; ESPAEIRO, 2014; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; MARIN et al., 2018; CHALMERS, 2018; SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; ISRAEL et al., 2015; PAULA et al., 2018; HSU; CHANG; HUNG, 2018). Essa constatação permite ponderar que os professores precisam de orientação na abordagem das atividades que envolvam o desenvolvimento do PC, com destaque para ações de formação (inicial e continuada ou em serviço) específicas sobre os métodos que o abordem em todas as áreas curriculares, e não somente nas áreas do ensino de computação (ESPAEIRO, 2014; MARIN et al., 2018). Culturalmente, os professores preferem que as atividades relativas ao uso do computador sejam realizadas nos laboratórios de informática pelos professores especializados em tecnologia, o que não é

um indicador positivo, pela falta de uma disciplina de informática no currículo da EB (SANTOS et al., 2016).

Outra questão a ser considerada são as divergências a respeito de quando e como o PC deve ser integrado ao currículo escolar (MARIN et al., 2018) e de como avaliar as aprendizagens dos alunos relativas à aquisição e ao desenvolvimento do PC (RAMOS; ESPAEIRO, 2014).

Em relação ao currículo, observamos duas abordagens: a inserção das disciplinas de Programação ou CC na EB (VALENTE, 2016; SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; PAULA et al., 2018) e a possibilidade de trabalhar o PC atrelado às práticas atuais de sala de aula (SHUTE; SUN; CLARKE, 2017; CHALMERS, 2018; ISRAEL et al., 2015). Podemos citar o Reino Unido, onde vários países estão incorporando (alguns, de forma compulsória e outros, de forma facultativa) a Programação ou a CC aos currículos educacionais, inclusive nos primeiros anos da EB (VALENTE, 2016; RAMOS; ESPAEIRO, 2014; GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017; HSU; CHANG; HUNG, 2018; ISRAEL et al., 2015; PAULA et al., 2018).

Segundo Valente (2016), a explicitação sobre como o PC deve ser inserido no currículo determina o material e os conteúdos que devem ser contemplados nas atividades de formação de professores e o que deve ser realizado nas práticas educacionais. A avaliação é outro item que carece de atenção, pois há necessidade de definir estratégias para validar o que as crianças aprenderam, pois "sem atenção à avaliação, o PC não terá muita probabilidade de seguir o caminho de sucesso em qualquer currículo" (RAMOS; ESPAEIRO, 2014, p. 6) e não chegar a um consenso sobre um padrão de avaliação para o PC torna difícil medir, avaliar e comparar os resultados das habilidades do PC desenvolvidas pelo aluno (GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017).

Embora ainda haja controvérsias em relação ao desenvolvimento do PC na EB, nesses últimos anos, estamos presenciando sua disseminação no âmbito escolar, haja vista a quantidade de países com a pretensão de inseri-lo em seus currículos (GONZÁLEZ; GONZÁLEZ; FERNÁNDEZ, 2017). Dos 21 países da Europa, por exemplo, 17 estão tentando incorporar conteúdo da CC em seus currículos, sendo que o Reino Unido implementou o PC, incluindo a CC, tecnologia da informação e alfabetização digital em todas as disciplinas (HSU; CHANG; HUNG, 2018); a Austrália introduziu, há vários anos, o PC nos currículos das escolas primárias e secundárias. A Polônia e a Coreia do Sul também são exemplos de países que

desenvolveram um novo currículo para os alunos incluindo informática, PC e habilidades de programação (HSU; CHANG; HUNG, 2018).

As iniciativas mencionadas indicam que há um reconhecimento das potencialidades desenvolvidas pelo PC no âmbito educacional, servindo como motivação para diversos países incorporá-lo em seus currículos educacionais, fomentando, assim, o desenvolvimento nos alunos das habilidades inerentes a ele.

4. Considerações finais

Com o objetivo de identificar as estratégias utilizadas, as habilidades desenvolvidas e as potencialidades e desafios da implementação do PC na EB, definimos 4 categorias de análise: Conceitos e princípios do PC, estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas; Habilidades desenvolvidas e Potencialidades e desafios quanto a sua implementação. Os resultados não se concentraram apenas nas categorias isoladamente, mas também sugeriram relações entre elas.

A primeira constatação é que, embora o PC seja amplamente discutido na literatura, ainda não há um consenso sobre sua definição, entretanto, de maneira geral, converge-se para o ensino da computação com foco na resolução de problemas. Vale ressaltar que a falta de definição sobre o que consiste o PC e como operacionalizá-lo, dificulta definir como implementá-lo na educação, como preparar professores para essa tarefa e como o aluno deve ser avaliado.

Em relação às estratégias didático-pedagógicas utilizadas para o desenvolvimento do PC, encontramos duas abordagens: as que utilizam o computador e as que não utilizam. Essas abordagens democratizam o ensino do PC, partindo do princípio de que não há impeditivos para que escolas onde não há computadores também possam ensinar atividades que o desenvolvam por meio das atividades desplugadas.

Um desafio em destaque para a introdução do PC na EB está na falta de formação do professor. Isso porque muitos deles ainda não se sentem preparados para trabalhar com assuntos ligados à computação, sendo necessário desmitificar o uso de tecnologias computacionais para o ensino de conceitos relacionadas ao PC. Tem-se que esses conceitos não se restringem a profissionais da computação, sendo que todas as áreas das licenciaturas podem se beneficiar com uma formação e possibilitar ao professor entendê-los e aplicá-los em suas disciplinas. Por sua vez, o professor de informática não pode se limitar, em sua aula, a ensinar os alunos a serem apenas usuários de

tecnologias, mas também deve prepará-los para criar e construir com tecnologias, desenvolvendo habilidades inerentes ao PC.

As divergências sobre como o PC pode ser integrado ao currículo, ou seja, se deve ser criada uma disciplina específica ou se deve ser inserido de forma transversal nos currículos escolares e a dificuldade relacionada sobre como avaliar as aprendizagens dos alunos relativas ao desenvolvimento do PC, também são desafios de pesquisadores e educadores para a implementação do PC na EB. A inclusão como uma disciplina poderá favorecer especialmente nos primeiros anos da sua implementação. Outra situação é considerar a implantação inicial em disciplinas das ciências exatas, com maior aproximação epistemológica com a CC.

Para finalizar, relembramos que no início desse artigo questionamos se as tecnologias, por si só, são suficientes para preparar os alunos para os desafios do século XXI. Notadamente, podemos afirmar que essa premissa não é verdadeira e, assim, três ocorrências retratam o ápice dessa questão: (1) quando se aplica conceitos do PC por meio de estratégias didático-pedagógicas (ensino desplugado, programação de computadores, metáforas, *game design*, métodos de avaliação e outros), com uso de tecnologias computacionais e conteúdo escolar (unidades de ensino que envolvam o PC e que resultam em habilidades para o pensamento lógico, algorítmico e crítico, com vistas à resolução de situações problema escolares ou cotidianos); (2) quando se chega ao entendimento de que a programação de computadores não está restrita a profissionais da CC, mas pode ser compreendida e aplicada à alunos desde os anos iniciais da EB para que possam desenvolver habilidades espaciais, capacidades de raciocínio e de resolução de problemas, aptidões cognitivas específicas (raciocínio indutivo, habilidades espaciais e verbais, raciocínio lógico-matemático e pensamento crítico); (3) quando se parte da compreensão de que alunos em situações vulneráveis, geralmente, prosperavam nos ambientes computacionais; ponderamos que as tecnologias do século XXI, por si só, não são suficientes para preparar os alunos. Para isso, todavia, torna-se fundamental a integração entre a pedagogia, o conteúdo e essas tecnologias.

Assim, a compreensão crítica e aprofundada sobre o PC que conduza educadores, gestores e pesquisadores da CC, bem como das demais áreas de conhecimento envolvidas com a EB, com propostas exequíveis para a formação de professores, aliada a organização curricular e a estratégias didático-pedagógicas incluindo métodos de avaliação da

aprendizagem, consistem em elementos fundamentais para agregar contribuições da CC na formação básica dos alunos com vista aos desafios compreendidos para o exercício da cidadania plena do presente século.

Referências

- BRACKMANN, C. P. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- CHALMERS, C. Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, v.17, Set. 2018.
- FANTINATI, R. E.; SANTOS ROSA, S. O ensino de computação na Educação Básica: contribuições para uma inclusão curricular. In: Hardagh, Claudia Coelho; Fofonca, Eduardo; Camas, Nuria Pons Vilardell. (Org.). Processos formativos, tecnologias imersivas e novos letramentos: convergências e desdobramentos. 1ed. Curitiba: EDITORA COLLABORATIVA, 2020, v. 1, p. 203-217.
- FANTINATI, R. E.; SANTOS ROSA, S. A abstração como unidade de conhecimento do Pensamento Computacional na Educação Básica. 2020. Não publicado.
- GONZÁLEZ, M. R.; GONZÁLEZ, J.C.P; FERNÁNDEZ, C.J. Quais habilidades cognitivas fundamentam o pensamento computacional? Validade de critério do Teste de Pensamento Computacional. *Computers in Human Behavior* 72 (2017) 678-691.
- GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. *An introduction to systematic reviews*. London: SAGE Publications, 2012.
- HSU, T.C.; CHANG S.C.; HUNG, Y.T. How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education* 126 (2018) 296–310.
- ISRAEL, M.; PEARSON, J.N; TAPIA, T.; WHERFEL, Q.M.; REESE, G. Supporting all learners in school-wide computational thinking. *Computers & Education* 82 (2015): A cross-case qualitative analysis. v.82 mar 2015, p. 263-279.
- LEE, T.Y.; MAURIELLO, M.L.; AHN, J.; BEDERSON, B.B.; CTArcade: Computational thinking with games in school age children. *International Journal of Child-Computer Interaction* v.2, jan. 2014.
- MARIN, D.P.; NEIRA, R.H.; BACELO, A.; PIZARRO, C. Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and Scratch to teach computer programming to children? *Computers In Human Behavior*, 2018.
- PAULA, B.H.; BURN, A.; NOSS, R.; VALENTE, J.A. Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game-making. *International Journal of Child-Computer Interaction* 16, 2018 39–46.
- PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- RAMOS, J.L; ESPAEIRO, R.G. Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem. *Revista EFT: Educação, Formação & Tecnologias* - v. 7, n. 2, 2014.
- SANTOS, E.R. et al. Estímulo ao Pensamento Computacional a partir da Computação Desplugada: uma proposta para Educação Infantil. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa Web* - v. 15, 2016.
- SHUTE, V.J; SUN, C.; CLARKE, J.A. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review* 22 (2017) 142-158.
- SILVA, M.M.; MIORELLI S.T. KOLOGESKI, A. L.; Estimulando o pensamento computacional com o Projeto Logicando. *Revista Observatório*, Palmas, v.4, n.3, p. 206-238, mai., 2018.
- VALENTE, J. A. Integração do Pensamento Computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de Formação de professores e avaliação do aluno. *Revista e-Curriculum* v. 14, n. 3, 2016.
- WING, J. Pensamento Computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, 2016.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 24 | N° 1 | 2021

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 142-150

RESUMOS DE TESES HOMOLOGADAS EGRESSOS EM DESTAQUE

Janeiro a Abril de 2021



Resumos desta edição

CRISTIANO GALAFASSI

Evologic: Sistema Tutor Inteligente para Ensino de Lógica Baseado em Computação Evolutiva

Pág. 143

GISLAINE ROSSETTI MADUREIRA FERREIRA

MCombSA - Modelo de Combinação Socioafetiva: Um Foco na Formação de Grupos para um Ambiente Virtual de Aprendizagem

Pág. 144

IGOR YEPES

Uso de Drones como Tecnologia Pedagógica em Disciplinas STEAM: Um Enfoque voltado ao Aprendizado Significativo com Metodologias Ativas

Pág. 145

MARGARETE FARIAS MEDEIROS

Abstrações Reflexionantes no Processo de Gênese Instrumental em Ambiente de Geometria Dinâmica

Pág. 146

MICHELE ALDA ROSSO GUIZZO

Modelos Pedagógicos Baseados em Sistemas de Recomendação: Um Foco em Disciplinas da Graduação

Pág. 147

MARIA CLAUDETE SCHORR

Pcomp-Model: Desenvolvendo o Pensamento Computacional na Educação Básica para Auxiliar na Aprendizagem de Algoritmos e Programação do Ensino Superior

Pág. 148

PATRÍCIA BLINI ESTIVALETE

O Ambiente Virtual Audio - Háptico como Instrumento para a Aprendizagem de Geometria - Estudo das Formas para Estudantes Cegos

Pág. 149

TAISER TADEU TEIXEIRA BARROS

Formação em Pensamento Computacional utilizando Scratch para Professores de Matemática e Informática da Educação Básica

Pág. 150

Egressos em destaque



FELIPE BECKER NUNES

Pág. 143

OSCAR EDUARDO PATRÓN GUILLERMO

Pág. 144

RODNEY CEZAR DE ALBUQUERQUE

Pág. 145


UFRGS

 **PPGIE**

PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

RESUMO DE TESE

CRISTIANO GALAFASSI

Orientador: Prof.^a Dr.^a Rosa Maria Viccari

Data: 20/04/2021

Local: <https://meet.google.com/ydb-tqmb-smj>

Tese: **Evollogic: Sistema Tutor Inteligente para Ensino de Lógica Baseado em Computação Evolutiva**



Resumo

O uso de sistemas computacionais na educação vem demonstrando ser de grande valia para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Uma das ferramentas disponíveis são os Sistemas Tutores Inteligentes, que tem o objetivo de dar suporte ao aluno em um determinado conteúdo. Em meados de 1980, surge o Cognitive Tutor®, para testar a arquitetura cognitiva ACT-R, se diferenciando dos Sistemas Tutores Inteligentes por possuir um viés cognitivo, destinado a acompanhar o processo cognitivo atrelado a resolução de problemas. Desde seu surgimento, o Cognitive Tutor® passou por inúmeras atualizações além de novos tutores cognitivos terem surgido. Contudo, todos recaem sobre o problema de disponibilizar um conjunto limitado de exercícios nativos, demandaram um grande esforço do professor para modelar novas atividades para os alunos ou apresentam um processo cognitivo limitado a certas formas de resolver o problema. Nesse sentido, o objetivo desse estudo é propor um Sistema Tutor Inteligente capaz de acompanhar o processo cognitivo do aluno no domínio de Dedução Natural em Lógica Proposicional, permitindo que seja possível identificar a linha de raciocínio dos alunos e que seja possível fornecer feedback de qualidade possibilitando que o aluno tenha flexibilidade na escolha dos exercícios que deseja resolver. Os agentes são modelados no contexto de um Sistema Tutor Inteligente denominado EvoLogic, utilizando uma arquitetura multiagente, suportada por cinco estruturas cognitivas estudadas ao longo dos anos. O sistema é composto por três agentes, destacando-se o agente Pedagógico, que tem a função de identificar as características do processo cognitivo do aluno (Modelo de Aluno), e o agente Especialista baseado em Algoritmos Genéticos. O objetivo deste estudo é a criação do EvoLogic, um Sistema Tutor Inteligente que possa acompanhar o processo cognitivo do aluno, flexibilizando a escolha dos exercícios e possuindo um model tracing adequado ao raciocínio do aluno. Sendo assim, optou-se pela utilização de um algoritmo genético como especialista do domínio de ensino dada a sua grande adaptabilidade a diversos contextos e problemas, facilitando uma possível portabilidade futura para outros domínios de ensino. Para validar o sistema proposto, foi criado um ambiente simulado com dados de um experimento realizado em outro sistema, especialista em Lógica. Os resultados apontam que o agente Especialista foi capaz de identificar as diferentes soluções para os problemas estudados, com tempo de processamento adequado ao problema, bem como foi possível identificar características do processo cognitivo dos alunos e acompanhar seu processo cognitivo ao resolverem os exercícios.

Palavras-chave: Algoritmos Genéticos. Sistema Multiagente. Modelo de Aluno. Agente Especialista.

EGRESSO EM DESTAQUE



Felipe Becker Nunes

Felipe é professor da iniciativa privada da Faculdade Antonio Mengueti. Ele se destacou pelo número recorde de publicações durante e após o período de doutorado (27 artigos em Periódicos, 15 durante o doutorado e 12 após, 16 capítulos de Livros, 8 durante o doutorado e 8 após, e 30 artigos em eventos, sendo 11 durante o doutorado e 19 após) e contribuições importantes na área de Trajetórias de Aprendizagem no Grupo de Pesquisa TRAPHU (Trajetórias de Aprendizagem em Hiperdocumentos Ubíquos). A construção de um mundo virtual para o Ensino de Ciências foi outra contribuição.

RESUMO DE TESE

GISLAINE ROSSETTI MADUREIRA FERREIRA

Orientador: Prof.^a Dr.^a Patricia Alejandra Behar

Data: 27/01/2021

Local: <https://meet.google.com/tzh-znhc-emr>

Tese: MCombSA - Modelo de Combinação Socioafetiva: Um Foco na Formação de Grupos para um Ambiente Virtual de Aprendizagem



Resumo

Esta tese tem como objetivo construir um modelo de combinação socioafetiva para a formação de grupos em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), intitulado de MCombSA. Esse modelo identifica o perfil socioafetivo individual e o combina com outros perfis, de forma heterogênea, finalizando na apresentação das formações dos grupos para os estudantes e professor. A possível influência de indicadores sociais, juntamente com traços de personalidade do aluno, foi o que tornou possível a estruturação de um modelo de combinação socioafetiva dentro de um AVA. Nesse sentido, para alcançar o objetivo geral desta investigação, foram realizadas algumas ações que direcionaram o desenvolvimento do MCombSA. Primeiro foi realizado um levantamento sobre a inferência do perfil socioafetivo do estudante, considerando a interação social e os traços de personalidade. Na sequência, foram identificados os indicadores necessários para a combinação socioafetiva dentro de um AVA. Por fim, esta etapa foi consolidada com a construção final do modelo MCombSA. Esta investigação foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa e quantitativa, do tipo estudo de casos múltiplos, de caráter exploratório e descritivo. Para isso, foram utilizadas sete aplicações práticas para a validação do MCombSA. O público-alvo foram alunos das atividades de ensino da graduação e pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS e de uma Faculdade Particular do Rio Grande do Sul. Para análise dos dados, a investigação contou com informações apresentadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem ROODA e dos dados inferidos do teste de personalidade Big Five, bem como questionários e observação participante da pesquisadora. A investigação desenvolveu-se a partir de um levantamento teórico com aplicação prática em sete casos, dos quais participaram 124 alunos, e foi possível a formação de 36 grupos que validaram o modelo. Os resultados mostraram que a formação dos grupos, realizados pelo modelo MCombSA, pode auxiliar de forma efetiva os educadores por personalizar os grupos e instigar os estudantes a uma maior isonomia por trabalhar com sujeitos heterogêneos. Por isso, mesmo diante de algumas resistências enfrentadas por um pequeno número de estudantes, entende-se que é possível auxiliar o professor a formar grupos coesos, participativos e que tenham interação, a partir do compartilhamento e troca de experiências.

Palavras-chave: Formação de Grupos. Combinação Socioafetiva. Aspectos Sociais. Aspectos Afetivos. Traços de Personalidade.

EGRESSO EM DESTAQUE



Oscar Eduardo Patrón Guillermo

Membro da Coordenação Pedagógica e Chefe do Setor de Tecnologias Orientadas às Práticas Educacionais, da Escola do Poder Judiciário do Rio Grande do Sul - Cjud. As principais contribuições de sua Tese foram (i) a diminuição do índice de repetência e evasão em disciplinas de mecânica dos fluídos e de hidráulica, (ii), a construção do Laboratório Virtual Hidrolândia com o seu mestre virtual Prof. Hidro, que resultou no aumento do desempenho dos alunos, e (iii) a demonstração de uso em uma situação real de sala de aula, com impactos acadêmicos e sociais, do Laboratório Virtual de Aprendizagem Hidrolândia, com aplicação de novas ferramentas tecnológicas aplicadas ao ensino.

RESUMO DE TESE

IGOR YEPES

Orientador: Prof. Dr. Dante Augusto Couto Barone

Data: 28/01/2021

Local: <https://mconf.ufrgs.br/spaces/bancas-dos-orientandos-do-profdante-barone>

Tese: Uso de Drones como Tecnologia Pedagógica em Disciplinas STEAM: Um Enfoque voltado ao Aprendizado Significativo com Metodologias Ativas



Resumo

Vislumbra-se na atualidade uma escassez de profissionais na área de exatas. Entra aí a importância do ensino em áreas STEAM (acrônimo do Inglês Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) com intuito de impulsionar o processo criativo, o pensamento crítico, a investigação e a experimentação por meio da educação científica. Buscando meios de motivar esse engajamento, verificou-se que no Brasil e no mundo os drones estão se tornando uma realidade cada vez mais presente, com inúmeras aplicações na área civil. Entretanto, mesmo com o surgimento de drones comerciais com fins didáticos, são escassos estudos científicos de tal aplicação no ambiente pedagógico e sua inserção é ainda praticamente nula no ambiente escolar. Assim, este estudo visa a análise da viabilidade do uso de um conjunto de tecnologias baseado em drones, pensadas com base em aspectos de aprendizagem significativa mediante metodologia ABP (Aprendizado Baseado em Problemas). O estudo foi realizado com alunos de um curso de técnico em informática integrado ao ensino médio de uma instituição pública federal. A pesquisa seguiu uma linha de análise quali-quantitativa, na qual os dados foram coletados a partir dos resultados obtidos em um pré e um pós-teste – sobre os quais foram efetuadas análises com estatística descritiva – além de gravações dos alunos durante as intervenções, observações realizadas pelo pesquisador e uma entrevista coletiva semiestruturada – sobre as quais incidiram análises qualitativas. Ao final foi realizada uma triangulação entre as metodologias, buscando aspectos congruentes entre as diferentes técnicas utilizadas que pudessem fornecer resposta à questão deste estudo. Como resultado, constatou-se que as oficinas ministradas pela metodologia ABP em associação com a plataforma baseada em drones auxiliaram na compreensão, construção e interpretação do conteúdo abordado, possibilitando concluir favoravelmente à questão central deste trabalho, de que há uma relação significativa entre o uso do conjunto tecnológico proposto no processo pedagógico e a possibilidade de aprendizado significativo em áreas STEAM pelos estudantes.

Palavras-chave: Drones, Robótica Educativa, Aprendizagem Significativa, Metodologias Ativas.

EGRESSO EM DESTAQUE



Rodney Cezar de Albuquerque

Professor do IFRJ, eleito por duas vezes Diretor-Geral dos Campi (Campus Eng. Paulo de Frontin: 2010-2018 e Campus São João de Meriti: 2020-atual). Foi convidado pelo Departamento de Estado norte-americano para participar do intercâmbio profissional "International Visitor Leadership Program (IVLP) e concluiu o programa Líderes para o Futuro pela LH Martin Institute da Austrália. Ocupou cargos tais como Pró-Reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (Reitoria: 2018-2020), Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação (Campus Paracambi: 2007-2009). Atualmente, ocupa a cadeira 10 da Academia de Letras e Artes de São João de Meriti.

RESUMO DE TESE

MARGARETE FARIAS MEDEIROS

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Data: 09/12/2020

Local: <https://mconf.ufrgs.br/webconf/pesquisas-orientacoes>

Tese: Abstrações Reflexionantes no Processo de Gênese Instrumental em Ambiente de Geometria Dinâmica



Resumo

Na década de oitenta surgiram os ambientes de Geometria Dinâmica (GD) com a ideia de proporcionar a criação de construções geométricas estabelecidas por relações matemáticas. Com a disponibilização da GD iniciaram-se pesquisas na área, buscando verificar quais as suas contribuições para a aprendizagem. Diversos autores apresentaram o potencial desses softwares, destacando o movimento como uma das suas principais características. Consideramos que a integração da GD na sala de aula depende da concepção do professor sobre o uso da tecnologia digital, e segundo autores, existe dificuldade para esta integração por diversos fatores, que podem estar relacionados aos impactos que essa tecnologia tem sobre a matemática a ser ensinada e a dificuldade na gestão desses impactos. Portanto, existe a necessidade de tratar de pesquisas em relação à formação inicial de professores, no que tange às metodologias de ensino de matemática, buscando nessa formação, a integração dessas tecnologias, podendo proporcionar a evolução das práticas pedagógicas. Esta pesquisa buscou investigar, na formação inicial de professores de matemática, a apropriação do GeoGebra 3D na aprendizagem de conceitos de geometria espacial. Para apoiar nossa investigação buscamos fundamentação no mecanismo da Abstração Reflexionante de Piaget e na Gênese Instrumental de Rabardel, ponderando que esta combinação se constitui em importante fundamento para nosso estudo. Estabelecemos um ambiente propício para a investigação, na qual estudantes de licenciatura em matemática foram submetidos a uma sequência de tarefas no ambiente 3D. A experiência de pesquisa foi realizada em duas etapas: a primeira consistiu em cinco encontros na oficina de ação instrumentada (OAI) nas quais os participantes foram submetidos à tarefas no ambiente 3D; na etapa seguinte participaram de uma oficina de simulação de atividade docente (OSAD) em cinco turnos, utilizando o mesmo ambiente. O intuito da primeira etapa foi observar as condutas cognitivas dos participantes quanto à gênese pessoal; e na segunda etapa quanto à gênese profissional. Utilizamos como procedimentos de produção de dados: vídeos das oficinas instrumentadas na disciplina de Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática (TDEM); protocolo de construção das tarefas no GeoGebra 3D; entrevista via formulário; entrevista presencial inspirada no método clínico; vídeos das oficinas de simulação de atividade docente – participante formador; escritas do participante; observação da conduta cognitiva do participante in loco. Organizamos os achados por categorias de análise com o objetivo de encontrar condutas cognitivas predominantes a partir da observação das expressões de cada participante. Partindo do pressuposto de que a aprendizagem ocorre por força do processo de abstração reflexionante, mais especificamente, da abstração refletida, e que a apropriação do artefato tecnológico ocorre por meio do processo da gênese instrumental, procuramos investigar como ocorre a abstração refletida no processo de gênese instrumental em ambiente de GD. Para apoiar nosso problema de pesquisa criamos um modelo para a conexão entre o mecanismo da abstração reflexionante e a gênese instrumental. Consideramos que os participantes se apropriaram do ambiente 3D quando tomaram consciência das características do ambiente: dependência funcional geométrica; variação dinâmica para destacar a invariância geométrica e compreensão da limitação do ambiente estático, do lápis e papel, em relação ao ambiente dinâmico. As condutas cognitivas dos participantes ao realizarem as tarefas no ambiente e simularem a atividade docente, nos direcionou a concluir que eles tiveram abstrações refletidas no seu processo de gênese instrumental.

Palavras-chave: Abstração Refletida. Gênese Instrumental. GeoGebra 3D. Formação Inicial de Professor. Geometria Espacial.

RESUMO DE TESE

MARIA CLAUDETE SCHORR

Orientador: Prof.^a Dr.^a Magda Bercht

Data: 25/08/2020

Local: <https://mconf.ufrgs.br/spaces/defesas-de-tese>

Tese: Pcomp-Model: Desenvolvendo o Pensamento Computacional na Educação Básica para Auxiliar na Aprendizagem de Algoritmos e Programação do Ensino Superior



Resumo

Esta tese tem como objetivo investigar o desenvolvimento de competências desde os anos finais da Educação Básica, que auxiliam na aprendizagem dos conteúdos propostos no componente curricular de Algoritmos e Programação do Ensino Superior. Com base nas carências relacionadas às competências necessárias para a aprendizagem neste componente e a importância do desenvolvimento de competências ligadas ao Pensamento Computacional (PC) desde a educação básica foi identificado o problema que motivou a realização desta tese: como um modelo de apoio ao ensino e aprendizagem pode instigar a adoção de comportamentos adequados nos estudantes do ensino médio para o desenvolvimento das competências para aprendizagem de Algoritmos e Programação? Para resolver este problema foi criado um modelo de ensino e aprendizagem denominado PComp-Model, que visa desenvolver no estudante da educação básica as competências relacionadas ao Pensamento Computacional como forma de melhor preparar indivíduos para trabalhar com resolução de problemas de qualquer natureza. Preparando-os assim, para um melhor enfrentamento do componente curricular de Algoritmos e Programação no Ensino Superior. O modelo apresenta duas seções: uma para professor, auxiliando-o na elaboração de enunciados de exercícios que desenvolvam competências do PC e da área de estudo; e a seção aluno, que serve como guia para a resolução do exercício. Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória e quase-experimental, com análise qualitativa. Para aplicação do PComp-Model foi realizada uma intervenção pedagógica com 4 professores e 21 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola privada do Vale do Taquari – RS, no segundo semestre de 2019. A turma foi dividida em 4 grupos, tendo um tratamento diferente para cada. Dois grupos utilizaram o PComp-Model para resolver os exercícios e os outros dois grupos não. Os grupos que não utilizaram o PComp-Model resolveram os exercícios da forma tradicional. Ao final, todos os grupos foram submetidos a uma oficina de programação, para identificar o desempenho dos estudantes com o intuito de comparar as soluções e resultados dos 4 grupos. Nesta etapa todos os grupos tiveram o mesmo tratamento. Como resultados percebeu-se durante a oficina de programação, que os estudantes dos grupos que utilizaram o PComp-Model, nitidamente tiveram melhores soluções. Eles tiveram maior facilidade de interpretar o enunciado, conseguindo identificar facilmente e rapidamente as entradas, saídas e o processamento para desenvolver a solução.

Palavras-chave: Aprendizagem de Algoritmos e Programação. Competências. Pensamento Computacional. PComp-Model. Ensino Médio.

RESUMO DE TESE

MICHELE ALDA ROSSO GUIZZO

Orientador: Prof.^a Dr.^a Patricia Alejandra Behar

Data: 03/03/2021

Local: <https://meet.google.com/exi-vqgm-apa>

Tese: Modelos Pedagógicos Baseados em Sistemas de Recomendação: Um Foco em Disciplinas da Graduação



Resumo

Os Sistemas de Recomendação (SR) utilizam diferentes técnicas de filtragem para selecionar informações úteis ao usuário, de acordo com as suas necessidades. Portanto, considerando o crescente aumento no volume de dados disponíveis na rede, os SR podem colaborar com a redução do tempo despendido pelo sujeito na busca por materiais relevantes. Na educação esses sistemas são capazes de apoiar o processo de aprendizagem, personalizando os ambientes de ensino. Logo, a presente tese tem como objetivo construir um Modelo Pedagógico (MP_SRecEdu) para disciplinas da graduação, com base em Sistemas de Recomendação Educacionais (SRE). Assim, o professor poderá planejar uma atividade de ensino utilizando um SRE, que irá indicar um ou mais elementos do modelo, de acordo com o perfil dos estudantes, resultando em um espaço de aprendizagem adaptativo. Para isso, o texto aprofunda o estudo sobre os conceitos de SR, Modelos Pedagógicos (MP) e Recomendação Pedagógica (RecPed). A pesquisa caracteriza-se como exploratória, de abordagem qualitativa, com a análise de estudos de caso múltiplos, e está organizada em cinco etapas metodológicas. A primeira etapa trata da elaboração de um referencial teórico sobre Modelos Pedagógicos e Sistemas de Recomendação. Na segunda etapa foram construídos e avaliados, por meio de aplicações em disciplinas da graduação, três Modelos Pedagógicos, que utilizam ferramentas de recomendação diferentes, a saber: 1. Recomendador de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências (RecOAComp), 2. Recomendador de conteúdo do Editor de Texto Coletivo (RecETC) e o 3. Recomendador de estratégias pedagógicas, do Mapa Social no Ambiente Virtual de Aprendizagem ROODA. Na etapa três verificou-se modificações nos modelos, para uma nova aplicação e análise. Desse modo, na etapa quatro foram realizados três novos estudos de caso, e então, na etapa cinco, com base nas aplicações e avaliações dos mesmos, foi possível construir um MP baseado em SRE. O MP_SRecEdu tem como finalidade apoiar os professores na organização e planejamento de atividades de ensino, que utilizam os SRE em disciplinas de graduação, criando espaços de aprendizagem dinâmicos e personalizados segundo as necessidades do perfil de cada estudante.

Palavras-chave: Modelo Pedagógico. Sistema de Recomendação Educacional. Recomendação Pedagógica.

RESUMO DE TESE

PATRÍCIA BLINI ESTIVALETE

Orientador: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui

Data: 09/02/2021

Local: <https://mconf.ufrgs.br/webconf/00126356>

Tese: O Ambiente Virtual Áudio - Háptico como Instrumento para a Aprendizagem de Geometria - Estudo das Formas para Estudantes Cegos



Resumo

O desenvolvimento das habilidades para os objetos de conhecimento da geometria está relacionado com as formas de organização de aprendizagem matemática e com os recursos didáticos utilizados para a construção de competências para o pensamento matemático (BRASIL, 2017). Esta tese se propõe a investigar como um ambiente virtual áudio-háptico pode contribuir na aprendizagem de geometria – estudo das formas para estudantes cegos do Ensino Fundamental, com base em uma sequência de tarefas que contemplem os objetivos de conhecimento e habilidades previstos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O referencial teórico proposto para esta pesquisa destaca os seguintes temas: a Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget (1995), que traz contribuições para a compreensão da construção de conhecimentos; a percepção háptica humana na perspectiva de Lederman e Klatzky (1987), que propõem um conjunto de procedimentos exploratórios (Exploratory Procedure – EPs) para uma pessoa examinar um objeto com ou sem visão no intuito de perceber propriedades por intermédio do tato, bem como discutem as sensações que são convertidas pelo cérebro em informações cutâneas e cinestésica; a tecnologia háptica de hardware, em que se apresentam os dispositivos que permitem a interação de pessoas com ambientes virtuais por meio do tato e feedback de força; e o estudo da geometria, evidenciando a importância da aprendizagem dos conceitos geométricos no Ensino Fundamental, e a Tecnologia Assistiva digital com foco no sentido tátil-cinestésico para inclusão de estudantes cegos no estudo da geometria. A pesquisa apresenta abordagem qualitativa de natureza aplicada e foi realizada no Instituto Benjamin Constant, instituição de ensino para deficientes visuais localizada no bairro da Urca, na cidade e no estado do Rio de Janeiro. Para a coleta de dados, foram utilizadas as técnicas de observação participante, gravação de vídeo e Think Aloud, com o intuito de explorar os fatores de eficácia e eficiência e o mecanismo de abstração reflexionante na construção de conhecimentos geométricos. Os dados coletados foram analisados por meio da técnica de análise categorial prevista no método de análise de conteúdo (BARDIN, 2016). Espera-se que esta proposta possa contribuir como um recurso assistivo que apoie a aprendizagem de geometria – estudo das formas para estudantes cegos no Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Cegos. Geometria. Tecnologia Háptica.

RESUMO DE TESE

TAISER TADEU TEIXEIRA BARROS

Orientador: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui

Data: 20/11/2021

Local: <https://mconf.ufrgs.br/webconf/00126356>

Tese: Formação em Pensamento Computacional utilizando Scratch para Professores de Matemática e Informática da Educação Básica



Resumo

A formação de professores que estão em pré-serviço assim como a formação dos professores que já atuam profissionalmente são de extrema importância para o sistema educacional. O professor precisa durante toda a sua vida profissional estar constantemente atualizando seus conhecimentos para que sua atuação docente tenha impacto significativo para seus alunos. No atual contexto tecnológico, onde a informação está disponível para todos, o papel do professor se torna ainda mais essencial como mediador do conhecimento. Dentre a infinidade de conhecimentos essenciais para o cidadão do novo milênio destaca-se o Pensamento Computacional que é considerado por alguns autores como sendo uma habilidade tão importante quanto habilidades fundamentais como a leitura e a escrita. Ao unir a importância da formação de professores com a necessidade de integrar o Pensamento Computacional no currículo escolar encontra-se um amplo campo de pesquisa. Esta tese teve como objetivo compreender como professores de Matemática e Informática dos anos finais do ensino básico se apropriaram dos conhecimentos de um curso de formação em Pensamento Computacional aplicando estes conhecimentos em atividades de sala de aula. A etapa metodológica foi estruturada como um estudo de caso de caráter descritivo com uma análise de dados quali-quantitativa. No decorrer da etapa metodológica foram realizadas duas etapas principais: (1) o curso de formação em Pensamento Computacional para 49 professores dos anos finais do ensino fundamental e (2) atividades realizadas nas escolas onde os professores atuavam. A etapa do curso de formação foi realizada entre Setembro de 2017 e Outubro de 2018 e a etapa de atividades realizadas nas escolas foi realizada entre Abril e Dezembro de 2019. Em cada uma das etapas citadas foram gerados dados para análise. Os dados gerados foram provenientes de entrevistas com os professores e de programas criados por eles utilizando conceitos do Pensamento Computacional. As ferramentas utilizadas para analisar os dados foram a análise de conteúdo do discurso dos professores e o Dr. Scratch para pontuar os programas criados pelos professores no Scratch. Os resultados encontrados demonstraram que o trabalho interdisciplinar entre a Matemática e a Informática geram melhores resultados com os alunos em relação a atuação individual de um professor de uma destas disciplinas isoladamente.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Formação de Professores. Análise de Conteúdo. Scratch.