

**Ernane Rosa Martins
(Organizador)**

**A Produção do
Conhecimento
na Engenharia
da Computação 2**

Atena
Editora
Ano 2020

**Ernane Rosa Martins
(Organizador)**

**A Produção do
Conhecimento
na Engenharia
da Computação 2**

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editores: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	<p>A produção do conhecimento na engenharia da computação 2 [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-86002-84-3 DOI 10.22533/at.ed.843201604</p> <p>1. Computação – Pesquisa – Brasil. 2. Sistemas de informação gerencial. 3. Tecnologia da informação. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 004</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia de Computação tem como definição ser o ramo da engenharia que se caracteriza pelo projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas, equipamentos e dispositivos computacionais, segundo uma visão integrada de hardware e software, apoiando-se em uma sólida base matemática e conhecimentos de fenômenos físicos.

Deste modo, este livro, tem como objetivo apresentar algumas das produções atuais deste ramo do conhecimento, que abordam assuntos extremamente importantes relacionados a esta área, tais como: inclusão digital, mobile learning, tecnologia arduino, timetabling, tecnologias digitais da informação e comunicação, plataforma gamificada, jogos digitais, realidade aumentada, computação visual, métodos computacionais e metodologia flipped classroom.

Assim, espero que a presente obra venha a se tornar um guia aos estudantes e profissionais da área de Engenharia de Computação, auxiliando-os em diversos assuntos relevantes da área, fornecendo a estes novos conhecimentos para poderem atender as necessidades informacionais, computacionais e de automação das organizações de uma forma geral.

Por fim, agradeço aos autores por suas contribuições na construção desta importante obra e desejo muito sucesso a todos os nossos leitores.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A PROMOÇÃO DE INCLUSÃO DIGITAL DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA) ATRAVÉS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	
José Vitor de Abreu Silva Rendrikson de Oliveira Soares Lucas Lima de Oliveira Garcia Carlos Eugênio da Silva Rodrigues Waleska Davino Lima André Almeida Silva	
DOI 10.22533/at.ed.8432016041	
CAPÍTULO 2	11
APLICAÇÃO DO MODELO PEDAGÓGICO ML-SAI NO ENSINO MÉDIO	
Ernane Rosa Martins Luís Manuel Borges Gouveia	
DOI 10.22533/at.ed.8432016042	
CAPÍTULO 3	24
DISPOSITIVO DE RECONHECIMENTO DE QUEDAS PARA IDOSOS	
Victória dos Santos Turchetto Fernando de Cristo	
DOI 10.22533/at.ed.8432016043	
CAPÍTULO 4	35
ESCALONADOR DE HORÁRIOS PARA O CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	
Rafael Ballottin Martins Juliano Pereira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.8432016044	
CAPÍTULO 5	46
ESTRATÉGIAS NA APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO (TDICS) E AS PRÁTICAS DE ENSINO SUPERVISIONADAS	
Morgana Schenkel Junqueira Joslaine Cristina Jeske de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.8432016045	
CAPÍTULO 6	55
JOGOS, CONVERGÊNCIA E NARRATIVA TRANSMÍDIA: ESTRATÉGIAS DE EXPANSÃO DO UNIVERSO NARRATIVO EM POKÉMON, RESIDENT EVIL E WARCRAFT	
Fabrício Tonetto Londero Graziela Frainer Knoll Guilherme Lima da Rosa Moreira Matheus da Trindade Viegas	
DOI 10.22533/at.ed.8432016046	

CAPÍTULO 7	65
KIDUCA: UMA PLATAFORMA GAMIFICADA DIRECIONADA AO ENSINO FUNDAMENTAL	
Fábio Rodrigo Colombini Johannes Von Lochter	
DOI 10.22533/at.ed.8432016047	
CAPÍTULO 8	74
LABORATÓRIO REMOTO AUMENTADO: O USO DE REALIDADE AUMENTADA PARA APRIMORAR LABORATÓRIOS REMOTOS	
Priscila Cadorin Nicolete Liane Margarida Rockenbach Tarouco Eduardo Oliveira Junior Eduardo de Vila Juarez Bento Silva Marta Adriana da Silva Aline Coelho dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8432016048	
CAPÍTULO 9	87
LUDOPOÉTICAS: RELAÇÕES POSSÍVEIS ENTRE JOGO, ARTE E EDUCAÇÃO A PARTIR DE AÇÕES DE PESQUISA	
Paula Mastroberti	
DOI 10.22533/at.ed.8432016049	
CAPÍTULO 10	109
RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DO RETINOBLASTOMA	
Stella Fráguas Luciano Silva	
DOI 10.22533/at.ed.84320160410	
CAPÍTULO 11	123
UMA PROPOSTA DE ANÁLISE EM CFD DO FLUXO DE CONHECIMENTO APLICADO NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS	
Alexsandro dos Santos Silveira Márcio Demétrio Gertrudes Aparecida Dandolini João Artur de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.84320160411	
CAPÍTULO 12	135
USO DA PLATAFORMA WEB GOOGLE CLASSROOM COMO FERRAMENTA DE APOIO À METODOLOGIA <i>FLIPPED CLASSROOM</i> : RELATO DE APLICAÇÃO NO CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	
Lucas Ferreira Mendes Nicolas Oliveira Amorim	
DOI 10.22533/at.ed.84320160412	
SOBRE O ORGANIZADOR	146
ÍNDICE REMISSIVO	147

A PROMOÇÃO DE INCLUSÃO DIGITAL DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA) ATRAVÉS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 02/01/2020

Unidade Educacional Penedo

Penedo – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/2055149946360688>

José Vitor de Abreu Silva

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
Unidade Educacional Penedo
Penedo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/5430688802654847>

Rendrikson de Oliveira Soares

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
Unidade Educacional Penedo
Penedo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8586020917566704>

Lucas Lima de Oliveira Garcia

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
Unidade Educacional Penedo
Penedo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4335923524985411>

Carlos Eugênio da Silva Rodrigues

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
Unidade Educacional Penedo
Penedo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8033808962202166>

Waleska Davino Lima

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
Unidade Educacional Penedo
Penedo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/5166174572629164>

André Almeida Silva

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –

RESUMO: O avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) traz transformações nas mais diversas áreas de conhecimento, como a Educação, que aperfeiçoa seus processos de ensino e aprendizagem. Mas, a escola pública ainda é deficiente no ensino dessas tecnologias. Este artigo mostra a experiência dos autores no projeto de extensão “A tecnologia e a escola pública: aumentando as possibilidades de ensino usando equipamentos básicos de informática” que objetivou incluir digitalmente estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Os resultados mostram a importância da do papel da extensão universitária e do ensino das TDIC na educação pública, tornando a escola mais interativa e inclusiva (digital e socialmente).

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; educação; inclusão; extensão.

PROMOTION OF DIGITAL INCLUSION
OF YOUNG AND ADULT EDUCATION
STUDENTS (EJA) THROUGH UNIVERSITY
EXTENSION

ABSTRACT: The advance of the Digital Technologies of Information and Communication (TDIC) brings transformations in the most diverse areas of knowledge, such as Education, which improves their teaching and learning processes. But the public school is still deficient in teaching these technologies. This article shows the authors' experience in the extension project "Technology and the public school: increasing the possibilities of teaching using basic computer equipment" whose goal was to digitally include students from Youth and Adult Education (EJA). The results show the importance of the role of university extension and the teaching of TDIC in public education, making the school more interactive and inclusive (digital and social).

KEYWORDS: Technology; education; inclusion; extension.

1 | INTRODUÇÃO

É notório que o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) vem transformando o ambiente social como um todo. No âmbito educacional não é diferente. O impacto no que diz respeito ao ensino e aprendizagem é gradualmente visível, pois, com o avanço da tecnologia nas últimas décadas, discute-se cada vez mais a utilização de recursos da informática na educação.

Segundo Valente (2013), para que ocorra a implementação do computador na educação são necessários basicamente quatro ingredientes: o computador, o software educativo, o professor capacitado para utilizá-lo como meio educacional e o aluno, todos tendo a mesma importância nesse ambiente educacional. Com isso, é válido ressaltar que a tecnologia não deve ser vista como máquina de ensinar, mas como uma ferramenta complementar que busca aperfeiçoar e transformar positivamente os resultados na qualidade de ensino.

Todavia, mesmo com todo o processo de expansão das TDIC, tendo maior visibilidade com a popularização do computador e da internet, sabe-se que ainda há uma grande quantidade de pessoas que não se encontram preparadas para o manuseio de tais ferramentas, sendo excluídas digitalmente do contexto social. Com base nisso, tornam-se necessárias medidas que busquem viabilizar a inclusão desses indivíduos.

Um dos meios de inserção das pessoas no atual cenário tecnológico é a inclusão digital que pressupõe a possibilidade de produção e difusão do conhecimento e o acesso às ferramentas digitais para todos os indivíduos da sociedade, tendo como objetivo final a democratização da tecnologia. Atualmente, ao pensar nos avanços dessas tecnologias constata-se de imediato que, por conta da expansão nos últimos anos, a maioria das pessoas possuem computador, acesso à internet e outras maneiras de interagir com o mundo digital. Entretanto, ainda há muitos desafios a serem ultrapassados, tais como a pobreza que atinge grande parte da população e ocasiona a "exclusão" e afastamento dos indivíduos na realidade da sociedade

informativa.

Em 2005, o Governo Federal instituiu no âmbito do Programa Inclusão Digital, o Projeto Cidadão Conectado – Computador para Todos, com o objetivo de promover a inclusão digital mediante a aquisição em condições facilitadas de soluções de informática constituídas de computadores, programas de computador neles instalados e de suporte e assistência técnica necessários ao seu funcionamento. Assim, o seu foco principal era expandir o número de brasileiros com acesso à internet.

Diante dos diversos artigos encontrados acerca do tema Informática básica na educação, realizado através de pesquisa bibliográfica, tal como a vivência dos discentes como educadores para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), o presente artigo constitui-se como um relato de experiência. Ademais, o artigo foi desenvolvido com base nas ações do projeto de extensão “A tecnologia e a escola pública: aumentando as possibilidades de ensino usando equipamentos básicos de informática” executado por docentes e discentes (colaboradores e membros do Programa de Educação Tutorial - PET) da Unidade Educacional de Penedo da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

O principal objetivo do projeto de extensão é promover a inclusão digital dos educandos da EJA, através de aulas teórico-práticas, focando na informática básica. Assim, temas como a inicialização do computador, sistemas, história do computador, explorador de arquivos e equipamentos, usos da internet e o pacote do *LibreOffice* (*Writer, Impress, Calc*) foram vistos. Inicialmente buscou-se conhecer o perfil dos participantes, assim como seus conhecimentos prévios acerca da utilização de hardwares e softwares, a fim de que o conteúdo a ser ministrado fosse modelado ao público.

Serão discutidos ao longo do artigo concepções dos autores quanto ao processo de inclusão digital de jovens e adultos, será apresentada análise dos resultados obtidos, dando ênfase às dificuldades encontradas durante a realização das aulas ministradas e as contribuições para a inclusão digital e, conseqüentemente, social dos educandos participantes. Ressalta-se o papel fundamental da Universidade como transformadora da sociedade, sendo as ações de extensão um dos principais meios para a resolução ou amenização de problemas nas comunidades.

2 | TDIC NA EJA: UMA UNIÃO PARA O AUMENTO DE POTENCIALIDADES NO ENSINO

A partir da década de 1940 a Educação de Jovens e Adultos começou a se delinear e se constituir como política educacional, sendo reconhecido e criado o artigo 208 da Constituição Federal, possibilitando que a educação passasse a ser obrigatória no ensino público fundamental para aqueles que não tiveram acesso na

idade própria.

A Educação de Jovens e Adultos é uma modalidade criada pelo Governo Federal que tem como principal alvo as pessoas que não tiveram acesso à educação convencional. Assim, permite que os alunos retomem os estudos e os concluam em um menor espaço de tempo, possibilitando sua qualificação para conseguir melhores posições no mercado de trabalho.

As disciplinas ofertadas no EJA seguem as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular¹, ou seja, são as mesmas ministradas no ensino convencional. No ensino fundamental, os alunos têm acesso às disciplinas de Geografia, História, Matemática, Ciências, Educação Física, Artes, Inglês e Língua Portuguesa. No ensino médio, é a vez de terem acesso às disciplinas de Filosofia, Sociologia, História, Física, Química, Matemática, Ciências, Educação Física, Artes, Inglês e Língua Portuguesa. Visto que possuem as mesmas disciplinas do currículo tradicional, a diferença do EJA é que cada módulo pode ser concluído em apenas seis meses.

Para Lopes e Sousa (2012) a educação de jovens e adultos deve ir além da simples preocupação com a redução de números ou índices de analfabetismo. Ela deve ser direcionada à análise holística do educando, levando em consideração a sua cultura, sua interação com o mercado de trabalho e os aspectos previstos nas diretrizes curriculares da EJA que dispõem as funções de reparar, qualificar e equalizar o ensino.

Há diversos problemas presentes na educação brasileira, especialmente no que diz respeito a educação pública. Nessa perspectiva, Perrenoud (2000) afirma que a formação para as novas tecnologias está ligada a uma formação de julgamento, ampliando o senso crítico, o conceber de pensamento hipotético e dedutivo, ao passo que maximiza as faculdades de memorizar e classificar, contribuindo para a melhora da leitura e análise de textos e de imagens e trazendo novas possibilidades para a representação de redes, procedimentos e estratégias de comunicação.

Conforme o sistema educacional passa a utilizar as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no processo de aprendizagem, há uma diminuição da exclusão digital, fazendo com que a educação vá além das salas de aula. Por isso, o computador pode trazer contribuições relevantes no contexto de ensino-aprendizagem. Para Moran (2012), a informatização está gerando uma explosão de saberes, logo, o aluno, importante elemento para a construção do saber, deve manter-se por dentro desse universo. Nota-se que a inclusão digital traz novas formas de comunicação e de interação com o meio, fato que ocasiona a inclusão social desses indivíduos.

É neste contexto que Silva (2001) defende o uso da tecnologia como ferramenta pedagógica, o que é de vital importância quando se nota o ganho que se teve nos

1 Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: jun. 2019.

últimos anos através da utilização de TDIC. Ferramentas foram empregadas em várias áreas de licenciaturas, como a matemática por exemplo, e podem potencializar o ensino dos saberes das mais diversas áreas, não ficando restritas a essa ou àquela disciplina.

É importante entender que oferecer ferramentas tecnológicas, seja de hardware ou de software, não é o único ponto no processo de ensino e aprendizagem. Logo, é importante oferecer formações aos professores que serão mediadores entre as TDIC e os alunos, potencializando a forma de como os conteúdos são passados e assimilados. O uso dessas tecnologias deve ajudar todos os setores das instituições educacionais fazendo com que o pensamento tecnológico ultrapasse os limites da sala de aula, contribuindo para a Educação como um todo.

Destaca-se, assim como apontam Soares et al (2015), que as habilidades dos estudantes só serão desenvolvidas com a adequada adaptação curricular aliada a processos didáticos e metodológicos que estejam em sintonia com o atual estágio e ritmo das mudanças tecnológicas. Essa mudança é vista de forma holística, na qual todos os atores da Educação deverão unir forças e para que a cultura educacional esteja voltada ao desenvolvimento de habilidades, através de um processo de construção individual e coletivizado do conhecimento mediado pelas TDIC.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto de extensão aqui proposto teve início no primeiro semestre de 2019, sendo realizado na Unidade Educacional de Penedo (UE Penedo) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em parceria com o Programa de Educação Tutorial (PET) dessa unidade. A equipe foi composta por 03 (três) docentes, na condição de orientadores, e 09 (nove) discentes do curso de Sistemas de Informação da referida instituição de ensino, na qualidade de colaboradores e intermediadores das ações do projeto.

A princípio foi realizado um planejamento e sistematização das atividades. A realização das atividades foi organizada em 05 (cinco) etapas: i) reunião com a direção da escola, a fim de explicar as diretrizes do projeto; ii) apresentação da importância do uso da informática na sociedade e divulgação do curso para os alunos da EJA; iii) levantamento do perfil dos alunos, organização de material didático e inscrições dos alunos; iv) formação dos discentes para aplicação do conteúdo; e v) análise dos resultados.

Nas duas primeiras etapas, a equipe executora do projeto teve contato com a direção e alunos da Escola Municipal Manoel Soares de Melo, bem como com a Secretária de Educação e Coordenadora da EJA. Salienta-se que essa escola é o polo da EJA na cidade de Penedo/AL. Nesse momento inicial foram apresentados

os objetivos e diretrizes do projeto que teve aprovação e entusiasmo por parte do corpo docentes da escola. Logo após, a direção da escola sugeriu apresentação aos jovens e adultos alunos da EJA, por meio de uma palestra motivacional, com o intuito de expor a importância da informática na sociedade.

No terceiro momento foi realizado o planejamento das aulas, definindo qual sistema operacional e softwares seriam utilizados e qual o conteúdo cada discente da equipe ficaria responsável para ministrar. Logo após, foi definido a criação de uma apostila, tomando cuidado com a didática e linguagem utilizada, sendo produzida dentro do projeto. A apostila foi desenvolvida para ser utilizada pelos alunos da EJA, como material de apoio nas aulas, e distribuída no formato digital e impresso. A Figura 1 apresenta uma visão geral sobre o material didático desenvolvido, exibindo o conteúdo referente à utilização do mouse e do teclado e um exercício pensado para a prática na formatação de arquivos de texto.

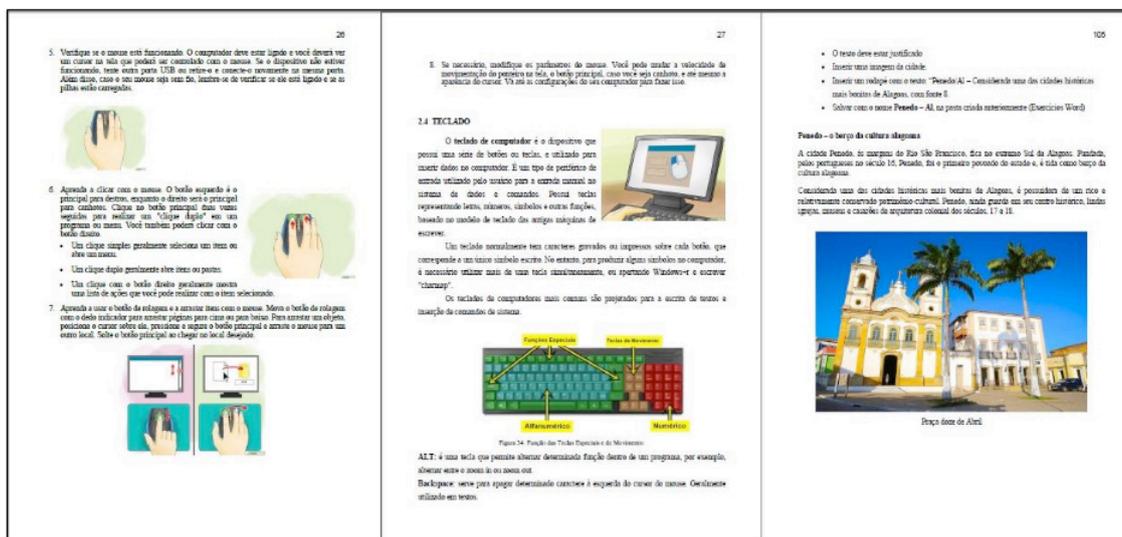


Figura 1. Recorte da apostila desenvolvida no projeto.

Em seguida, foi definido o período de duração do curso com um total de 10 aulas com 04 horas de duração cada aula, realizadas aos sábados no horário das 08h00min às 12h0min, para não comprometer o horário semanal de aulas noturnas, no laboratório de informática da UFAL/UE Penedo que contém 20 computadores e aparelho para projeção.

Na quarta etapa foram realizadas as supracitadas aulas, ministradas por um ou dois discentes colaboradores e tendo como auxiliares mais dois ou três discentes. A turma era composta por 20 alunos da EJA, selecionados pela direção da Escola Municipal Manoel Soares de Melo, com faixa etária entre 17 e 42 anos. Realizada a formação, a última etapa buscou analisar o resultado das aulas, observando as formas como elas procederam, o interesse e interação da turma, as dificuldades encontradas e percebeu-se no aprendizado das TDIC e inclusão digital dos alunos

da EJA.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise inicial do perfil dos participantes, das aulas ministradas e do convívio da equipe executora com os estudantes da EJA, notou-se que a maioria da turma nunca tinha tido contato com um computador (*desktop*), desconhecendo questões simples como segurar o mouse e posicionar corretamente as mãos para digitar. Além disso o déficit de conhecimento em informática ficou evidenciado em todos os alunos.

Diante da identificação dessas características, as aulas tiveram um direcionamento mais prático que teórico, fazendo com que a turma praticasse durante todos os conteúdos ministrados, que tiveram a seguinte ordem cronológica: história da computação e seus periféricos, focando na utilização do mouse e teclado; manipulação de arquivos e uso da internet; editor de texto, no qual foi utilizado o *LibreOffice Writer*, por se tratar de um software gratuito; editor de slide, no qual foi usado o *LibreOffice Impress*; e o editor de planilhas, que foi utilizado o *LibreOffice Calc*.

No decorrer da apresentação do conteúdo programático na forma de aulas presenciais (Figura 2 e Figura 3), os alunos foram apresentados à utilização do computador para explorar aspectos voltados ao ensino e também a sua vida cotidiana. A exemplo disso destaca-se o conteúdo da utilização da Internet, voltando-se para à ampliação de seus conhecimentos e pela busca de informações que beneficiem a educação continuada, e a utilização do editor de texto para a preparação de atividades docentes.



Figura 2. Aula sobre a história do computador.



Figura 3. Aula sobre a utilização do *LibreOffice Writer*.

Destaca-se que os estudantes tiveram acesso aos softwares de escritório do *LibreOffice*, com ênfase naqueles que são usualmente utilizados: *Writer* (editor de texto), *Calc* (planilha eletrônica) e *Impress* (apresentador de slides). O *Writer* foi explanado de forma a exercitar a digitação, com aplicações de textos, bem como padronizando a formatação de acordo com as normas de trabalhos acadêmicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Também foi vista a inserção de imagens e formas no texto. As seguintes dificuldades foram percebidas: encontrar teclas, utilização de letras maiúsculas e uso da segunda e terceira função das teclas de acentuação e pontuação.

As aulas sobre o *Impress* focaram-se na criação de apresentações de modo simples e rápido, mostrando as maneiras de adicionar textos, gráficos, sons, vídeos e imagens, bem como efeitos de transição dos slides. Já o *Calc*, que é utilizado para trabalhar com planilhas eletrônicas, foi abordado de forma a manipular tabelas, e cálculos complexos, assim como uma tomada de decisão, dando ênfase à aplicação de fórmulas e funções. Perceberam-se também dificuldades quanto ao manuseio do teclado, além de certa lentidão para encontrar as funções dos softwares.

Diante das aulas ministradas percebeu-se a grande necessidade de formação quanto à utilização das tecnologias digitais no âmbito escolar, iniciando com a informática básica para então focar em TDIC específicas. O perfil do aluno da EJA traz peculiares quando comparado a outros estudantes: em regra, são pessoas que largam os estudos pela necessidade de trabalhar e manter suas famílias. Assim, são pessoas que não tiveram a educação formal na idade adequada e que ficaram à margem da educação digital, vista hoje como primordial para os contextos social e profissional.

Evidenciou-se grandes dificuldades na utilização do computador e suas ferramentas. Tarefas como digitar textos, baixar vídeos, fazer apresentações de

slides e tabelas e acessar sites importantes voltados à informação e educação foram executadas pela primeira vez, pela maioria dos participantes, durante a execução das atividades deste projeto de extensão. Essa desconexão com as TDIC está diretamente associada à ausência de oportunidades em relação à instrução e acesso aos equipamentos de informática.

A seguir serão expostos comentários de dois participantes do curso, expostos na literalidade de como foram escritos. Essas falas são importantes para destacar o impacto das atividades do projeto de extensão aqui narrado, sob a perspectiva do seu público.

“Na minha opinião o curso está sendo muito importante pelo lado pessoal e futuramente profissional. As aulas do curso não tem o que reclamar, só elogiar todos os responsáveis por tornar o curso possível. Muito obrigado a todos por ter compartilhado seus conhecimentos conosco que levarei para toda vida e que me ajudará bastante” (Brenda Catarina Ramos).

“As aulas de informática foram bastantes úteis em relação à dúvidas que eu tinha sobre a informática, gostei de ser escolhida para participar do curso. Nas realizações das minhas atividades vão ser muito úteis, tanto na área profissional, como na vida pessoal, e irá me ajudar também na área de emprego. Quero agradecer os professores que nos ensinou durante esse período de aprendizagem, vocês foram muito atenciosos, legais, gentis e principalmente pacientes. Espero que esse projeto continue favorecendo outras pessoas, assim como me favoreceu. Só tenho a agradecer” (Carla Regina Santos).

Enfim, ressalta-se que formações como as descritas neste artigo contribuem para a criação de um novo olhar sobre a realidade das TDIC na dinamização do ensino, entendendo que essas não podem ser negligenciadas, principalmente no contexto atual em que o aprendizado pode ser beneficiado pelas ferramentas tecnológicas. Observa-se ainda que levar o estudante a pensar sobre a importância da informática na sociedade e mostrar as formas de utilização das tecnologias é algo que ultrapassa a inclusão digital, isto é, nas ações realizadas ficou clara a inclusão social dos participantes.

5 | CONCLUSÃO

Este artigo relatou as experiências dos autores no projeto de extensão “Aumentando as possibilidades de ensino através de ferramentas da informática básica para alunos da EJA”, desenvolvido pela UFAL/UE Penedo, que pensou na inclusão de TDIC no ensino para fazer inclusão digital e social. As ações trouxeram muitos ganhos para todas as partes envolvidas nelas.

Em relação à participação da equipe executora (docentes e discentes da Universidade) percebeu-se grande engajamento que foi fundamental para chegar aos objetivos pretendidos com o projeto. Todas as etapas, iniciadas pela coleta

de informações e visitas às escolas, passando pela confecção da apostila, até a execução das aulas, possibilitaram a vivência da realidade que, muitas vezes, não é percebida diante do estudo puramente teórico.

Para os estudantes da EJA que participaram do projeto, eles puderam conhecer o conceito teórico e prático da informática básica, descobrindo ferramentas e possibilidades até então desconhecidas, inserindo-se no mundo tecnológico e trazendo para si uma visão mais abrangente e inovadora de TDIC, tanto para atividades ligadas à escola quanto para atividades do cotidiano. Incluir digitalmente nos dias de hoje tem uma relação parecida com a da alfabetização, uma vez que as relações atuais estão em tão grande estágio de virtualização que é necessário conhecer o mínimo do mundo tecnológico.

Sendo assim, o objetivo proposto do projeto foi cumprindo, trazendo ganhos a todos os participantes das ações. Ressalta-se o papel da universidade, que se divide em ensino, pesquisa e extensão, sendo essa extensão que traz a comunidade para a universidade ou vice e versa. No mais, deixa-se claro que o Estado deve proporcionar os meios adequados para a inclusão digital dos seus cidadãos, não apenas levando equipamentos de informática para as escolas, mas criando políticas, focalizando a formação de recursos humanos e trabalhando de maneira especial na inclusão das TDIC na Educação.

REFERÊNCIAS

Lopes, S. P., Sousa, L. S. (2012) **Eja: uma educação possível ou mera utopia?.**, v1, p.1-20, 10 Set, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/105510649/EJA-UMAEDUCACAO-POSSIVEL-OU-MERA-UTOPIA>. Acesso em: jun. 2019.

Moran, J. M., Massetto, M. T., Behrens, M. A. (2012) **Novas tecnologias e mediações pedagógicas.** Campinas, SP. Papirus.

Perrenoud, P. (2000) **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed.

Silva, M. (2001) **Sala de aula interativa: a educação presencial e a distância em sintonia com a era digital e com a cidadania.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA COMUNICAÇÃO, 24., 2001, Campo Grande. Anais do XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação, Campo Grande: CBC, set. 2001.

Soares, S. J., Bueno, F. F. L., Calegari, L. M., Lacerda, M. M., Dias, R. F. N. C. (2015) **O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no processo de ensinoaprendizagem.** Disponível em: http://www.abed.org.br/congresso2015/anais/pdf/BD_145.pdf. Acesso em: jun. 2019.

Valente, J. A. (2013) **Diferentes usos do Computador na Educação,** p. 1 - 10, 16 Nov. 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/184576793/Diferentes-usos-doComputador-na-Educacao-valente>. Acesso em: jun. 2019.

APLICAÇÃO DO MODELO PEDAGÓGICO ML-SAI NO ENSINO MÉDIO

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 27/12/2019

Ernane Rosa Martins

Instituto Federal de Goiás (IFG)

Luziânia – GO – Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>

Luís Manuel Borges Gouveia

Universidade Fernando Pessoa (UFP)

Porto – Portugal

<https://orcid.org/0000-0002-2079-3234>

RESUMO: Este artigo tem como objetivo apresentar o modelo pedagógico ML-SAI, que foi fundamentado na teoria da Sala de Aula Invertida (SAI) e visa orientar atividades de m-learning, relatando sua experimentação em uma atividade do Ensino Médio. Assim, este artigo a princípio define os modelos pedagógicos, os aspectos relacionados à m-learning e a teoria SAI, apresenta a estrutura e estratégias do ML-SAI. Em seguida descreve a sua aplicação, especificando os recursos pedagógicos utilizados e os procedimentos metodológicos adotados. Por fim, apresenta os resultados encontrados, promovendo algumas reflexões e considerações sobre o mesmo. Este artigo se trata de uma versão melhorada do artigo originalmente publicado no VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019).

PALAVRAS-CHAVE: Modelo Pedagógico, Sala de Aula Invertida, M-learning.

ABSTRACT: This article aims to present the ML-SAI pedagogical model, which was based on the theory of the Inverted Classroom (IC) and aims to guide m-learning activities, reporting their experimentation in a High School activity. Thus, this article defines pedagogical models, the aspects related to m-learning and the IC theory, presents the structure and strategies of the ML-SAI. It then describes its application, specifying the pedagogical resources used and the methodological procedures adopted. Finally, it presents the results found, promoting some reflections and considerations about the same. This article is an improved version of the article originally published at the VIII Brazilian Congress of Informatics in Education (CBIE 2019).

KEYWORDS: Pedagogical Model, Inverted Classroom, M-learning.

1 | INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novas tecnologias digitais, tais como os *smartphones*, e visto que estas estão cada vez mais presentes no processo de ensino, os professores estão percebendo a necessidade da utilização de

metodologias de aulas mais atrativas e focadas no *m-learning*, que é a aprendizagem por meio de dispositivos móveis. O *m-learning* pode ser definido como sendo um campo emergente, que engloba tecnologias sem fio e computação móvel que permite que a aprendizagem possa ocorrer em qualquer tempo e em qualquer lugar (Wains & Mahmood, 2008).

A Sala de Aula Invertida (SAI) é uma destas metodologias ativas de aprendizagem que vem ganhando espaço entre os professores, de modo a enfrentar os desafios atuais das mudanças desta nova sociedade. A SAI proporciona mudanças significativas na forma de elaboração e execução das atividades pedagógicas, onde os alunos passam a atuar como protagonistas de seu aprendizado e o professor passa a ser um mediador neste processo (Silva, Lima & Andriola, 2016). Esse entendimento é corroborado por Bergmann & Sams (2018) afirmando que com a SAI “a aula gira em torno dos alunos, não do professor, esse está presente unicamente para prover *feedback* especializado”. Na SAI os alunos apropriam-se do conteúdo de forma antecipada a aula presencial e o tempo em sala de aula são utilizados para promover discussões de modo a sanar as dúvidas.

A SAI é um modelo educacional que se encaixa nessa nova perspectiva de ser utilizada em conjunto com as novas tecnologias e aprendizagem virtual, pois busca encaixar às reais necessidades e interesses dos alunos as mudanças sociais que ocorrem atualmente (Tourón, Santiago & Díez, 2014). Confirmando o relatório da Unesco (2014), onde argumenta ser ideal que a tecnologia e a educação evoluam lado a lado com as necessidades educacionais. Gómez (2015, p. 29) afirma ainda que “é preciso reinventar a escola para que esta possa desenvolver conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e emoções”. Sendo assim, este artigo tem como objetivo apresentar o modelo pedagógico ML-SAI, que foi fundamentado na teoria da Sala de Aula Invertida (SAI) e visa orientar atividades de *m-learning*, relatando sua experimentação em uma atividade do Ensino Médio.

Tendo em vista o objetivo proposto, na seção 2 é definido o que este estudo entende por modelo pedagógico, são discutidos os principais aspectos relacionados à *m-learning*, são apresentados os princípios básicos da Teoria SAI. Na seção 3 é apresentada a estrutura e estratégias do ML-SAI. Na seção 4 é estabelecido o método, as técnicas e procedimentos metodológicos utilizados. Na seção 5, apresentam-se os resultados encontrados e algumas reflexões a respeito da experimentação realizada. Finalizando, a seção 6 apresenta algumas considerações importantes sobre o presente trabalho.

2 | CONCEITUAÇÃO CIENTÍFICA

Nesta seção são contextualizados os modelos pedagógicos, os aspectos

relacionados à *m-learning* e os princípios básicos da SAI.

2.1 Modelos pedagógicos

Modelo é definido como “um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma mais abstrata, quase esquemática, e que serve de referência” (Behar, Passerino & Bernardi, 2007, p.3). Os modelos pedagógicos, podem ser encontrados na literatura com diversas definições, tais como: sinônimos de estratégias de ensino, metodologias de ensino, currículo ou como teorias de aprendizagens, não existindo um consenso a respeito (Behar *et al.*, 2007). Neste estudo, utiliza-se a definição de modelo pedagógico como sendo “um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de conhecimento”, podendo ser embasado por uma ou várias teorias de aprendizagem, ou suas reinterpretações, discutindo-se este assunto conforme os autores que adotam linhas semelhantes (Behar *et al.*, 2007, p. 4).

Segundo Behar (2009), para a construção de um modelo pedagógico, é necessário definir seus elementos. O modelo pedagógico pode ser baseado em duas ou mais teorias educacionais utilizadas como eixo norteador da aprendizagem e nas experiências pessoais, criando o que é denominado de Modelo Pessoal. Assim, este é fundamentado em dois elementos: Arquitetura Pedagógica (AP) e Estratégias para a Aplicação da mesma. A AP é a estrutura principal do modelo e as estratégias para a aplicação da AP são as dinâmicas do modelo pedagógico, que dependem do contexto e variáveis que envolvem o processo educativo. Estas ações didáticas direcionam o professor para colocar em prática a AP em um contexto particular, tornando-a individualizada. A arquitetura pedagógica (AP) é formada basicamente por:

- Aspectos relacionados ao conteúdo, que engloba materiais instrucionais e/ou recursos informáticos utilizados, tais como: objetos de aprendizagem, *software* e outras ferramentas de aprendizagem;
- Aspectos organizacionais, que é a fundamentação do planejamento ou proposta pedagógica onde estão incluídos os propósitos da aprendizagem, organização do tempo e do espaço e expectativas na relação da atuação dos participantes ou da organização social da classe;
- Aspectos tecnológicos, com a definição da plataforma e suas funcionalidades, ferramentas de comunicação, entre outros;
- Aspectos metodológicos, que envolvem: atividades, interações, procedimentos de avaliação e a organização de todos esses elementos numa sequência didática para a aprendizagem.

No desenvolvimento de um projeto pedagógico eficiente é necessário levar em consideração alguns aspectos importantes da mudança de paradigma, principalmente referente a modalidade de ensino *m-learning*. A afirmação de Behar (2009, p. 21) que diz “O mundo tem como novos pilares os conceitos de tempo e de espaço” é um exemplo destas mudanças. De acordo com Cardoso & Burnham (2010) seja a pedido dos alunos ou por necessidades técnicas, diversos ajustes devem ser realizados para construir um modelo pedagógico que atenda as expectativas de ensino e aprendizagem.

2.2 M-Learning

Para Martins *et al.* (2018) a aprendizagem móvel (*m-learning*) é um campo de pesquisa emergente e em expansão, devido à crescente mobilidade da sociedade atual. Sendo que, muitos alunos e professores fazem uso de dispositivos móveis de comunicação, para acesso a materiais didáticos, acesso a ambientes de interação entre alunos e professor, acesso à atividades escolares e compartilhamento de arquivos. Os dispositivos móveis de comunicação são uma alternativa para ampliar as possibilidades dos estudantes, proporcionando novas formas para construção e desenvolvimento do conhecimento.

O relatório da Unesco (2014) aponta os benefícios que a utilização da aprendizagem móvel proporciona, entre eles temos: facilita a aprendizagem individualizada, fornece retorno e avaliação imediata, assegura o uso produtivo do tempo em sala de aula, apoia a aprendizagem fora da sala de aula, cria uma ponte entre a aprendizagem formal e a não formal, amplia a educação em diferentes locais, gera facilidade para estudantes com deficiência, permiti a aprendizagem em qualquer lugar e hora, constrói diferentes comunidades de aprendizado e melhora a comunicação entre os alunos e entre os alunos e o professor.

2.3 sala de aula invertida

A Sala de Aula Invertida (SAI) é uma metodologia ativa de aprendizagem, onde a prioridade é o aprendizado por parte do aluno, o conceito principal defendido é a realização de estudos por parte dos alunos antes das aulas, por meio de materiais disponibilizados pelo professor, e após a interação com o conteúdo, o aluno poderá retirar suas dúvidas e dificuldades em atividades dentro da sala de aula (Bergmann & Sams, 2018).

Martins *et al.* (2019), apresenta como principais vantagens da SAI: pode-se ouvir/ver as aulas inúmeras vezes; facilita o estudo/aprendizagem; torna as atividades em sala mais práticas; mais tempo para praticar em sala de aula; beneficia quem tem dificuldades; possibilidade de uma aprendizagem melhor, uma vez que o aluno

não estudará somente na véspera da prova; otimização do tempo de sala de aula e obriga os alunos a estudar. Em contrapartida, segundo os mesmos autores, entre os principais desvantagens da SAI, temos: se não conseguir assistir ao vídeo fica perdido em sala de aula; propício à distração; insegurança, por ser uma proposta diferente; dependência muito grande da autonomia e da responsabilidade do aluno; falta de tempo de alunos que trabalham; problema com impossibilidade de conexão com a Internet; as escolas podem encontrar resistência dos professores em relação a referida metodologia; falta de maturidade dos alunos e não é benéfico para alunos esquecidos.

3 | ML-SAI

O modelo pedagógico foi construído a partir dos estudos preliminares (pesquisa exploratória com estudos de casos) em conjunto com a revisão bibliográfica realizada. Os estudos de caso exploratórios preliminares, utilizaram os conceitos de Sala de Aula Invertida combinada com alguma tecnologia móvel, como *Kahoot*, *WhatsApp* e *Facebook*. Estes estudos de caráter exploratórios investigaram as possibilidades e potencialidades da utilização da Teoria da Sala de Aula Invertida com o auxílio de Tecnologia Móvel.

Assim, como resultados encontrados nestes estudos preliminares, tiveram destaque: as limitações e dificuldades de ordem financeira e técnica que podem excluir alguns alunos que não dispõem de *smartphones*, planos de Internet em seus celulares ou mesmo Internet em suas residências, dificultando o uso e principalmente o acesso dos alunos às ferramentas e aos recursos digitais disponíveis; benefícios significativos como o baixo custo, a acessibilidade, a interatividade e a aprendizagem colaborativa; a mediação pelo professor sendo um fator fundamental, propondo temas e estimulando a participação dos alunos, identificando o contexto da sala de aula, dos alunos e da turma, estabelecendo regras e normas para utilização dos dispositivos móveis, deixando claro os objetivos e motivos das atividades propostas, verificando as limitações relevantes e os recursos tecnológicos necessários que serão utilizados, assim como, os papéis do professor e dos alunos neste processo; e por fim, a confirmação de que é fundamental um planejamento bem estruturado por parte do professor.

O modelo pedagógico foi formatado para fornecer algumas sugestões de estratégias a professores e pesquisadores interessados em utiliza-lo, orientando estes no desenvolvimento das atividades de *m-learning*. Neste estudo a AP foi reestruturada e fundamentada levando em consideração os conceitos da Sala de Aula Invertida, os aspectos relacionados a utilização dos dispositivos móveis e os estudos exploratórios preliminares realizados, a AP foi estabelecida em seis aspectos, sendo

estes: contexto, normatização, papéis, tecnologias, ações e limitações. A AP e as estratégias para a Aplicação da AP definidas para as atividades de *m-learning* estão apresentadas na Tabela 1.

Arquitetura Pedagógica (AP)	Estratégias para a Aplicação da AP
Contexto	<p>Definir os objetivos e motivos das atividades e ações proposta, deixando-os claros para todos os envolvidos;</p> <p>Identificar os instrumentos, recursos, características das atividades e ações, dos alunos e do curso;</p>
Normatização	<p>Organizar regras e procedimentos para orientar as ações e interações;</p> <p>Estabelecer normas para utilização dos dispositivos móveis (quando utilizar, qual a finalidade, etc.);</p>
Papéis	<p>Compreender o papel do aluno no processo de aprendizagem, suas motivações, interesses e habilidades;</p> <p>Entender o papel do professor como condutor e facilitador da aprendizagem;</p>
Tecnologias	<p>Definir os dispositivos móveis, aplicativos e recursos tecnológicos que serão utilizados, considerando as características físicas, técnicas e funcionais dos mesmos, tais como: ambiente virtual, <i>Sílabo</i>, <i>Moodle</i>, <i>Facebook</i>, <i>Khan Academy</i>, <i>YouTube</i>, vídeo-aula, músicas, <i>slides</i>, fotografias, áudios, textos, entre outros, estabelecendo prioridade para aplicativos livres e gratuitos;</p> <p>Verificar a necessidade e disponibilidade de conexão com a Internet;</p>
Ações	<p>Especificar se as ações serão individuais, em grupo ou ambas, se estas serão comuns a todos os alunos ou diferenciadas por aluno ou grupo de alunos;</p> <p>Definir ferramentas de comunicação e sistemas de apoio para dar suporte aos alunos em caso de dificuldades;</p> <p>Definir se as ações serão realizadas em um mesmo local, ao mesmo tempo ou em locais e momentos distintos;</p> <p>Estabelecer práticas educacionais favoráveis ao aprendizado (situações problemas, aplicações práticas, colaborativas, autônomas, críticas, em contextos reais, pesquisas), levando em consideração os ambientes de aprendizagem (<i>on-line</i>, salas de aula, laboratórios) de preferência com os dispositivos móveis dos próprios alunos;</p> <p>Incentivar a interação entre os alunos e com o professor, por meio do uso de dispositivos móveis, com foco no desenvolvimento da atividade proposta;</p> <p>Determinar os mecanismos de avaliação de desempenho e certificação da aprendizagem, se individuais ou em equipes, de preferência contínua, e disponibiliza-los para os alunos;</p> <p>Estabelecer momentos de reflexão e análise das atividades realizadas, buscando colaborar na melhoria contínua de novas atividades;</p> <p>Estruturar os conteúdos que serão disponibilizados em ambiente virtual, para que os alunos possam acessá-los por meio de um dispositivo móvel, quando e quantas vezes quiserem, se possível com o acompanhamento das visualizações pelo professor;</p> <p>Realizar uma curadoria dos conteúdos já existentes na Internet, por meio de plataformas como <i>Khan Academy</i> e o <i>YouTube</i> em busca de bons vídeos educativos, ou caso não sejam encontrados, gravar vídeos ou áudios utilizando as ferramentas que existem no próprio dispositivo móvel;</p> <p>Estimular diferentes formas de aprendizado por meio de diferentes fontes de conteúdo, tais como: vídeos, áudios, imagens, textos, <i>slides</i>, questões, entre outras;</p> <p>Elaborar um roteiro de atividades do que será feito dentro da sala de aula, de modo a otimizar o tempo em sala de aula, utilizando projetos, trabalhos ou solução de problemas, que se conectem com o que foi visto previamente na plataforma;</p>

Limitações	<p>Levantar os principais pré-requisitos das atividades e possíveis distratores do aprendizado;</p> <p>Identificar quais conteúdos podem ser melhor trabalhados com tecnologias móveis;</p> <p>Verificar se os materiais pedagógicos podem ser utilizados em dispositivos móveis, considerando tamanho da tela, usabilidade, capacidade de armazenamento e modelos de dispositivos diferentes;</p> <p>Verificar a disponibilidade de dispositivos móveis, tomadas para recarregar as baterias dos celulares, conexão com a Internet, quando necessário, e se os aplicativos apresentam interface adequada a aprendizagem do conteúdo.</p>
------------	---

Tabela 1. Modelo pedagógico proposto: ML-SAI (Martins & Gouveia, 2019).

Observa-se que o modelo pedagógico proposto pode se adaptar e colaborar com o desenvolvimento de diversas atividades de *m-learning* envolvendo diferentes conteúdos e dispositivos móveis.

4 | METODOLOGIA

O método utilizado nesta pesquisa foi o estudo de caso, que consiste em uma investigação empírica que estuda um fenômeno em seu contexto real, geralmente, em que os limites deste fenômeno não estão claramente definidos. Este estudo é considerado piloto, pois visa auxiliar o pesquisador a aprimorar os procedimentos a serem adotados em pesquisas posteriores e colaborar no esclarecimento de questões conceituais envolvidas (Yin, 2014). A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória. De acordo com Gil (2019), a pesquisa exploratória visa desenvolver, esclarecer ou modificar conceitos e ideias sobre determinado assunto, em geral, tendo em vista estudos posteriores.

Para a coleta de dados, além da técnica de observação das atitudes dos alunos e professores, também optou-se por elaborar e aplicar um questionário junto aos alunos envolvidos. Os dados coletados foram tabulados e analisados com enfoque quantitativo e qualitativo. Desta pesquisa participaram alunos do segundo ano do curso Técnico em Informática para Internet presencial durante o primeiro semestre de 2019, com alunos com idades de 15 e 16 anos, totalizando 30 alunos participantes. Todos os alunos possuíam aparelhos *smartphones*, sendo estes utilizados na atividade, permitindo maior aproximação com o que os alunos estão habituados a utilizar em seu dia a dia e assim facilitar a aprendizagem. Utilizou-se o Edmodo como ambiente de aprendizagem, por ser o que os alunos já utilizavam nas aulas normais e por estar disponível para acesso por *smartphones*, por meio de aplicativo.

A observação consistiu nos seguintes aspectos: i) o uso de recursos tecnológicos; ii) o desenvolvimento da atividade individual ou em grupo; iii) discussão dos conteúdos abordados; iv) o entendimento dos papéis, em que o aluno é agente do seu processo de aprendizagem e o professor é mediador do processo de aprendizagem; v) a

troca de conhecimentos entre alunos; vi) a responsabilidade dos alunos com sua aprendizagem; vii) a autonomia dos alunos em buscar novos conhecimentos.

5 | EXPERIMENTAÇÃO DO ML-SAI

O primeiro passo da experimentação foi realizar a estruturação da atividade a ser realizada, que teve como objetivo compreender o escalonamento de processos em sistemas em lote e interativos, conforme observado na Tabela 2.

AP	Estratégias para a Aplicação da AP
Contexto	<p>1.1. Objetivo: O objetivo da atividade é compreender como os algoritmos de escalonamento escolhem o próximo processo a ser executado;</p> <p>1.2. Instrumentos e recursos: Vídeos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado de processos, escalonamento, fila de pronto e fila de bloqueado: https://www.youtube.com/watch?v=THqcAa1bbFU - Animação do algoritmo FCFS: https://www.youtube.com/watch?v=iiBij98FtHg - Animação do algoritmo RR: https://www.youtube.com/watch?v=FgvPjcxg2A <p>Slides de aula disponíveis por meio do Edmodo;</p>
Normatização	<p>2.1. Os <i>slides</i> sobre algoritmos de escalonamento devem ser previamente estudados; Em seguida, o livro didático pode ser consultado para tirar dúvidas sobre o escalonamento de processos. Os vídeos devem ser assistidos com o objetivo de compreender as filas de pronto e bloqueado e para avaliar o comportamento de dois algoritmos de escalonamento que constam no material. Os vídeos também devem contribuir para o aprendizado de termos técnicos em inglês. Por fim, os exercícios sobre escalonamento, disponibilizado pelo Edmodo, devem ser resolvidos. Por fim, serão discutidos (e não apresentados) os algoritmos em sala seguido da correção dos exercícios;</p> <p>2.2. Os vídeos e os <i>slides</i> devem e podem ser vistos por meio de dispositivos móveis. Os livros da bibliografia básica estão disponíveis na biblioteca. Os exercícios devem ser realizados em papel A4 utilizando a tabela disponibilizada no arquivo PDF do próprio exercício. O grupo dos <i>WhatsApp</i> da turma poderá ser utilizado para discutir o assunto e tirar dúvidas entre os alunos e com o professor;</p>
Papeis	<p>3.1. Nesta atividade os alunos têm papel ativo no aprendizado e devem estudar o material indicado e procurar outras formas de compreender o conteúdo como pesquisa em livros, sites e vídeos;</p> <p>3.2. O professor será um mediador para a discussão entre a equipe e a busca pelo conhecimento. Ao final da atividade, o exercício proposto será utilizado para sanar as dúvidas sobre o conteúdo, consolidar o conhecimento adquirido e apresentar conceitos complementares e relacionar o conteúdo com as aulas anteriores e o próximo conteúdo;</p>
Tecnologias	<p>4.1. Podem ser utilizados nesta atividade os celulares, computadores pessoais e institucionais, papel em formato A4, arquivos de documentos em formato PDF, <i>slides</i> digitais em formato PDF, vídeos <i>on-line</i> como os disponibilizados pelo <i>YouTube</i>, livros, <i>softwares</i> e sites para educação à distância como Edmodo;</p> <p>4.2. Será necessário a conexão à Internet que pode ser utilizada na própria instituição;</p>

Ações	<p>5.1. Esta ação é individual, contudo a turma deverá utilizar as ferramentas de comunicação em grupo, como por exemplo o <i>WhatsApp</i>, para discutir o tema da aula de forma prévia;</p> <p>5.2. Em caso de dificuldade antes da aula, as dúvidas podem ser dirimidas por meio do grupo de <i>WhatsApp</i> com a turma e professor ou pelo e-mail do professor;</p> <p>5.3. As ações serão realizadas individualmente a qualquer momento, por escolha dos alunos, até a data da aula;</p> <p>5.4. O exercício que será realizado ao final da aula tem como objetivo sanar as dúvidas de forma presencial;</p> <p>5.5. A avaliação do aprendizado será realizada por meio de um exercício sobre o assunto na aula seguinte;</p> <p>5.6. Roteiro da aula: debate sobre os tipos de fila existentes no escalonamento de processos; debate sobre os tipos de algoritmos de escalonamento e para quais cenários se aplicam; resolução do exercício proposto; avaliação do conhecimento adquirido por meio de exercício;</p>
Limitações	<p>6.1. Requisitos: computador ou celular, acesso à Internet, impressora e papel A4;</p> <p>6.2. O material poderá ser utilizado em computador pessoal ou celular com exceção do exercício que não se adequa a tela do celular.</p>

Tabela 2. Estrutura da atividade realizada

A experimentação foi realizada a partir da atividade proposta que ao final foi aplicado um questionário, que considerou a seguinte escala de avaliação (5 – concordo plenamente, 4 – concordo, 3 – não concordo nem discordo, 2 – discordo e 1 – discordo completamente), conforme apresenta a Tabela 3.

Perguntas	5	4	3	2	1
O uso de diversos recursos tecnológicos contribuiu no aprendizado?	70%	30%	0%	0%	0%
Os <i>Smartphones</i> foram recursos importantes para a aprendizagem?	20%	60%	20%	0%	0%
Os aplicativos do <i>Smartphone</i> utilizados foram fáceis de usar?	40%	60%	0%	0%	0%
O acesso aos conteúdos fora da sala de aula pelo <i>Smartphone</i> , foi satisfatório?	30%	60%	10%	0%	0%
A proposta de uso do <i>Smartphone</i> , foi importante para a disciplina?	10%	70%	20%	0%	0%
A estratégia de disponibilizar materiais diversos referentes ao conteúdo antes da aula contribuiu para o bom andamento da disciplina e para o aprendizado?	30%	70%	0%	0%	0%
A atividade realizada em sala com o auxílio do professor, colaborou para a aprendizagem do conteúdo?	80%	20%	0%	0%	0%
Sua participação foi séria e comprometida?	50%	50%	0%	0%	0%
A ajuda dos colegas de turma foi importante para a sua aprendizagem?	30%	60%	10%	0%	0%
A atuação do professor foi importante para sua aprendizagem?	60%	40%	0%	0%	0%
A metodologia utilizada permitiu aos alunos com dificuldade melhor aprendizado?	20%	70%	10%	0%	0%
A metodologia utilizada favoreceu o aprendizado?	20%	70%	10%	0%	0%

A metodologia proporcionou maior autonomia e interesse dos alunos?	30%	70%	0%	0%	0%
A metodologia utilizada estimulou a participação dos alunos?	40%	60%	0%	0%	0%
Foram utilizados recursos tecnológicos adequados?	30%	40%	30%	0%	0%
Os conteúdos estavam adequados à plataforma de aprendizagem?	10%	70%	20%	0%	0%
A atividade proposta alcançou o objetivo determinado?	30%	50%	20%	0%	0%

Tabela 3. Respostas das principais questões utilizadas

O modelo facilitou as interações entre o professor e os alunos, aumentando a participação e o número de perguntas sobre os temas abordados. Os alunos aprovaram a utilização de vídeos *on-line* para apresentar o conteúdo, permitindo aos alunos controlar quando vê-los, revê-los e se necessário controlar a velocidade de exibição. O aumento do tempo livre em sala de aula, agradou tanto estudantes quanto o professor, permitindo aprofundar o tema da aula e desenvolver outros assuntos também importantes. O professor percebeu que pode ter maior percepção das dificuldades dos alunos e assim utilizar este tempo a mais de aula presencial para ajudá-los.

Entre os principais desafios revelados na implementação do modelo incluem: necessidade de mais tempo para preparação das aulas; dificuldade na aceitação do modelo tanto por parte do professor quanto dos alunos; a necessidade dos *smartphones* e da disponibilidade de Internet; e a necessidade de gerar motivação nos alunos para se prepararem antes da aula. Quando perguntado sobre quais os recursos os alunos costumam fazer uso com seus *Smartphones*, responderam: Câmera, calculadora, navegador, lanterna, Clima, *iMovie*, Aplicativos, Comunicação, jogos, Internet, redes sociais e fazer pesquisas. A Tabela 4 apresenta como os alunos já utilizaram o *Smartphone* nos estudos anteriormente a esta atividade.

Utilização do <i>Smartphone</i> para Estudo de Algum Tema Educacional
Sim, vídeo aulas e alguns textos buscados no navegador! Ajudaram bastante!
Sim. Em várias disciplinas recorri a vídeo aulas e alguns textos extras, o que contribui para o aprendizado.
Sim. Para assistir vídeo aulas e ler textos em PDF.
Sim. Já utilizei meu <i>Smartphone</i> para assistir a vídeos no <i>YouTube</i> que pudessem me auxiliar nos estudos.
Sim. Acesso os <i>slides</i> , vídeo aulas, e outros recursos.
Todas as matérias possíveis. SO, BD, Programação, Português, Matemática, História, Inglês, Geografia, Sociologia, Filosofia, Química, Física, Educação Física, Arte... Acho que fica mais fácil de achar o conteúdo desejado com vários tipos de explicações diferentes.
Sim, quase todas e foi bastante produtivo
Sim. Edmodo, <i>brainly</i> , sites do <i>google</i> ... Ajudou muito e facilitou os estudos.
Sim, uso ele bastante para atividades escolares.

Tabela 4. Utilização de *Smartphones* em estudos

Os alunos investigados afirmaram que estão familiarizados com a utilização do *smartphone* na educação, em diversas disciplinas e de várias formas, tais como: com a utilização de vídeo aulas, pesquisas textuais, vídeos do *YouTube*, *slides* das disciplinas, leituras de PDF, ambiente virtual Edmodo e sites de busca. A Tabela 5 apresenta os comentários relacionados à metodologia pedagógica utilizada pelo professor.

Comentários Relacionados à Metodologia Pedagógica Utilizada
A nova metodologia nos auxilia a sermos mais autônomos e capacitados.
Essa metodologia foi completamente didática e nos proporcionou melhor fixação dos conteúdos.
Esta metodologia é de extrema utilidade para o bom rendimento do aluno.
Gosto deste tipo de aula, pois facilita o aprendizado instigando o aluno a participar mais da aula!
Essa metodologia é satisfatória, pois te estimula a estudar!
O conteúdo poderia ser mais simples, e menos confuso.
O recurso utilizado, fez com que tivéssemos mais interesse pela matéria, e interagíssemos com o professor.

Tabela 5. Comentários dos alunos

Todos os alunos consideraram que os dispositivos móveis podem colaborar para fins educativos. Também foi possível indicar, uma boa aceitação do modelo pedagógico adotado, destacando algumas características interessantes, tais como: autonomia dos alunos, auxílio na fixação dos conteúdos, melhorou o rendimento dos alunos, instigou os alunos a maior participação em sala de aula, estimulou o estudo, despertou o interesse pela matéria e aumentou a interação entre os alunos e o professor. O maior tempo para o trabalho prático em sala de aula foi destacado como um ponto extremamente positivo da metodologia adotada tanto por alunos como pelo professor. Assim o trabalho realizado em sala de aula pode envolver uma situação-problema, com o objetivo de transformar simples conceitos em uma tarefa prática que necessitava de encontrar alguma forma de solução, percebeu-se que os alunos desenvolveram muito mais com a realização deste tipo de tarefa. As dúvidas foram dirimidas em um grupo do *WhatsApp* favorecendo a interação entre os alunos. A atividade gerou uma certa competição entre eles na busca por novas soluções práticas para o problema proposto, percebendo o aumento do comprometimento dos estudantes com este tipo de atividade. O apoio constante e presença do professor na atividade, também foi muito elogiada por todos, visto que o professor ganhou muito mais tempo para ajudar nas indagações dos alunos, principalmente socorrendo os que mais precisavam de reforço.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar o modelo pedagógico ML-SAI, que foi fundamentado na teoria SAI e visa orientar atividades de *m-learning*, relatando sua experimentação em uma atividade do Ensino Médio. Analisando a implementação do modelo, foi possível observar que as orientações do ML-SAI estão adequadas ao seu objetivo, que é contribuir com orientações para o planejamento e a realização de ações de *m-learning* por professores e pesquisadores de diferentes áreas. Verificou-se que embora a utilização do modelo exija maior planejamento, os benefícios alcançados são muito interessantes tanto para os alunos quanto para o professor, indicando uma receptividade favorável ao modelo. Posteriormente, pretende-se realizar novas experimentações em outras turmas e níveis de escolaridade, de modo a validar e consolidar o modelo pedagógico desenvolvido. Por fim, pretende-se divulgá-lo e disponibilizá-lo em forma digital, para possibilitar a sua ampla utilização.

REFERÊNCIAS

- Behar, P. A. (2009). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 311 p.
- Behar, P. A., Passerino, L., and Bernardi, M. (2007). **Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v.5, n. 2, p. 1-12.
- Bergmann, J., and Sams, A. (2018). **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 116 p.
- Cardoso, A. L. M. S., and Burnham, T. F. (2010). **Efetividade de um Modelo Pedagógico para um Ambiente Virtual de Aprendizagem**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 1-10.
- Gil, A. C. (2019). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 7 eds. 248 p.
- Gómez, A. I. P. (2015). **Educação na era digital – a escola educativa**. Porto Alegre: Editora Penso; 1ª ed., 192 p.
- Martins, E. R., Geraldês, W. B., Afonseca, U. R., and Gouveia, L. M. B. (2018). **Tecnologias Móveis em Contexto Educativo: uma Revisão Sistemática da Literatura**. RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 16, n. 1, p. 1-10.
- Martins, E. R., Gouveia, L. M. B., Afonseca, U. R., and Geraldês, W. B. (2019). **Comparação Entre o Modelo da Sala de Aula Invertida e o Modelo Tradicional no Ensino de Matemática na Perspectiva dos Aprendizes**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 14, n. 1, p. 522 - 530.
- Martins, E. R.; Gouveia, L. M. B. (2019). **M-Learning e Sala de Aula Invertida: Construção de um Modelo Pedagógico (ML-SAI)**. In: Solange Aparecida de Souza Monteiro. (Org.). Inquietações e proposituras na formação docente. 1ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, v. 1, p. 184-192.
- Silva, F. C. M., Lima, A. S., and Andriola, W. B. (2016). **Avaliação do suporte de TDIC na formação do pedagogo: Um estudo em Universidade Brasileira**. REICE. Revista Iberoamericana sobre

Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, v. 14, n. 3, p. 77-93.

Tourón, J., Santiago, R., and Díez, A. (2014). **The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje**. Barcelona: Grupo Océano, Editora Digital Text; 1 Ed., 178 p.

Unesco. (2014). **O Futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas**. Brasília: UNESCO.

Wains, S. I., and Mahmood, W. (2008). **Integrating *m-learning* with e-learning**. 9th ACM SIGITE Conference on Information Technology Education, Cincinnati, USA, p. 31-38.

Yin, R. K. (2014). **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 5ª ed., 320 p.

DISPOSITIVO DE RECONHECIMENTO DE QUEDAS PARA IDOSOS

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 10/01/2020

Victória dos Santos Turchetto

Instituto Federal Farroupilha – Campus Frederico
Westphalen

Taquaruçu do Sul – Rio Grande do Sul
lattes.cnpq.br/0399479647576161

Fernando de Cristo

Instituto Federal Farroupilha – Campus Frederico
Westphalen

Frederico Westphalen – Rio Grande do Sul
lattes.cnpq.br/9114140936080310

RESUMO: Devido ao grande número de idosos e pacientes que necessitam de monitoramento doméstico, se torna imprescindível o desenvolvimento de novas tecnologias, que supram tal necessidade. Com o intuito de garantir a independência dos usuários e, a fim de reduzir gastos com cuidadores, nesse projeto será apresentado o desenvolvimento do protótipo de uma cinta para a detecção de quedas, utilizando tecnologia Arduino em conjunto com um acelerômetro com o principal objetivo de informar via SMS os responsáveis pelo idoso/paciente, sobre o acontecimento de quedas, proporcionando ao indivíduo um atendimento mais rápido e assim, evitando maiores acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: Queda, idosos, Arduino, Internet das Coisas, Tecnologias Vestíveis.

FALL RECOGNITION DEVICE FOR THE ELDERLY

ABSTRACT: Due to the large number of elderly and patients that need to be monitored at home, it is essential to develop new technologies that meet this need. In order to guarantee the independence of users and in order to reduce costs with caregivers, in this project will be presented the development of a prototype of a bracelet for the detection of falls, with the main objective of informing the responsible for the elderly / patient via SMS, about the fall, providing the subject with a faster service and thus, avoiding bigger accidents.

KEYWORDS: Fall, seniors, Arduino, Internet of Things, Wearable Technologies.

1 | INTRODUÇÃO

A queda de idosos é um caso recorrente no cotidiano de famílias que convivem com pessoas que possam, por algum motivo, ser suscetíveis a tanto. Tais acontecimentos podem ser causados em decorrência da idade avançada, de distúrbios de marcha, vertigem, equilíbrio e confusão mental. (INTO. s./d.).

Dessa forma, os familiares e amigos do indivíduo necessitam dedicar um tempo maior de supervisão e cuidados para com o idoso, além de estarem constantemente preocupados com sua saúde física, que é prejudicada com a ocorrência das possíveis quedas.

É notório o crescimento que a Internet das Coisas (IoT) vem adquirindo ao longo dos últimos anos. A IoT provém do conceito de presença generalizada em torno de pessoas ou objetos, por intermédio de sensores e atuadores conectados a smartphones, relógios, pulseiras, etc. O uso da IoT, proporciona o controle remoto e o compartilhamento de dados para sua utilização, em benefício do mundo físico, interligando o nosso cotidiano com o mundo virtual. Dessa forma, as áreas de maior aplicação dessa tecnologia são relacionadas à saúde, aprendizagem, monitoramento e controle doméstico. (SANTOS; SALES, 2016).

Com a evolução dos computadores e smartphones que utilizamos cotidianamente, presenciamos um grande crescimento das tecnologias vestíveis, com o objetivo de integrar o uso da tecnologia ao espaço pessoal, sem limitação da mobilidade. É caracterizada por incorporar à peças de roupas ou acessórios, funções tecnológicas para auxiliar o usuário em atividades motoras e cognitivas, sendo acessível e com uma performance computacional eficiente. (DONATI, Luisa, 2005).

O reconhecimento das quedas em idosos e o aviso dos responsáveis pelo indivíduo se faz essencial para evitar maiores danos a sua saúde. Utilizando o conceito de IoT, o monitoramento do indivíduo se tornaria mais eficiente, realizado de forma não invasiva ao usuário. Infelizmente, há uma carência de tecnologias no mercado que realizem a detecção de quedas de forma satisfatória e que tenham uma boa relação custo-benefício.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo a aplicação do conceito de Internet das Coisas e Tecnologias Vestíveis no desenvolvimento de uma cinta que realize o reconhecimento das quedas cotidianas, e envie um alerta, por meio de um SMS, para um número de celular previamente cadastrado à cinta, descartando a necessidade do uso de uma rede Wi-Fi. O dispositivo integra o uso de uma placa Arduino com um acelerômetro, para tornar mais precisa a verificação das quedas. Dessa forma, a implementação do projeto permitiria um atendimento de forma mais rápida em caso de acidentes, proporcionaria uma maior tranquilidade por parte da família e evitaria a necessidade de constante supervisão do idoso por parte de seus familiares. Também reduziria gastos com cuidadores, e garantiria uma maior independência do usuário. Ademais, o dispositivo pode ser de grande auxílio a idosos que não possuem a família ou amigos à sua disposição. Dessa forma, o atendimento ao usuário em casos de emergência pode ser efetuado por hospitais ou postos de saúde da sua região, desde que essas instituições possuam o seu número de celular cadastrado à cinta.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo desta seção é apresentar alguns conceitos e definições de inúmeros assuntos abordados nas seguintes subseções, com o intuito de esclarecer os mesmos para uma maior compreensão do artigo.

2.1 Internet das Coisas

O termo Internet das Coisas (IoT) foi mencionado pela primeira vez em 1999, por Kevin Ashton em seu trabalho intitulado “I made at Procter & Gamble”. Na época, a tecnologia era associada ao uso de RFID. Por volta de 2005, o termo ganhou maior repercussão quando relacionada a Redes de Sensores sem Fio (RSSF), tecnologia que proporciona avanços na automação e monitoramento industrial e residencial. Em 2012, a IoT foi considerada como uma tecnologia emergente e que gerava uma grande expectativa e interesse por parte do mercado consumidor. Desde então, vem sendo alvo de pesquisas principalmente no âmbito acadêmico e industrial. A IoT emergiu a partir da necessidade de avanços tecnológicos em diversas áreas de estudo, como microeletrônica e sensoriamento. É considerada uma extensão da Internet que conhecemos e utilizamos em nosso cotidiano, porém, a vantagem de seu uso é que ela proporciona a conexão de objetos com capacidade computacional, o que permite a comunicação entre usuários e dispositivos. Dessa forma, atividades como coleta de dados de pacientes, monitoramento de idosos, sensoriamento de ambientes e etc. se tornam possíveis e realizadas de maneira mais eficiente. (SANTOS; SALES, 2016).

2.2 Tecnologias Vestíveis

Tecnologias vestíveis podem ser entendidas como dispositivos tecnológicos e interativos, desenvolvidos com funções específicas de acordo com o contexto em que são inseridos, que podem ser utilizados como acessórios ou vestuários, gerando uma maior interatividade do dispositivo com o usuário. O uso cotidiano de tal tecnologia facilita e transforma a realização de algumas atividades físicas ou funções cognitivas, ao sugerir novas formas de interação e percepção do mundo. Por ser elaborado de maneira integrada à movimentação e aceleração do usuário, o corpo humano e o computador passam a trabalhar de maneira concomitante, permitindo que atividades cotidianas sejam afetadas pelo uso dessa tecnologia. Isso é possível por meio de sensores do sistema, capazes de detectar as condições do ambiente, o deslocamento do indivíduo, posição corporal, sinais vitais e etc., tornando seu funcionamento mais interativo com o usuário. Dessa forma, o uso dessa tecnologia propõe uma consonância entre o homem e o computador, para abranger e projetar a capacidade do usuário de interagir e atuar no espaço onde está inserido. (DONATI,

Luisa, 2005).

2.3 Arduino

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto e de fácil entendimento e manuseio, tanto de seu Software como Hardware. Surgiu no Ivrea Interaction Design Institute como uma ferramenta de prototipagem rápida, utilizada principalmente por estudantes em projetos de eletrônica e programação. Ao longo dos anos, a plataforma foi se adaptando às necessidades dos usuários e atualmente, pode ser utilizada para a produção de projetos de IoT, impressão 3D, ambientes incorporados e etc. Placas Arduino podem realizar tarefas, por meio de um conjunto de instruções, enviados para o microcontrolador da placa, de forma que ela possa executar ações que beneficiem o usuário, como acender um led ou ligar um motor. Tais comandos são feitos através do Software Arduino e da linguagem de programação Arduino, a qual pode ser dividida em três componentes principais: estrutura, variáveis e funções. Dessa forma, há um melhor entendimento do código escrito. Por ser muito intuitiva, possibilita que qualquer pessoa utilize a plataforma para a elaboração de projetos. (ARDUINO, 2019).

2.4 Fritzing

Fritzing é uma ferramenta de software livre que permite a documentação de protótipos e a modelagem dos circuitos elétricos utilizados em projetos de Arduino. É uma ferramenta de fácil entendimento e manuseio, disponível para todas as plataformas comuns: Windows, Mac e Linux. Dessa forma, é utilizada principalmente para a elaboração de projetos eletrônicos, projetando desenhos com rapidez e eficácia, entregando ao usuário uma impressão visual profissional e correspondente ao esperado. (FRITZING, 2019).

2.5 Queda em idosos

O envelhecimento advém em decorrência de diversos fatores, não relacionados apenas ao aspecto biológico, mas também a aspectos psicológicos, culturais e sociais. No decorrer desse processo, o indivíduo se torna mais propenso a adquirir doenças, por conta da redução da sua imunidade e pela perda de reserva funcional. Além disso, ocorrem alterações fisiológicas do indivíduo, capazes de acarretar na perda da independência cotidiana do idoso, sendo necessário a ajuda e o acompanhamento cotidiano de outras pessoas para a realização de atividades básicas. Ademais, o envelhecimento está associado à redução da massa muscular e óssea, podendo acarretar na perda de equilíbrio, aumentando o risco de quedas sofridas entre as pessoas idosas. (SOUZA et al., 2017).

3 | TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção tem o intuito de abordar alguns trabalhos já existentes na literatura que têm como foco o monitoramento de pessoas e o aviso em caso de situações de risco.

No trabalho intitulado “Explorando tecnologias de IoT no contexto de Health Smart Home: uma abordagem para detecção de quedas em pessoas idosas.” (Mano et al. 2016), os autores tem como objetivo a aplicação de Paradigmas de Inteligência Artificial para a detecção e classificação de movimentos, utilizando um conjunto de sensores em um dispositivo embarcado. Dessa forma, o projeto pretende promover o monitoramento inteligente e não intrusivo de atividades cotidianas realizadas por um idoso, por meio da IoT (Internet of Things). Com o uso de tecnologias de monitoramento e alerta, intenciona-se proporcionar a identificação de quedas ou situações de risco, e também, permitir a análise dos seguintes estados do paciente: correndo, andando, sentado, em pé e deitado. Assim, se almeja garantir a saúde e o bem-estar do idoso, de forma efetiva e acessível.

Em (SERAFIN; MOTOYAMA, 2014) é proposto a integração de redes corporais de sensores (WBANs) e leitores de RFIDs para a análise dos sinais vitais de um paciente, e a sua identificação, utilizando a tecnologia IoT. Com a utilização de uma rede WBAN juntamente com etiqueta de RFID ativa de alto alcance para identificação dos pacientes, contendo também informações importantes, como medicamentos e localidade, pretende-se os sinais vitais de um paciente identificado pelo leitor RFID e proporcionar um atendimento médico adequado em seus próprios lares. Quando coletados, os dados são convertidos para protocolos comuns utilizados na Internet e entregues para um centro médico ou hospital, gerando feedbacks. Dessa forma, em situações de risco, proporciona-se ao usuário um atendimento de forma mais rápida e eficiente. Ademais, é proposto o armazenamento de dados vitais do paciente, assim como informações sobre sua casa e objetos que o rodeiam, para assim, gerar uma base de dados sobre a saúde e comportamento do usuário.

Em (NARDES; CHEQUIM, 2015) é apresentado a idealização de uma pulseira para a análise da frequência cardíaca, e a detecção de quedas por meio de um acelerômetro e giroscópio, com comunicação com os contatos de emergência, por meio de um aplicativo Android, que os aciona caso alguma situação de risco for detectada, a fim de reduzir a preocupação com o cuidado aos idosos, que tem se apresentado cada vez maior graças ao grande aumento da terceira idade. Essa comunicação é realizada com a utilização de um módulo bluetooth. A implementação do projeto, proporcionaria mais conforto aos os usuários que podem passar por algum acidente e não estar em um local preparado para realizar o atendimento, como um hospital.

Os trabalhos expostos apresentam propostas promissoras de sistemas de monitoramento de idosos e aviso em casos de situações de emergência. Por utilizarem a IoT, são tecnologias de grande aplicação e fácil implementação. Porém, o presente trabalho pretende realizar, por meio do desenvolvimento de uma cinta, a detecção de quedas de forma eficiente, sendo não invasiva ao usuário, disponibilizando ao mercado um produto de fácil manuseio e compreensão. Ademais, com a disponibilização deste produto, pretende-se atender a todas as camadas sociais, tendo em vista que o dispositivo foi desenvolvido com tecnologias eficientes e de baixo custo, atinge longas distâncias de comunicação e não necessita do uso de uma rede Wi-Fi. Dessa forma, pretende-se elaborar um produto de boa relação custo-benefício e evitar gastos externos para além da aquisição e manutenção do produto, como a contratação de cuidadores.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção tem como objetivo apresentar os materiais e métodos utilizados para a elaboração do projeto, assim como detalhar o seu desenvolvimento. Visando amenizar o impasse das quedas sofridas por idosos, o protótipo da cinta integra diversas tecnologias, as quais em conjunto, permitem o reconhecimento de uma queda de forma eficiente.

4.1 Materiais

Para que o protótipo da cinta reconheça a movimentação do usuário, foi implementado ao projeto um giroscópio. Dessa forma, é possível determinar a ocorrência de uma queda, devido à análise da posição do idoso em três eixos diferentes e a aceleração que ele sofre em decorrência de seus movimentos.

Integrando uma placa GSM ao projeto, pode-se efetuar o envio de um SMS para um número de celular previamente cadastrado ao dispositivo. Assim, quando detectada uma queda, automaticamente uma mensagem será enviada ao celular a fim de informar sobre o acidente. Por utilizar um SMS como meio de comunicação, o projeto descarta o uso de uma rede Wi-Fi, e funcionará em qualquer ambiente em que haja sinal de rede de telefonia.

Entretanto, podem haver situações em que o usuário tenha sofrido algum acidente e a cinta não o tenha identificado. Para essas ocasiões, o dispositivo contará com um botão, o qual, quando acionado pelo usuário, possibilitará o envio da mensagem de ajuda. Ainda, ocasionalmente, o indivíduo poderá realizar algum movimento brusco que o dispositivo o identifique como uma queda. Para isso, ao clicar no botão após o envio da mensagem de ajuda, será enviado um segundo SMS ao número cadastrado, informando que o idoso não está em uma situação de

risco. Caso o usuário não efetue o acionamento do botão para o envio do segundo SMS, a cinta continuará enviando mensagens de emergência, espaçadas por um determinado período de tempo, para indicar que o idoso continua em situação de risco.

Para que o usuário saiba que a cinta está funcionando, o protótipo contará com a implementação de um buzzer, que será acionado no momento da detecção da queda ou do acionamento do botão de auxílio. O componente continuará acionado até que o comando de envio da mensagem informando que o usuário está bem seja efetuado. Este formato de funcionamento irá permitir uma fácil interação e acompanhamento do sistema por parte do usuário.

Utilizando a plataforma Arduino, assim como uma placa Arduino Uno, foi possível realizar o cadastramento do número de celular o qual as mensagens serão enviadas, além da integração e manipulação dos componentes citados anteriormente, por meio de um código elaborado em linguagem de programação Arduino. Dessa forma, a detecção e o aviso das quedas são realizados de forma satisfatória.

O protótipo necessita de uma fonte de energia para estar ativo. Para isso, um suporte para bateria recarregável de 5 Volts e 2.5 Amperes foi incorporado ao protótipo, e para garantir o seu bom funcionamento, as pilhas devem estar sempre carregadas. Dessa forma, o dispositivo se torna independente, sem que o fornecimento de energia interfira em sua portabilidade.

4.2 Desenvolvimento do protótipo

Utilizando fios jumper macho-macho, todos os componentes foram conectados uns aos outros sobre uma protoboard. O projeto eletrônico, apresentado na Figura 1, foi desenvolvido com a ferramenta Fritzing, e permite a análise das conexões realizadas, para uma maior compreensão do projeto.

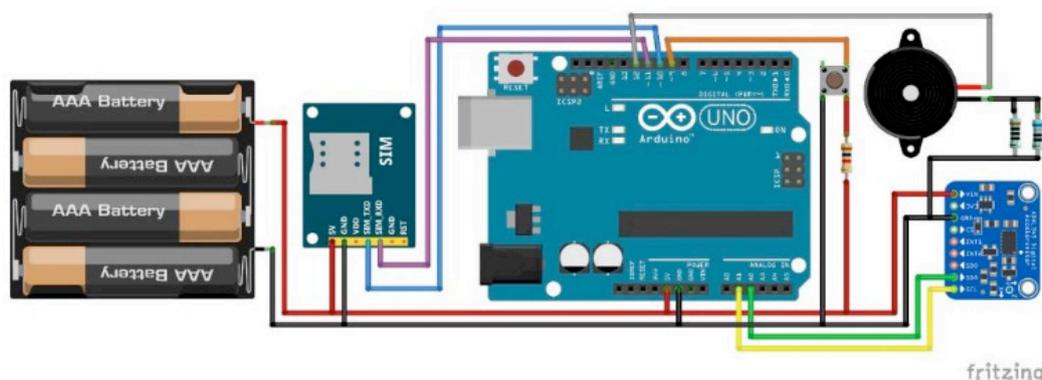


Figura 1. Esquema eletrônico do projeto

A protoboard contendo o circuito elétrico foi incorporada à uma cinta modeladora, a qual o usuário deve estar vestindo, sem a necessidade de contato com a pele, para que o dispositivo reconheça uma queda de forma precisa.

5 | RESULTADOS

O presente trabalho tem como intuito a elaboração de um dispositivo para a detecção de quedas de pessoas idosas e a comunicação dos responsáveis pelo idoso sobre o ocorrido. Diante disso, esta seção apresenta os resultados obtidos com desenvolvimento do protótipo da cinta. Vale ressaltar que as imagens do protótipo apresentadas são reais e fazem parte da elaboração do projeto.

A Figura 2 apresenta o projeto eletrônico integrado a uma protoboard e incorporado à parte interna de uma cinta modeladora, utilizando velcro e elásticos para garantir a não mobilidade do componente.

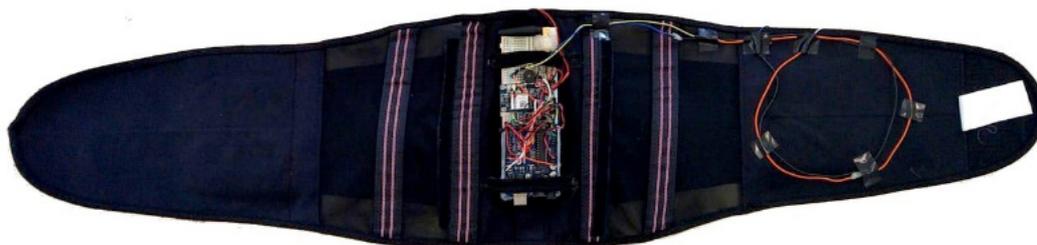


Figura 2. Projeto Eletrônico incorporado à parte interna da cinta

Para proteger os componentes eletrônicos, utilizou-se uma espuma encapada com Etileno Acetato de Vinila (E.V.A), como apresentado na Figura 3, a fim de evitar danos ao projeto em casos de queda, e proporcionar um maior conforto ao usuário.



Figura 3. Projeto Eletrônico protegido por uma espuma

Para encobrir a espuma e melhorar o aspecto visual do dispositivo, a parte interna da cinta foi revestida com feltro preto, como demonstrado na Figura 4.

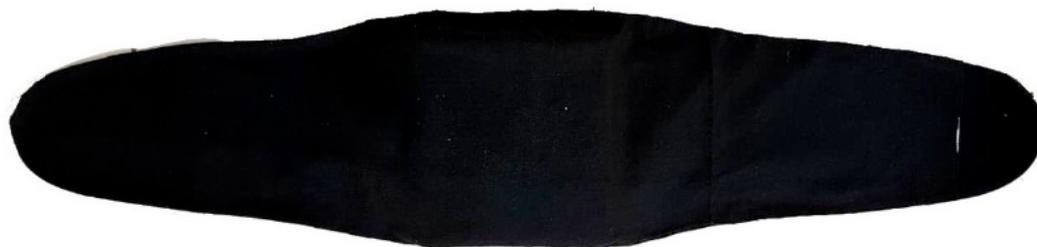


Figura 4. Parte interna da cinta revestida com feltro

Na parte externa da cinta, exposta na Figura 5, foi incorporado apenas o botão

de auxílio e a case para as pilhas, visando manter o projeto com um aspecto simples e intuitivo.



Figura 5. Parte externa da cinta

Ao reconhecer uma queda, o dispositivo aciona um buzzer e envia um SMS a um número de celular previamente cadastrado, a fim de notificar o acidente. Tais mensagens permanecem sendo enviadas, espaçadas por um certo período de tempo, para informar que o idoso permanece na condição de emergência. O funcionamento do buzzer e o envio das mensagens são cancelados apenas com o acionamento do botão de auxílio, o qual enviará uma outra mensagem informando que a emergência foi resolvida. Este formato de funcionamento proporciona ao usuário uma maior interatividade com o projeto. Caso a cinta não reconheça uma queda, ou usuário esteja em uma situação delicada (desequilíbrio de pressão, fortes dores musculares, vertigem, elevação do ritmo cardíaco, etc.), o idoso tem a opção de acionar o botão de auxílio, para que este, acione o buzzer e envie o SMS de pedido de ajuda. Na parte externa da cinta, está localizado um case para pilhas, a fim de fornecer uma energia de 5 Volts e 2.5 Amperes para que o projeto funcione da forma adequada.

Enquanto pesquisadora, alguns testes foram realizados, onde vesti a cinta e simulei diversas quedas em diferentes posições, com o objetivo exclusivo de garantir o funcionamento do dispositivo. Dessa forma, constatou-se que todas as quedas ocorridas foram reconhecidas pela cinta, e o SMS foi enviado da forma correta. Em algumas situações, o acionamento do buzzer e o envio do SMS não foram realizados imediatamente, porém, cerca de dois minutos após a queda, os dois componentes operaram de forma satisfatória. Isso pode ocorrer por conta do sinal da rede de telefonia onde o usuário estiver no momento da queda, dificultando o envio do SMS.

A Figura 6 apresenta a relação dos custos para o desenvolvimento do projeto, tendo em vista a elaboração de um dispositivo eficiente e com uma boa relação custo-benefício.

Tabela de Custos	
Produto	Valor
Arduino	R\$54,90
Fios jumper-jumper macho	R\$9,00
Resistores	R\$10,00
Protoboard	R\$15,90
Módulo GSM	R\$69,00
Acelerômetro	R\$19,00
Buzzer	R\$1,90
Botão	R\$0,20
Cinta	R\$68,00
Tecido e Acabamentos	R\$20,00
TOTAL	R\$267,90

Figura 6. Relação dos custos para a elaboração do dispositivo

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção tem por objetivo realizar algumas considerações sobre o presente trabalho, tendo como base seus objetivos iniciais, bem como apresentar suas limitações e destacar melhorias futuras, a fim de aperfeiçoar o projeto.

Considerando a problemática apresentada, em relação à falta de independência dos idosos por conta da necessidade do seu constante monitoramento por parte de seus familiares, a fim de prover um atendimento mais rápido em casos de quedas e os objetivos deste trabalho, os quais tinham como intuito o desenvolvimento de um dispositivo para a detecção de quedas de pessoas idosas e o aviso dos responsáveis pelo indivíduo em casos de emergência via SMS, concluiu-se que ao final das atividades os objetivos iniciais do projeto foram atingidos com êxito, afinal, o dispositivo atende às expectativas quanto ao reconhecimento das quedas e o envio do SMS de ajuda. Além disso, foi possível o desenvolvimento de uma cinta eficiente e com um baixo custo de produção, possibilitando que indivíduos de diferentes camadas sociais tenham acesso a uma tecnologia útil e necessária.

Com a implementação do projeto, é proporcionado ao idoso uma maior independência, a partir do momento em que é possível a redução do seu constante monitoramento por parte de seus familiares. Ademais, é provável que o atendimento ao idoso em caso de emergências seja realizado mais rapidamente, já que o dispositivo informa sobre o acidente logo após o ocorrido.

Apesar de muitos dos objetivos terem sido atingidos de forma satisfatória, pode-

se ressaltar algumas melhorias a serem realizadas, a fim de aperfeiçoar o projeto. O fornecimento de energia necessita de revisão, já que a energia necessária para o bom funcionamento do projeto dura em torno de 2 horas de uso contínuo. Dessa forma, o usuário teria que substituir as pilhas várias vezes ao dia, o que se tornaria cansativo e incômodo. Também, avalia-se a possibilidade da implementação de um aplicativo mobile, o qual faria com que o cadastramento do número de celular do responsável pudesse ser realizado pelo usuário e alterado a qualquer momento, além de armazenar todas as informações sobre o acontecimento das emergências. Quanto ao design da cinta, ao idealizar-se o desenvolvimento desse dispositivo, a intenção era a elaboração de uma pulseira que realizasse as mesmas funções de reconhecimento e aviso, por ser uma tecnologia mais discreta e menos invasiva ao cotidiano do usuário. Porém, não foi possível o desenvolvimento de tal dispositivo e a realização das melhorias necessárias para aperfeiçoar o projeto, pois, os materiais e tecnologias necessárias para a construção não estavam disponíveis, ficando como sugestão para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. 2018. Disponível em: <www.arduino.cc>. Acesso em: 28 de Junho de 2019.

DONATI, Luisa. **Computadores Vestíveis: convivência de diferentes espacialidades**. 2005. Disponível em: <www.ucs.com.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/view/77/67>; Último acesso em: 14 de Julho de 2019.

FRITZING. 2018. Disponível em: <fritzing.org/home>. Acesso em: 03 de Julho de 2019.

INTO - INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA. **Como reduzir quedas no idoso**. 2002. Disponível em: <www.into.saude.gov.br/lista-dicas-dos-especialistas/186-quedas-e-inflamacoes/272-como-reduzir-quedas-no-idoso>; Último acesso em: 03 de Julho de 2019.

MANO et al. **Explorando tecnologias de IoT no contexto de Health Smart Home: uma abordagem para detecção de quedas em pessoas idosas**. 2016. Disponível em: <revista.univem.edu.br/jadi/article/view/1667>; Último acesso em: 10 de Julho de 2019.

NARDES; CHEQUIM. **Pulseira para monitoramento de queda e batimento cardíaco de idosos**. 2015. Disponível em: <www.up.edu.br/blogs/engenharia-da-computacao/wp-content/uploads/sites/6/2015/12/2015.Nardes.Chequim.pdf>; Último acesso em: 16 de Setembro de 2019.

SANTOS; SALES. **O Desafio da Privacidade na Internet das Coisas**. 2016. Disponível em: <periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/22115>; Último acesso em: 07 de Julho de 2019.

SERAFIN; MOTOYAMA. **Uma Estrutura de Rede Baseada em Tecnologia IoT para Atendimento Médico em Áreas Urbanas e Rurais**. 2014. Disponível em: <www.cc.faccamp.br/anaisdowcf/edicoes_anteriores/wcf2014/arquivos/16/paper_16.pdf>; Último acesso em: 07 de Julho de 2019.

SOUZA et al. **Queda em idosos e fatores de risco associados**. 2017. Disponível em: <seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/view/4804>; Último acesso em: 20 de Novembro de 2019.

ESCALONADOR DE HORÁRIOS PARA O CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 25/12/2019

Rafael Ballottin Martins

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – EMCT
- LIA
Itajaí-SC

<http://lattes.cnpq.br/2722393158391717>

Juliano Pereira Lima

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – EMCT
- LIA
Itajaí-SC

RESUMO: Em cada período acadêmico, gestores da maioria das instituições de ensino trabalham de forma manual e extenuante, nos horários dos cursos oferecidos, tentando atender a todas as restrições de disponibilidade dos envolvidos. Na literatura científica, esse problema é denominado Timetabling, tem caráter combinatório e é definido principalmente como pertencente à classe de problemas NP (por tempo polinomial não determinístico). Através da análise dos resultados obtidos por heurísticas aplicadas em trabalhos correlatos, foi desenvolvido um escalonador para um curso de Ciência da Computação utilizando a metaheurística Busca Tabu.

PALAVRAS-CHAVE: Timetabling, Escalonador, Busca Tabu.

TIME SCHEDULER FOR THE COMPUTER SCIENCE COURSE

ABSTRACT: In each academic period, managers of the majority of educational institutions work out in a manual and strenuous manner, the schedules of courses offered, trying to meet all the availability restrictions of the involved. In the scientific literature, this problem is called Timetabling, has a combinatorial character, and is mostly defined as belonging to the class of NP problems (for nondeterministic polynomial time). Through analysis of results obtained by heuristics applied in correlated works, a scheduler was developed for a course of computer science using the Tabu Search metaheuristic.

KEYWORDS: Timetabling, Scheduler, Tabu Search.

1 | INTRODUÇÃO

A confecção da grade de horários por partes de instituições de ensino é periódica e imprescindível, mas frequentemente é de difícil realização. Chefes de departamento, coordenadores de curso, e até professores dedicam muito de seu tempo de trabalho, buscando manualmente disposições de horários de aulas das disciplinas ofertadas que satisfaçam as restrições de disponibilidade de

seus respectivos professores (VIEIRA; MACEDO, 2011).

Esse problema é denominado *Timetabling* na literatura, é de caráter combinatório complexo, e tem sido objeto de pesquisa desde o final da década de 1950. A estrutura de grades de horários e suas especificidades variam entre países, devido a diferenças entre os sistemas educacionais e projetos pedagógicos aplicados pelas instituições de ensino (ALVAREZ-VALDEZ; CRESPO; TAMARIT, 2002).

Pelo fato de cada instituição de ensino possuir particularidades em relação a forma de aplicação de seus respectivos projetos pedagógicos, o emprego e implementação de softwares genéricos para alocação de horários de aula no âmbito universitário se torna pouco praticável (MARTINS, 2010).

Metaheurísticas são uma classe de heurísticas mais recentes, que possuem como diferencial ferramentas que reduzem o risco de paradas prematuras em espaços de soluções longe do melhor possível (BITTENCOURT, 2010). Esse diferencial é obtido através da geração de novas soluções de partida, permitindo assim que a busca aconteça de forma inteligente e tendenciosa, e não de forma aleatória.

De forma geral, uma metaheurística pode ser vista como uma estrutura algorítmica que objetiva principalmente evitar as desvantagens da melhoria iterativa, ou seja, evitar com que a solução fique presa em uma solução ótima local (STÜTZLE, 1999). O uso de metaheurísticas têm aumentado significativamente a capacidade em encontrar soluções de alta qualidade para problemas de otimização combinatória, em tempo (Dorigo; Stützle, 2010).

Neste contexto, o presente trabalho desenvolveu um escalonador de horários de aula, vislumbrando a diminuição dos esforços empregados na elaboração da programação de aulas do curso de Ciência da Computação da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Para isso foi utilizada a metaheurística Busca Tabu.

2 | BUSCA TABU

Dentro das metaheurísticas, se destaca a Busca Tabu, desenvolvida por Fred Glover em 1986. A técnica utiliza uma estrutura de memória para guiar a busca e continuar a exploração do espaço de soluções, evitando a formação de ciclos e o retorno a um ótimo local previamente visitado (TERRA; RADAELLI, 2007).

A Busca Tabu é uma abordagem algorítmica poderosa que tem sido aplicada com muito sucesso a diferentes problemas combinatórios. Em diferentes trabalhos abordados que a Busca Tabu foi utilizada, foi ressaltada a capacidade de lidar com um conjunto de restrições complexas (GOMES, 2009).

Utilizando o conceito de vizinhança, o algoritmo parte de uma solução inicial, movendo-se para a melhor solução da vizinhança a cada interação, não permitindo movimentos a soluções visitadas recentemente (SEQUEIRA, 2015). De acordo com

Glover e Laguna (1997) o uso da estrutura de memória da Lista Tabu é baseado em quatro conceitos principais:

- Memória por Recência - Guarda os atributos que mudaram em um passado recente. O principal objetivo é evitar ciclos, através da manutenção por um determinado tempo dos registros dos atributos dos caminhos já percorridos pelo algoritmo;
- Memória por Frequência - Armazena a frequência que determinadas características aparecem na solução, fazendo com que o algoritmo não visite caminhos que apresentem estas características;
- Memória por Qualidade - Serve como base de aprendizado de qualidade de soluções geradas. Através de incentivos, que são fornecidos a ações que geram boas soluções, enquanto penalidades são atribuídas às soluções ruins. Pode ser usada também para identificar elementos comuns em boas soluções;
- Memória por Influência - Considera o impacto em qualidade e eficiência que determinada característica tem sobre uma solução durante a busca.

Geralmente o uso da memória baseada em frequência é associado à criação de penalidades ou incentivos para modificar a avaliação dos movimentos, gerando uma diversificação maior de soluções (SIMAS, 2007). Em geral, tamanhos pequenos da lista Tabu permitem a exploração de soluções perto dos ótimos locais, enquanto uma lista de tamanho grande obriga a busca a se distanciar de ótimos locais (SIMAS, 2007).

A Busca Tabu tem por base três princípios o uso de estruturas de dados tipo Fila (Lista Tabu) para manutenção do histórico de evolução da busca, o uso de mecanismo de controle para fazer um balanceamento entre aceitação ou não de uma nova solução e a incorporação de procedimentos que alternam as estratégias de diversificação e intensificação (VIANA, 1998). A Figura 1 ilustra a interação entre esses componentes.

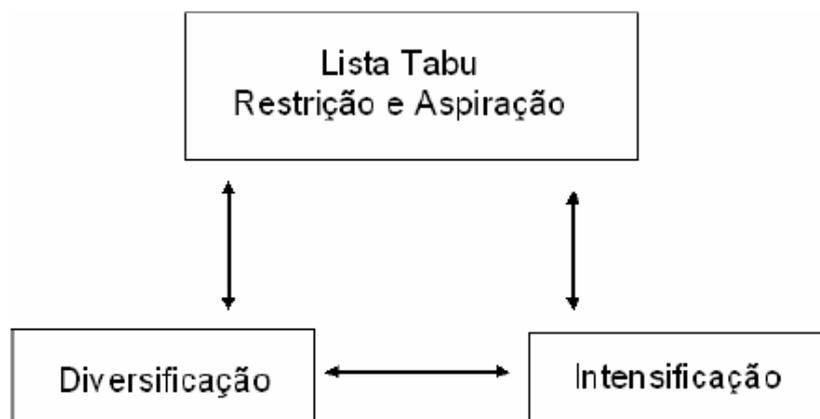


Figura 1. Componentes da Estratégia da Busca Tabu

Fonte: Viana (1998).

O número de vizinhos N é determinado de acordo com o quanto se deseja expandir a busca dentro do espaço de solução. A geração de vizinhos e escolha da qualidade são entradas fornecidas pelo usuário, aplicando transformações a uma determinada solução e criando um ponto no espaço de busca.

A busca por melhores soluções se dá através de verificação de qualidade da solução encontrada na vizinhança em relação a melhor solução até o momento, desde que não esteja contida na lista Tabu. Como critério de parada para refinamento da solução, é adotada a condição de que a solução ideal seja encontrada ou o tempo máximo de execução especificado esteja esgotado.

O fluxograma disposto na Figura 2 mostra o fluxo de execução da Busca Tabu, abordando desde a solução inicial gerada até avaliação da solução corrente de acordo com critério de parada aplicado.

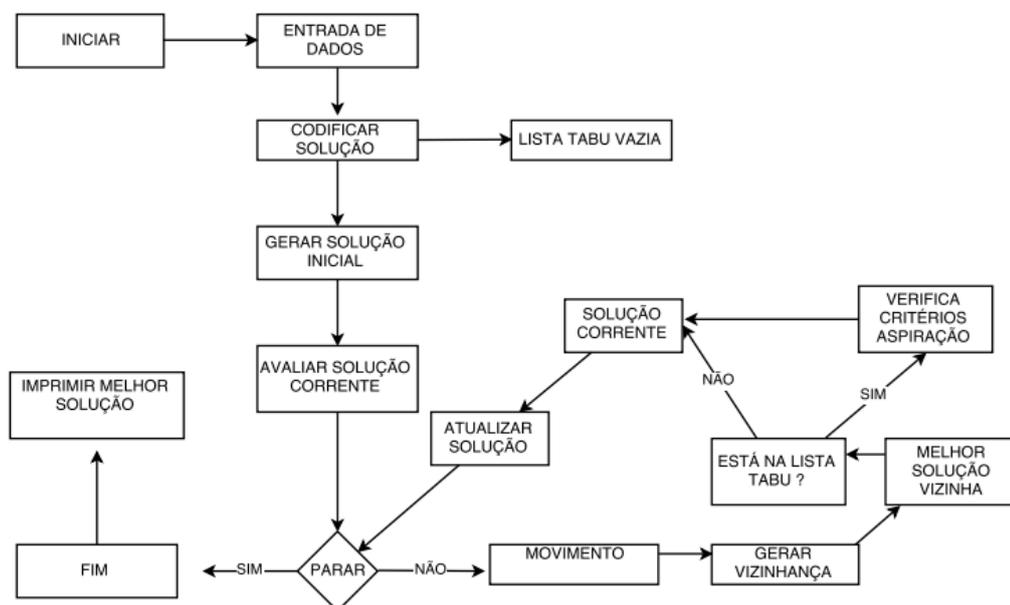


Figura 2. Fluxograma de execução da Busca Tabu

3 | MODELAGEM DO PROBLEMA

As aulas são ministradas no período noturno, comumente de segunda a sexta, das 19:00h às 22:30h. As disciplinas contidas no curso apresentam as cargas horárias semestrais de 32, 36, 72, 108, 144 e 288.

O curso avaliado prevê em seu projeto pedagógico a oferta de 44 disciplinas ao longo de 10 períodos letivos, e é composto por 31 docentes, que também ministram aulas em outros cursos da universidade. Parte dos docentes também exercem atividades de pesquisa científica na universidade ou em outras instituições de ensino, além de atividades administrativas ou em segmentos da iniciativa privada.

As restrições que o escalonador deve atender foram levantadas em entrevista

com a coordenação do curso, sendo as restrições fortes elencadas:

- Professores não podem ser alocados para ministrarem duas ou mais disciplinas no mesmo horário;
- Disciplinas de até 36 horas de carga semestral devem ter datas alocadas ao longo do semestre em um único dia da semana;
- Professores não podem ter horário agendado para lecionar disciplinas fora de seu horário cadastrado;
- Professores não podem ter horário agendado para lecionar disciplinas em dias em que não é desejável para os mesmos ministrarem aulas.

As restrições fracas devem sempre que possível, serem satisfeitas para melhorar a qualidade da grade de horários geradas. As restrições fracas levantadas foram as seguintes:

- Um conjunto de disciplinas podem ser definidas para serem ministradas no mesmo dia;
- Um conjunto de disciplinas de períodos diferentes podem ser definidas para não serem ministradas no mesmo horário;
- É preferível que disciplinas de 108 horas de carga horária semestral, tenham sua carga horária distribuída em no máximo dois dias na semana ao longo do semestre;
- É desejável para a coordenação do curso que seja possível definir um dia na semana ao longo do semestre letivo em que uma determinada disciplina não seja ministrada.

Para implementação do escalonador, foi definida uma função de avaliação que deve ser minimizada. Avaliando a qualidade de cada solução de grade de horário gerada, servindo como parâmetro para guiar a heurística por todo o espaço de busca da solução.

Essa função é decomposta entre o número de restrições fortes quebradas multiplicada por um peso relativo a restrições fortes, e entre o número de restrições fracas quebradas e multiplicadas por um peso relativo a restrições fracas. Quanto mais próximo ao valor da função de avaliação estiver de 0, maior é a qualidade da solução obtida em relação ao cumprimento de restrições fortes e fracas.

4 | GERAÇÃO DA SOLUÇÃO INICIAL

A solução inicial é gerada utilizando as disponibilidades de professores cadastradas anteriormente, já relacionado todas as disciplinas que cada qual lecionará em cada período letivo. Nesta etapa não é considerada nenhum tipo de

restrição, podendo ser alocada para um conjunto de disciplinas o mesmo horário de aula para seu respectivo professor titular.

Cada professor pode lecionar uma ou mais disciplinas, sendo que no processo de alocação de horário de determinada disciplina, são inseridos apenas horários disponíveis já cadastrados previamente do mesmo. São alocadas todas as disciplinas que serão consideradas na geração da grade de horário. Cada solução tem um coeficiente de qualidade, que é um valor inteiro inicializado com zero. O coeficiente de qualidade de uma solução é dado pela equação 1:

$$C(S) = (nH * pH) + (nW * pW) \quad (1)$$

nH é o número de restrições fortes quebradas e seu respectivo valor atribuído de penalidade é pH . nW é o número de restrições fracas quebradas e seu respectivo peso atribuído de penalidade é pW .

5 | APLICAÇÃO DA BUSCA TABU

Após a geração da solução inicial, a solução é refinada pelo algoritmo da Busca Tabu, gerando soluções vizinhas a cada iteração na busca no espaço de solução. O número de vizinhos é variável, de forma a ter um valor que contemple tempo de execução aceitável e qualidade satisfatória. Para geração de cada solução vizinha, é alterada uma disponibilidade de horário para disciplinas alocada.

A cada iteração da busca Tabu, é explorada o melhor vizinho não contido na lista Tabu. A função de aspiração implementada só permite um movimento Tabu se o movimento for de melhor qualidade que o movimento atual da iteração. Nas situações em que todas as soluções vizinhas são Tabu, o movimento Tabu mais antigo é retirado da lista.

A condição de parada de execução se dá ao atingir um determinado número de iterações sem encontrar melhor solução, valor esse definido via parâmetro, ou o coeficiente de qualidade da solução ser igual a zero, não restringindo assim qualquer restrição forte ou fraca.

A equação 2 representa matematicamente o comportamento adotado pela função de avaliação, na qual é decomposta em duas partes, sendo a primeira $H(s)$ apresentada na equação 3, e a segunda $W(s)$, apresentada na equação 4, referente ao não atendimento das restrições fracas.

$$f(S) = H(s) + W(s) \quad (2)$$

Sendo $H(S)$ dada por:

$$H(S) = M \sum_{i=H1}^{HS} h_i(S) \quad (3)$$

E $W(S)$ por:

$$W(S) = N \sum_{j=1}^{W_S} w_j(S) \quad (4)$$

Onde:

h_i e w_j , são o número de vezes que as restrições fortes $i \in H\{1..4\}$ e as restrições fracas $j \in W\{1..4\}$ não são atendidas na solução S . M é um parâmetro de penalidade associado ao não atendimento das restrições fortes e N é um parâmetro de penalidade associado ao não atendimento das restrições fracas.

6 | EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para os experimentos foram utilizadas 3 instâncias de conjuntos de dados, sendo uma com dados de disponibilidade e titularidades de disciplinas reais do corpo docente de um curso de Ciência da Computação, totalizando 43 disciplinas. As demais instâncias utilizadas para testes são dados fictícios, com configurações de número de disciplinas e disponibilidades de horários variadas. Na segunda instância foram consideradas 47 disciplinas e uma maior variedade de disponibilidades de horário do corpo docente. Na terceira instância de testes foram consideradas 48 disciplinas, na qual as atribuições de aulas do corpo docente foram maiores, havendo mais disciplinas ministradas por determinados professores.

A Tabela 1 apresenta o número de disciplinas, número de professores e número de disponibilidades possíveis de horário para cada instância de teste.

Instância	Número de Disciplinas	Número de Professores	Número de Disponibilidades Possíveis de Horário
1	43	26	48
2	47	28	62
3	48	29	56

Tabela 1 - Parâmetros utilizados nas instâncias de teste

O escalonador foi executado 10 vezes para cada instância de testes. Foram investigados quais os fatores são determinantes para melhor configuração do escalonador, assim como quais relações foram observadas nas instâncias de testes que possam ter impactado o desempenho. Os parâmetros utilizados na execução da Busca Tabu nos testes documentados estão dispostos na Tabela 2.

Parâmetro	Valor
Número Máximo de Iterações Sem Melhora da Solução	5000
Tamanho da Lista Tabu	150
Peso das Restrições Fortes	1000
Peso das Restrições Fracas	10

Tabela 2 - Configurações utilizadas no algoritmo da Busca Tabu

O principal obstáculo identificado para soluções de qualidade observado na execução da instância de dados reais foi a situação de disponibilidade de professores que ministram em períodos letivos distintos uma disciplina de carga horária de 90 horas semestrais, que obrigatoriamente é dividida em pelo menos 2 dias, e uma disciplina de carga horária de 60 horas semestrais.

Essa situação foi a de principal quebra de restrições fortes, observada ao longo dos testes. Nas demais instâncias de teste fictícias, em que foram removidas essas situações, foi ratificado que foi o principal fator de impacto para quebra de restrições fortes e fracas, assim como no tempo de execução.

A Tabela 3 apresenta os tempos de execução para cada instância de teste. Foi observado que o tempo de execução variou principalmente em razão número de soluções vizinhas alocadas e das situações de disciplinas de carga horária maior que 60 horas.

Instância	Número de Disciplinas	Número de Soluções Vizinhas	Tempo (s)
1	43	215	5,49
		430	50,12
		860	111,2
2	47	235	7,38
		470	61,8
		940	114,43
3	48	240	19,46
		480	390,36
		960	784,51

Tabela 3 - Tempo médio de execução dos testes

A qualidade é o coeficiente de cumprimento das restrições fortes e fracas quebradas resultante da função de avaliação, sendo que o valor ideal é o mais próximo de zero. A qualidade das soluções geradas variou em razão do valor da vizinhança, e das configurações de disponibilidade para as disciplinas. A Tabela 4 elenca as restrições fortes e fracas violadas no processo de geração de solução inicial, assim como no processo de refinamento da Busca Tabu para cada instância de teste, com valores relativos aos obtidos da média de dez execuções do escalonador para cada instância de teste.

Todas as restrições fortes foram consideradas nas instâncias de teste, e a restrição fraca aplicada foi que seria desejável que um conjunto de disciplinas de períodos diferentes não fossem alocadas no mesmo dia da semana no período letivo. Na instância 1, de dados reais, na configuração de 860 vizinhos, todas as restrições foram atendidas, atingindo coeficiente de qualidade igual a 2, quebrando em média

duas restrições fracas, assim como na instância 2.

Instância	Tamanho Vizinhança	Solução Inicial		Solução Final	
		Restrições Fortes	Restrições Fracas	Restrições Fortes	Restrições Fracas
1	215	53,4	5,2	1,5	2,5
	430	52,5	4,5	0	2,5
	860	52,5	5,5	0	2
2	235	76,5	9,5	2	5,5
	470	74,2	9,4	1,5	4,7
	940	79,8	9,5	0	2
3	240	95,3	9,7	4	7,5
	480	97,5	8,5	3,7	5,4
	960	95,2	9,3	2	3,5

Tabela 4 - Média do não atendimento das Restrições Fortes e Fracas

A qualidade das soluções obtidas resultou em grades de horário de utilização prática para a coordenação do curso avaliado, na configuração de 860 vizinhos. Percebeu-se uma proporcionalidade entre número de soluções vizinhas, qualidade de solução gerada e maior tempo de execução. Para valores de vizinha maior, a solução apresentou maiores valores de quebra de restrição e tempo de execução significativamente maior.

O gráfico disposto na Figura 3 apresenta o número de restrições quebradas em relação ao número de interações necessárias até o escalonador atingir a condição de parada, na instância de dados reais, na configuração de 860 vizinhos, na qual nenhuma restrição forte ou fraca foi quebrada. A cada iteração em que é encontrada uma determinada solução de coeficiente de qualidade mais baixo, o número de iterações sem melhora é zerado. Os dados de qualidade da execução evidenciada no gráfico da Figura 3 foram obtidos com um total de 5847 execuções da Busca Tabu.

Restrições Quebradas

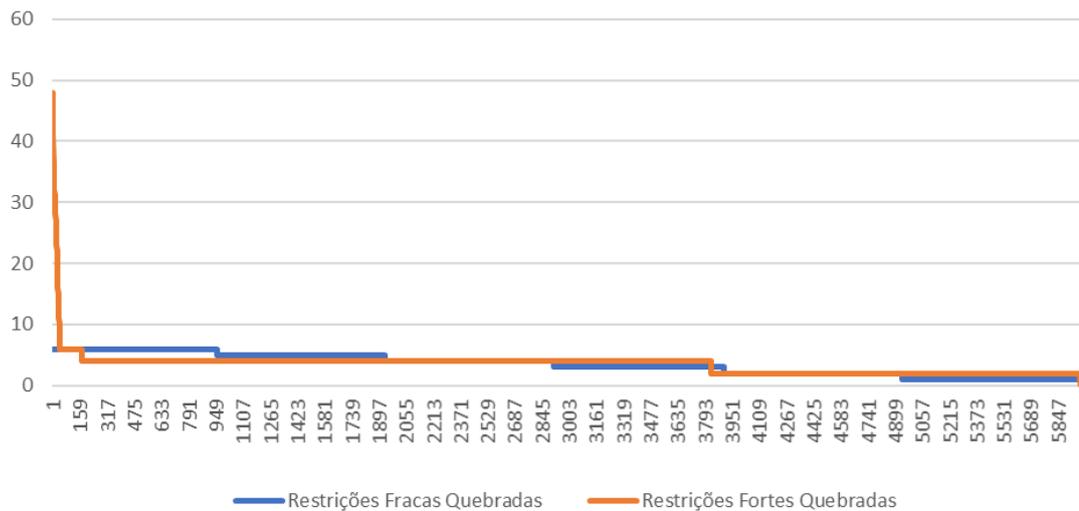


Figura 3. Restrições Fortes e Fracas Quebradas x Número de Interações

7 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos pela execução do escalonador para as instâncias 1 e 2 com 860 e 940 soluções vizinhas respectivamente atenderam todas as restrições fortes e em média quebrou 2 restrições fracas. Foi evidenciada através dos experimentos a relação existente entre número de vizinhança, qualidade de solução gerada e tempo de execução.

Foi observado também que a situação em que um professor leciona mais de uma disciplina de carga horária maior ou igual a 60 horas semestrais se torna um empecilho para soluções de qualidade, apresentando muitas quebras de restrições fortes e fracas, assim como demanda tempo de execução maior. Esse comportamento observado nas execuções do escalonador elucida pontos importantes a serem considerados em trabalhos do contexto de otimização combinatória que visam utilizar a busca Tabu, de forma que a documentação dos resultados possibilite maior acurácia da escolha da técnica para resolução de problemas similares.

O escalonador desenvolvido gerou soluções aplicáveis com tempos de execução aceitáveis para a coordenação do curso de Ciência da Computação, dando a possibilidade real de alocação de horários de aulas com grande aderência aos interesses do corpo docente, otimizando atividades internas e externas à instituição de ensino. O trabalho identificou também que fatores de configuração na execução da busca tabu e na distribuição de disciplinas entre os docentes do curso de Ciência da Computação impactam na geração de melhores resultados por parte do escalonador, nos quais sua documentação contribuí para desenvolvimento de sistemas que automatizem e aprimorem as atividades de instituições de ensino.

Para trabalhos futuros sugere-se o desenvolvimento ou aplicação de uma heurística existente que melhore o processo de geração da solução inicial, para melhor refinamento posterior por parte da busca tabu. Propõe-se também a utilização de funcionalidades de programação paralela na execução da função de avaliação, para aumento de desempenho computacional. Por último, aponta-se a possibilidade do aprimoramento do escalonador para utilização da alocação das aulas de professores do curso de Ciência da Computação em outros cursos.

REFERÊNCIAS

- Alvarez-Valdes, R., Crespo, E., Tamarit, J.M. **Design and implementation of a course scheduling system using Tabu Search**. In: European Journal of Operational Research 137, pages 512–523, 2012
- Bittencourt, G. C. de., **Modelagem e Implementação de um Sistema Computacional para a Solução de um Problema de Roteamento de Veículos (PRV) com o Uso da Metaheurística Busca Dispersa (Scatter Search)**, 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- Dorigo, M.; Stützle, T. **Ant colony optimization: Overview and recent advances**. In Handbook of metaheuristics, Gendreau, M.; Potvin, J.-Y., Eds.; Springer US: New York, NY, USA, 2010; Vol. 146, pp 227–263.
- Glover, F., Laguna, M. **Tabu Search**, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1997.
- Gomes, A. **Uma Introdução à Busca Tabu**. Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.
- Martins, J. P. **O problema do agendamento semanal**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.
- Sequeira, M. **Busca tabu para alocação de salas e professores**. 61 f. Trabalho Técnico-científico de Conclusão (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2015.
- Simas, E. P. L. **Utilizando a busca tabu na resolução do problema de roteamento de veículos**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo. 2007.
- Stützle, T. **Local Search Algorithms for Combinatorial Problems: Analysis, Improvements, and New Applications**, In DISKI. Infix, Sankt Augustin, Germany, 1999; Vol. 220.
- Terra, I. P., Radaelli, J. L. **Utilização dos métodos de otimização em problemas de timetabling**. In Principium Online: Iniciação Científica no Unileste-MG, Coronel Fabriciano, 2007; v. 1.
- Viana, V. **Meta-heurísticas e programação paralela em otimização combinatória**. UFC Edições (EUFC), Fortaleza, CE, 1998.
- Vieira, F., Macedo, H. **Sistema de alocação de horários de cursos universitários: um estudo de caso no departamento de computação da Universidade Federal de Sergipe**. Scientia Plena, v. 7, n. 3, 2011.

ESTRATÉGIAS NA APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO (TDICS) E AS PRÁTICAS DE ENSINO SUPERVISIONADAS

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 02/01/2020

Morgana Schenkel Junqueira

Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional
Jataí, Unidade Acadêmica Especial de Ciências
Exatas e Tecnológicas
Jataí - Goiás

<http://lattes.cnpq.br/4982923359074856>

Joslaine Cristina Jeske de Freitas

Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional
Jataí, Unidade Acadêmica Especial de Ciências
Exatas e Tecnológicas
Jataí - Goiás

<http://lattes.cnpq.br/2394348610492496>

RESUMO: As práticas criadas acerca das tecnologias digitais e da Internet vem sendo executadas visando mudanças na educação. Sendo assim, existe a real necessidade de profissionalização de professores para o uso das tecnologias nesta nova cultura escolar. O uso das Tecnologias Digitais de Comunicação e Educação (TDICs) podem melhorar a ação pedagógica, já que inserem novos dispositivos que facilitam e dinamizam o processo de ensino aprendizagem. Com o objetivo de compreender a importância das TDICs na formação dos professores, o artigo apresenta algumas questões que visam discutir a relação entre

a formação docente e o uso das TDICs como estratégia de ensino. Os resultados obtidos a partir da definições das questões de pesquisa indicam que as TDICs não apenas dinamizam a prática pedagógica como também favorecem novas perspectivas para a construção de conhecimento e no processo de ensino-aprendizagem tanto na formação dos docente quanto no crescimento intelectual dos discentes. **PALAVRAS-CHAVE:** Educação, TDICs, formação de professores, ensino- aprendizagem.

ABSTRACT: The practices created about digital technologies and the Internet have been implemented aiming at changes in education. Thus, there is a real need for teacher professionalization for the use of technologies in this new school culture. The use of Digital Communication and Education Technologies (TDICs) can improve pedagogical action, as they insert new devices that facilitate and streamline the teaching-learning process. In order to understand the importance of ICTs in teacher education, the article presents some questions that aim to discuss the relationship between teacher education and the use of ICTs as a teaching strategy. The results obtained from the definition of the research questions indicate that the TDICs not only streamline the pedagogical practice, but also favor new perspectives for the construction of knowledge and the teaching-

learning process both in teacher training and in the intellectual growth of students.

KEYWORDS: Education, TDICs, teacher education, teaching-learning

1 | INTRODUÇÃO

A educação e a comunicação como áreas do conhecimento fluem e se atualizam de acordo com as oportunidades oferecidas pelas mais diferenciadas inovações tecnológicas [Nicolau et al. 2018]. Neste contexto, a presença das Tecnologias Digitais de Comunicação e Educação (TDICs) no dia a dia tem alterado visivelmente os meios de comunicação no âmbito da aprendizagem [Xavier 2013].

A aprendizagem deve estar aliada a construção de novos conhecimentos. Assim, no processo ensino-aprendizagem, o papel do professor deve ser não mais o de ensinar, mas o de orientador da aprendizagem, instigando a curiosidade do aluno

[Farias and Dias 2013]. Desta forma, é importante que as tecnologias digitais sejam inseridas na educação de maneira a desenvolver uma nova maneira de ensino utilizando-se meios pedagógicos adequados [Nicolau et al. 2018].

Partindo deste cenário, as TDICs podem ser definidas como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum [Monteiro et al. 2015]. Os TDICs são utilizadas das mais diversas formas. Na educação, por exemplo, pode-se citar o processo de ensino aprendizagem, a educação a distância, entre outros, podendo ser definida também como todas as tecnologias que interferem e medeiam os processos informacionais e comunicativos dos seres. Uma das áreas mais favorecidas com as TDICs é a educacional [Pereira and Goncalves 2017].

Diante disso, um novo paradigma está surgindo na educação e o papel do professor, frente às novas tecnologias, será diferente. Com as novas tecnologias pode-se desenvolver um conjunto de atividades com interesse didático-pedagógico, como: intercâmbios de dados científicos e culturais de diversa natureza; produção de texto em língua estrangeira; elaboração de jornais inter-escolas, permitindo desenvolvimento de ambientes de aprendizagem centrados na atividade dos alunos, na importância da interação social e no desenvolvimento de um espírito de colaboração e de autonomia nos alunos [Nunes et al. 2017].

Na educação presencial, as TDICs são vistas como potencializadoras dos processos de ensino–aprendizagem. Além disso, a tecnologia traz a possibilidade de maior desenvolvimento de aprendizagem e comunicação entre as pessoas com necessidades educacionais especiais [Farias and Dias 2013]. Nesse contexto, as TDICs podem ser extremamente úteis como ferramentas cognitivas, desempenhando

diferentes papéis.

Por serem, dentre outras características, multimidiáticas, as TDICs oportunizam diferentes formas de apresentar o conteúdo e representar os conceitos trabalhados nas diversas áreas do conhecimento. Para tanto, os professores precisam conhecer as possibilidades que têm disponíveis. A inserção e integração das TDICs na prática docente e na escola deve estar articulada com a capacitação dos professores para o exercício deste trabalho.

É necessário, sobretudo, que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos. Estar confortável significa conhecê-los, dominar os principais procedimentos técnicos para sua utilização, avaliá-los criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, partindo da integração desses meios com o processo de ensino [Monteiro et al. 2015].

Este trabalho tem por intuito mapear a relevância do uso de TDICs de ensino-aprendizagem como ferramenta no auxílio da formação inicial de professores em seu uso pedagógico, se pretende discutir estes aspectos tendo como base a importância da implementação dessas tecnologias no ambiente escolar, sendo estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o conceito do mapeamento sistemático, tal como as etapas que devem ser realizadas para concretizá-lo: a definição das questões de pesquisa, a busca e seleção dos trabalhos relacionados. A Seção 3 analisa os resultados obtidos com o intuito de responder as questões de pesquisa definidas. Por último, a Seção 4 descreve a conclusão deste trabalho.

2 | METODOLOGIA

A metodologia definida para alcançar o objetivo proposto é o mapeamento sistemático, tem-se então o objetivo de investigar as estratégias utilizadas no uso de TDICs, e sua utilização em práticas de ensino supervisionadas.

2.1 Definição das questões de pesquisa

A questão central que motivou esse mapeamento foi: Quais estratégias em TDICs podem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem para auxiliar na formação inicial de professores para o uso pedagógico?

Sendo assim, foram definidas quatro questões de pesquisa:

- Questão 1: Qual o perfil dos professores?
- Questão 2: Quais estratégias utilizando as TDICs podem ser utilizadas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem?

2.2 Pesquisa de Estudos Primários

Após terem sido definidas as questões de pesquisa, definiram-se as fontes de busca. O mapeamento foi conduzido nas bases de dados de publicações indexadas pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE), Periódicos Capes e Scopus. A *string* de busca foi gerada a partir do período de 2010 á 2019, e da combinação das palavras chave e foram divididas pelos idiomas da seguinte forma:

- Português: Tecnologias Digitais de Informática e Comunicação AND Estratégias de Motivação.
- Inglês: *Digital Technologies of Informatics and Communication AND Motivation Strategies*

A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos retornados em cada mecanismo de busca acadêmico.

Mecanismo de Busca	Quantidade
CEIE	10
Scopus	75
<u>Periódicos CAPES</u>	<u>34</u>
<u>Total</u>	<u>119</u>

Tabela 1. Quantidade de artigos retornados.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos com base nas questões de pesquisa para tornar o resultado do mapeamento sistemático mais assertivo. Foram então definidos os seguintes critérios de inclusão: Artigos completos (foram considerados artigos com mais de 4 páginas); Estudos que relatam e descrevem TDICs e sua utilização em práticas de ensino-aprendizagem.

Quanto aos critérios de exclusão, tem-se: Estudos duplicados; Artigos que não se referem ao tema abordado.

	CEIE	Scopus	Periódicos CAPES	Total
Artigos relacionados ao Mapeamento	4	13	17	34
Remoção artigos duplicados				15
Artigos que não se referem ao tema abordado.				10
<u>Total</u>				<u>5</u>

Tabela 2. Artigos retornados a cada critério durante o processo de seleção.

3 | RESULTADOS E DISCUSSOES

Nessa seção, serão abordadas as duas últimas fases deste mapeamento

sistemático: *extração e síntese dos dados e análise dos dados*. As questões de pesquisa serão relacionadas aos trabalhos selecionados na triagem, juntamente com uma análise e discussão dos resultados.

Dos quinze artigos encontrados, com o auxílio das *strings* de busca, dez foram excluídos por não responderem algumas das questões de pesquisa. Os estudos incluídos na etapa anterior foram lidos, retornando 5 artigos fortemente relacionados ao tema proposto e as questões da pesquisa. A seguir são apresentados alguns trabalhos que retratam o que foi elucidado.

3.1 Educação, tecnologia e inovação: o desafio da aprendizagem hiper textualizada na escola contemporânea

Esse trabalho analisa quais as características, as concepções de ensino/aprendizagem e o potencial pedagógico que constituem tais tecnologias hipertextuais. Modos inovadores de aprendizagem como: aprendizagem móvel *mobile-learning*, aprendizagem baseada em jogos e aprendizagem ancorada em Realidade Aumentada têm surgido como modalidades de ensino-aprendizagem criativas para inovar a educação [Xavier 2013].

3.2 Formação Inicial Docente para as TDICs: Análise a Partir do Curso de Pedagogia do Campus Central da UFRN

Este artigo apresenta a questão da formação inicial de professores para o uso das TDICs na educação no âmbito dos cursos presenciais de pedagogia do campus central da UFRN [Monteiro et al. 2015].

3.3 Educação em Rede: Tendências tecnológicas e pedagógicas na sociedade em rede

Esse trabalho discorre sobre o conceito de Educação em Rede, apresentando pesquisas sobre o tema e contextualizando as tendências tecnológicas emergentes na educação superior, realizou-se uma pesquisa teórica de cunho descritivo por meio de uma revisão sistemática, bem como a análise qualitativa das últimas tendências tecnológicas apresentadas no New Media Consortium (NMC) Horizon Report, 2016 [Nunes et al. 2017].

3.4 Que professor teremos na educação brasileira: nativo, imigrante ou e-migrante digital?

Este trabalho, com base em resultados de pesquisa quali-quantitativa realizada entre 2015 e 2017, tem como objetivo discutir porque as TDICs ainda são pouco utilizadas na sala de aula com fins educativos, mesmo com a chegada de docentes nativos digitais [Nicolau et al. 2018].

3.5 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na Extensão Universitária: Projeto Redação ENEM

O estudo em questão trata da concepção e implementação de TDICs, suas aplicações e análise de seus resultados no Projeto de Extensão Redação ENEM, realizado entre a universidade e escolas de ensino médio. Com a avaliação das TDICs em ações de extensão [Pereira and Goncalves 2017].

3.6 Questão 1: Qual o perfil dos professores?

A apropriação das TDICs como recursos didáticos precisa ser construída desde a formação inicial docente. Tais ferramentas devem fazer parte da rotina dos futuros professores ainda enquanto alunos dos cursos de licenciaturas [Monteiro et al. 2015]. Por certo, a formação continuada também possui papel central em favor da disseminação das TDICs na Educação. Contudo, no atual contexto tecnológico, as Universidades, instituições prioritariamente responsáveis pela formação desses profissionais, não podem ficar sem os benefícios das TDICs na sociedade e na educação.

A inserção e integração das TDICs na prática docente e na escola deve estar articulada com a capacitação dos professores para o exercício deste trabalho. Com as TDICs abrem-se novas possibilidades à educação, exigindo uma nova postura do educador. Com a utilização de redes telemáticas na educação, pode-se obter informações nas fontes, como centros de pesquisa, Universidades, Bibliotecas, permitindo trabalhos em parceria com diferentes escolas; conexão com alunos e professores a qualquer hora e local, favorecendo o desenvolvimento de trabalhos com troca de informações entre escolas, estados e países, através de cartas, contos, permitindo que o professor trabalhe melhor o desenvolvimento do conhecimento [Xavier 2013].

É necessário, sobretudo, que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos. Estar confortável significa conhecê-los, dominar os principais procedimentos técnicos para sua utilização, avaliá-los criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, partindo da integração desses meios com o processo de ensino. As tecnologias não substituíram os professores, mas irão permitir que várias tarefas e funções dos mesmos possam ser transformadas [Farias and Dias 2013].

Dessa forma, é possível o professor se transformar em um estimulador do aprendizado do aluno, despertando nele a curiosidade em conhecer, em pesquisar, e buscar a informação mais relevante. O professor deixa de ser o repassador do conhecimento para ser o criador de ambientes de aprendizagem e facilitador do processo pelo qual o aluno adquire conhecimento [Monteiro et al. 2015].

O professor que utiliza às TDICs deve possuir conhecimento do conteúdo, metodologia de ensino, saber lidar com as emoções, ter compromisso com a produção do conhecimento por meio de pesquisas e extensões e, sobretudo, romper os paradigmas das formas conservadoras de ensinar, aprender, pesquisar e avaliar com as inovações tecnológicas [Pereira and Goncalves 2017].

3.7 Questão 2: Quais estratégias utilizando as TDICs podem ser utilizadas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem?

Vive-se um momento especial da história humana, um tempo de descobertas, de aberturas e evolução para o conhecimento humano. Na história da humanidade na qual o imprevisto, o novo e a mudança estão presentes a cada dia e a cada instante ao lado dos grandes avanços tecnológicos, as transformações indicam que estamos evoluindo a cada dia [Nicolau et al. 2018].

Deste modo, observam-se inúmeras transformações em todos os setores da vida humana. O progresso tecnológico é evidente, agora é possível processar, armazenar, recuperar e comunicar informação em qualquer formato, facilitando o trabalho e agilizando a comunicação em diferentes esferas. O cotidiano é influenciado pelo mundo audiovisual, na qual as Tecnologias agem diretamente no fazer e recriar. [Nunes et al. 2017].

A educação está diante de profundas mudanças sociais, culturais e tecnológicas, trazem implicações sociais na construção do conhecimento no ambiente escolar. A instituição de ensino deixou de ser o principal meio de transmissão das informações com o advento das TDICs [Nunes et al. 2017].

São tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações. É necessário que se pense em novas formas de agir, de interagir e que esse aprendizado contribua na inserção dos jovens no mercado de trabalho. A presença constante da tecnologia na sociedade justifica que haja a presença deste mecanismo também na escola [Nicolau et al. 2018].

No processo de ensino-aprendizagem, é importante destacar a importância do aprender fazendo, do aprender a aprender, do interesse, da experiência e da participação como base para a vida em uma democracia. As modernas pedagogias têm apontado na direção da aprendizagem ativa, do trabalho coletivo, da participação, da pesquisa e da construção do conhecimento [Xavier 2013].

Hoje não se discute se a escola deve ou não utilizar a tecnologia como ferramenta educacional, pois já é uma realidade no contexto educacional. A questão a ser debatida é como usar essas novas tecnologias de forma eficiente e proveitosa.

A grande diversidade de informações e a facilidade do acesso a essas informações podem trazer vários problemas como: plágio, conteúdos inverídicos, seleção de informações inúteis, etc. O professor deve ficar atento para esta situação e

orientar seus alunos para que isso não ocorra. As pesquisas realizadas pela internet possibilitam o acesso aos mais variados tipos de dados, porém, o excesso de informação pode atrapalhar o aluno. As informações fúteis, inverídicas e sem fundamentação teórica são outros problemas [Farias and Dias 2013].

Farias (2013) observa alguns limites na integração das TDICs na educação, tais como:

- Dificuldade para mudar os modelos curriculares atuais nas Instituições de Ensino Superior;
- Vários profissionais da educação ainda são resistentes ao uso da tecnologia como instrumento de ensino-aprendizagem;
- Falta de conhecimento tecnológico por parte de professores e alunos;
- Facilidade de dispersão dos alunos em frente às tecnologias usadas;
- Falta de apoio financeiro nas Instituições de Ensino Superior.

4 | CONCLUSÃO

A evolução das TDICs permite que a maioria da população tenha acesso à informação, o que traz mudanças profundas em várias áreas do saber, principalmente no campo acadêmico, onde é discutido e construído o conhecimento.

Sabendo que iniciação do docente poderá deparar-se com um novo perfil de aluno e uma escola imersa na cultura digital, envolvendo o uso de recursos tecnológicos na sala de aula, coloca-se que a formação inicial de professores deve oferecer não apenas condições de aplicar o conteúdo, mas também que as TDICs e a prática pedagógica tenham domínio e a prática na operação dos recursos digitais.

Conclui-se então que tais recursos educativos possuem um vasto potencial de uso na educação, em especial na formação docente. Questões como a facilidade de acesso e ambiente colaborativo permitem que se crie uma experiência de ensino-aprendizagem com mais eficácia. Na formação de professores em especial, as TDICs podem melhorar significativamente a ação pedagógica, uma vez que não apenas inserem novos dispositivos que facilitam e dinamizam o processo de ensino-aprendizagem

Nessa perspectiva, pode-se observar a potencialidade das TDICs como recurso para a formação continuada tanto de professores como de alunos. E essa possibilidade de aprendizagem contínua revela a perspectiva de construção continuada da educação na utilização das TDICs no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

Farias, L. C. and Dias, R. E. (2013). **Discursos sobre o uso das tdc's na educação em documentos ibero-americanos.** *Revista Linhas*, 14(27):83–104.

Monteiro, J., Pires, G., Lima, D., Rego, L., and Maia, D. (2015). **Formação inicial docente para as tdc's: Análise a partir do curso de pedagogia do campus central da ufrn.** In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 21, pages 454–465.

Nicolau, R., Pessoa, G., and Costa, F. (2018). **Que professor teremos na escola brasileira: nativo, imigrante ou e-migrante digital?** In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 24, page 558.

Nunes, L. L. d. S. T., da Rosa, L. Q., de Souza, M. V., and Spanhol, F. J. (2017). **Educação em rede: tendências tecnológicas e pedagógicas na sociedade em rede.** *EmRede-Revista de Educação a Distância*, 3(2):197–212.

Pereira, J. and Goncalves, M. R. B. (2017). **Tecnologias digitais da informação e comunicação na extensão universitária: Projeto redação enem.** In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 23, page 98.

Xavier, A. C. (2013). **Educação, tecnologia e inovação: o desafio da aprendizagem hipertextualizada na escola contemporânea.** *Revista (Con) textos Linguísticos*, 7(8.1):42–61.

JOGOS, CONVERGÊNCIA E NARRATIVA TRANSMÍDIA: ESTRATÉGIAS DE EXPANSÃO DO UNIVERSO NARRATIVO EM POKÉMON, RESIDENT EVIL E WARCRAFT

Data de aceite: 30/03/2020

Fabrizio Tonetto Londero

Universidade Franciscana (UFN), cursos de
Sistemas de Informação e Jogos Digitais.

Santa Maria – RS

Link lattes

Graziela Frainer Knoll

Universidade Franciscana (UFN), Cursos
de Mestrado em Ensino de Humanidades e
Linguagens, Publicidade e Propaganda e Jogos
Digitais.

Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/5909826551367365>

Guilherme Lima da Rosa Moreira

Universidade Franciscana (UFN), curso de Jogos
Digitais.

Santa Maria – RS

Link lattes

Matheus da Trindade Viegas

Universidade Franciscana (UFN), curso de Jogos
Digitais.

Santa Maria - RS

Link lattes

RESUMO: A narrativa transmídia é um tipo de narrativa que, além de mobilizar personagens, eventos e noções de tempo e espaço, é um produto da cibercultura e da convergência das mídias. Diante disso, este trabalho tem

como objetivo descrever as estratégias de expansão do universo narrativo para entender como se configuram narrativas transmídia de jogos digitais. Para tanto, foram selecionados os jogos Pokémon, Resident Evil e Warcraft, foi feito um mapeamento das histórias desses jogos e seus produtos derivados de mídia e foram identificadas as ocorrências quanto às estratégias de expansão do universo narrativo. Por fim, foi verificado como as narrativas intersticiais, paralelas e periféricas interferem ou não na macro história. Os resultados demonstram que as estratégias de expansão utilizadas pelos três jogos analisados se diferenciam em ocorrência e em número, sendo Resident Evil a franquia mais diversificada do ponto de vista das estratégias de expansão.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia; convergência; jogos; narrativa; transmídia;

GAMES, CONVERGENCE AND TRANSMEDIA NARRATIVE: EXPANSION STRATEGIES OF THE NARRATIVE UNIVERSE IN POKEMON, RESIDENT EVIL AND WARCRAFT

ABSTRACT: A transmedia narrative is a type of narrative which, in addition to mobilizing characters, events, and notions of time and space, is a product of cyberculture and the convergence of media. Given this, this paper

aims to describe the strategies of expansion of the narrative universe to understand how to configure narratives digital game broadcasts. To do so, we selected the games Pokémon, Resident Evil and Warcraft, mapped the stories of these games and their products derived from media and were identified occurrences regarding the expansion of the narrative universe. Finally, it was selected as narrative interstices, parallel and peripheral interferes or not in the macrohistory. The results show that the expansion strategies used by the three games analyzed differ in occurrence and number, being Resident Evil and franchise more diversified from the point of view of expansion strategies.

KEYWORDS: technology; convergence; games; narrative; transmedia;

1 | INTRODUÇÃO

Cada meio de comunicação possui suas características próprias, que provocam adaptações no conteúdo, inclusive no modo de narrar histórias. A narrativa transmídia, na definição de Jenkins (2008, p. 49), “é uma nova estética que surgiu em resposta à convergência das mídias – uma estética que faz novas exigências aos consumidores e depende da participação ativa das comunidades de conhecimento”, uma vez que as novas tecnologias de comunicação e informação modificaram não só os meios, mas os conteúdos e as formas como são contadas as histórias.

Diante desse enquadramento, esta pesquisa tem como objetivo descrever as estratégias de expansão do universo narrativo para entender como se configuram narrativas transmídia de jogos digitais. A pesquisa é qualitativa e, para o estudo descritivo, foram selecionados os jogos Pokémon, Resident Evil e Warcraft. Em seguida, foi feito um mapeamento das histórias desses jogos e seus produtos derivados de mídia e foram identificadas as ocorrências quanto às estratégias de expansão do universo narrativo (narrativas intersticiais, paralelas ou periféricas).

A relevância desta pesquisa se justifica pela atualidade do tema, já que o surgimento de novas práticas de comunicação e de narrativas de jogos tem relação com o conceito de narrativa transmídia, a qual transcende o meio e passa às mais variadas mídias e plataformas, principalmente digitais, de forma dinâmica. Assim, este texto inicia pelos conceitos teóricos ligados à teoria da convergência de Jenkins (2008) e da cibercultura de Lévy (1999), passa aos aspectos metodológicos da pesquisa, apresenta os resultados e discussões e finaliza com as conclusões.

2 | CONVERGÊNCIA E NARRATIVA TRANSMÍDIA

Os jogos digitais modificaram a forma como os indivíduos lidam com a tecnologia, por afetarem de modo significativo não só o entretenimento e a ludicidade, mas também a cultura como um todo. Ao contrário do que se pensava no

início da revolução tecnológica, marcada pela comercialização do microcomputador nos anos 70 e continuada nos anos 80 e 90, quando a informática afetou todas as formas de multimídia e passou a entrar em outros aspectos culturais, como cinema e televisão (LÉVY, 1999), os meios digitais não simplesmente substituíram os meios de comunicação anteriores, mas se modificaram. Isso está relacionado à teoria da convergência, que, segundo Jenkins (2008, p. 31), “presume que novas e antigas mídias irão interagir de formas cada vez mais complexas”.

Esse fenômeno acontece também com os jogos digitais, que têm sua configuração e suas formas de narrativa modificadas pelas possibilidades tecnológicas e de criação. De acordo com Jenkins (2008, p. 27), a convergência refere-se ao: “[...] fluxo de conteúdos através de múltiplos suportes midiáticos, à cooperação entre múltiplos mercados midiáticos e ao comportamento migratório dos públicos dos meios de comunicação”. E se a convergência tem o poder de transformar práticas interativas, comportamentos ligados a jogos e a cultura, isso se deve à participação ativa dos consumidores (usuários), conforme buscam novos caminhos e fontes de informação, uma participação ativa de consumidores e, inclusive, fãs de algum conteúdo, que corresponde ao que Jenkins (2008) chama de cultura participativa.

O conceito de cultura participativa tem sua origem na teoria da cibercultura de Lévy (1999): “O ciberespaço, dispositivo de comunicação interativo e comunitário, apresenta-se justamente como um dos instrumentos privilegiados da inteligência coletiva”, ou seja, é por meio do ciberespaço que os indivíduos compartilham conhecimentos de forma cooperativa, fazendo ampliar o conhecimento sobre um assunto. Jenkins (2008) observa que a distinção feita por Lévy entre conhecimento compartilhado e inteligência coletiva está na cooperação.

Recuero (2009) acrescenta que os fãs elaboram uma cultura própria e uma identidade a partir das interações que estabelecem entre si e com os conteúdos. É o fã que, por sua atuação constante e seu interesse em uma série, por exemplo, leva um produto de mídia para seu cotidiano, colocando o assunto em discussão, caracterizando um envolvimento emocional com o tema ou objeto: “a diferença entre assistir a um seriado e tornar-se fã está na intensidade de seu envolvimento emocional e intelectual” (JENKINS, 2015, p. 73).

A partir da ação dos fãs e dos envolvimento diferenciados com os conteúdos, surgiram novos tipos de narrativas, e um conceito derivado da teoria da convergência é a narrativa transmídia, que Jenkins (2008) define a partir da análise do filme Matrix (1999). Ao extrapolar uma mídia e migrar para diversas outras, a narrativa de Matrix tornou-se complexa e iniciou um fenômeno de envolvimento do público com a obra, o que foi posteriormente explorado por outros produtos de mídia. Esse fenômeno é cultural e está ligado ao mercado, pois, conforme Jenkins (2008, p. 142) explica, “mídias diferentes atraem nichos de mercado diferentes”. Esse entendimento faz com

que as narrativas de jogos se reformulem e provoquem reflexos nas relações entre os produtores e consumidores de conteúdos midiáticos, já pensando nas estratégias de expansão de uma franquia.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve abordagem qualitativa, já que o foco foi descrever as estratégias de expansão para compreender a forma como se relacionam entre si. As narrativas selecionadas para análise das estratégias de expansão do universo narrativo foram: Pokémon, Resident Evil e Warcraft. Como critérios de inclusão, foram selecionados esses jogos por se enquadrarem nos seguintes critérios: sua primeira narrativa (macro história ou narrativa principal) foi lançada em jogo digital, são produtos de mídia ainda em produção ou expansão, têm comunidades atuantes de fãs e estão presentes em seis ou mais mídias diferentes. A escolha também foi por acesso dos pesquisadores às narrativas principais e derivadas.

Assim, os universos narrativos foram listados com as suas principais narrativas e/ou primeiro lançamento daquele tipo de narrativa (jogo, livro, mangá, etc.) e categorizados em uma matriz de análise, a qual incluiu: a identificação do produto transmídia (filme, jogo ou livro), elementos da narrativa (unidade de tempo em relação à macro história, unidade de local, ação principal, personagens principais e secundários) e estratégias de expansão do universo ficcional.

As estratégias de expansão do universo ficcional, segundo Scolari (2015), são as seguintes: a) criação de micro histórias intersticiais - enriquecem o universo ficcional da narrativa original, podem ter importância entre temporadas, versões e episódios. Os eventos têm uma relação próxima com a macro história; b) criação de histórias paralelas - uma história se desenrola ao mesmo tempo em que a macro história. Pode se tornar um spin-off; c) criação de histórias periféricas - são distantes da macro história, podem ser muito ou pouco distantes, pois a relação entre as histórias é fraca; d) criação de conteúdo produzido por fãs - se chegam a ter algum aproveitamento na macro história ou nas narrativas derivadas.

Para compreender essas distinções, as três primeiras estratégias foram assim representadas (Figura 1).

1



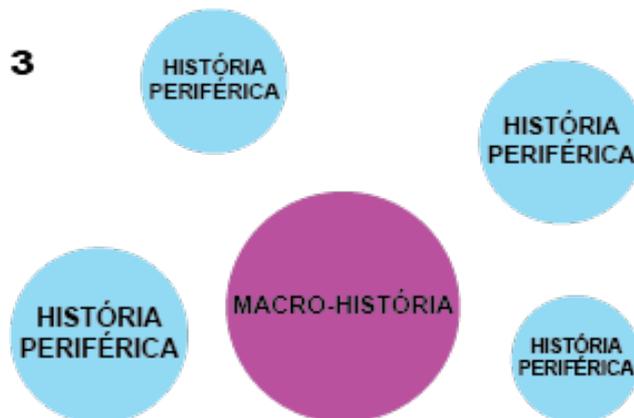
Tempo sequencial ou simultâneo

2



Tempo simultâneo

3



Tempo indiferente

Figura 1 - Estratégias de expansão do universo ficcional

Fonte: elaboração dos autores.

Destaca-se que a unidade de tempo foi identificada a partir da relação com a macro história ou narrativa principal. Assim, foi considerado tempo presente na

narrativa da macro história e, conseqüentemente, presente, passado ou futuro nas narrativas derivadas (intersticiais, paralelas ou periféricas) conforme sua relação com os eventos da narrativa principal. Em seguida, foram apresentados e relacionados entre si os principais resultados da descrição, apresentados no próximo tópico.

4 | INVESTIGANDO AS NARRATIVAS

As narrativas dos três jogos selecionados são ficcionais: Pokémon narra a jornada de uma criança que captura criaturas para treiná-las para batalhas; Resident Evil narra a história de um grupo de forças especiais enviado para investigar supostos casos de canibalismo e violência em uma cidade norte-americana, o que os leva até uma mansão onde descobrem um laboratório em que foi desenvolvido um vírus; já Warcraft narra a história de um conflito entre Orcs e humanos que disputam terras na cidade fantasia de Azeroth. Os subprodutos de mídia de Pokémon e Resident Evil foram lançados quase que imediatamente ou no mesmo ano após o lançamento do jogo digital, enquanto que Warcraft demorou sete anos para ser lançado em outra mídia. Isso demonstra que os dois primeiros jogos exploraram com muita brevidade o potencial de convergência e de transmídia da macro história, ao contrário de Warcraft.

Pokémon possui sua narrativa principal contada através dos jogos digitais, sendo depois traduzida e adaptada para outros tipos de mídia, procurando abranger diversos públicos. Sendo assim, duas de suas mídias secundárias (anime e mangá) utilizam como estratégia de expansão do universo narrativo a criação de histórias paralelas, ou seja, que se passam no tempo simultâneo ao da macro história (história principal do jogo digital), com narrativas muito próximas da original. Já no cinema, a abordagem da franquia ocorre de forma semelhante às *side-quests*¹ nos videogames, em que também são criadas histórias paralelas, porém, em relação ao anime. Essas estratégias de expansão por meio de histórias paralelas enriquecem o universo de Pokémon, contudo, sem interferir na macro história, o que torna a narrativa derivada (secundária) complementar mas não fundamental à compreensão da macro história. Para as outras mídias localizadas na forma de jogos analógicos (*Trading Card Game* e jogos de tabuleiro), foi identificado apenas o uso do universo de Pokémon e seus personagens, criando-se uma história periférica, em que o tempo é indiferente em relação à macro história, com o intuito de propiciar uma experiência alternativa aos fãs da série e relativamente distante da história principal original.

Já sobre os dados encontrados no mapeamento de Resident Evil, antes é preciso observar que, conforme apresentado por Paula (2017) e Mejia (2012),

¹ *Side-quests* são missões secundárias oferecidas aos jogadores para acumular recompensas adicionais e aumentar a duração de um jogo.

a famosa série de jogos do estilo *survivor horror* sofreu importante influência do jogo *Alone in The Dark*, pioneiro do estilo. Sem essa influência, Resident Evil seria apenas mais um jogo de tiro em primeira pessoa e não teria a importância e o valor que atualmente lhe são atribuídos. O mapeamento descritivo da série Resident Evil remete a diferentes mídias que expandem o universo ficcional da série. Além dos jogos da série principal, existem HQs, livros, filmes, animações e board game, além de outros quinze jogos que enriquecem a narrativa principal, excluindo da análise os antigos jogos para celulares. Um aspecto de destaque na forma de narrativa da série é a utilização de formas diversificadas de narrativa, ou seja, há uma diversidade de conteúdos com narrativa paralela, intersticial ou periférica. As primeiras estratégias de expansão da narrativa assumidas pela série classificam-se como narrativas intersticiais, e isso ocorreu na forma de livros e HQs com o intuito de levar a narrativa principal para outras mídias e tornar a série mais conhecida de diferentes nichos de interesse. Isso também ocorreu em alguns jogos digitais da franquia, como *Resident Evil Remake* e *Resident Evil Deadly Silence*, que levaram a narrativa original para outros consoles, atingindo outros públicos.

Enquanto isso, o mapeamento do universo de Warcraft demonstrou que, após analisados romances, *comics* e mangás (57 mídias no total), foram identificadas 41 micro histórias intersticiais, ao passo que o restante são histórias paralelas. Dentre essas mídias, 23 livros e 16 HQs enriquecem a narrativa original de Warcraft por meio da estratégia de micro história intersticial, enquanto apenas dois mangás utilizam essa estratégia. Essas foram as principais mídias utilizadas para a expansão do universo, mas também há um áudio série, um filme e cinco séries animadas que se classificam como micro histórias intersticiais, além de livros e DVDs que mostram mais sobre o processo de criação das artes e dos bastidores e se classificam como narrativas periféricas, já que são distantes da macro história e não interferem na compreensão do conteúdo da narrativa principal. As narrativas do tipo periféricas, ou seja, que possuem uma relação fraca ou distante da macro história, também foram encontradas em jogos de tabuleiro, livros de RPG, revistas e jogos de cartas (*Trading Card Game*).

Assim, grande parte das narrativas transmídias de Warcraft são micro histórias intersticiais que incrementam o passado de personagens vistos nos jogos, levando a entender os acontecimentos na narrativa principal. Além disso, também são criadas diversas histórias periféricas com novos personagens e eventos, os quais têm menor importância para a narrativa principal (original). Como um aspecto adicional às narrativas, a criação de *World of Warcraft*, um *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game* (MMORPG), permitiu que todas as narrativas transmídias de Warcraft fossem ilustradas e vividas dentro desse mesmo jogo.

Observou-se que as estratégias de expansão utilizadas pelos três jogos

analisados são diferentes, tanto em ocorrência, quanto em número. Pokémon utiliza histórias paralelas em grande parte de suas mídias secundárias, ou seja, as narrativas transmídias se desenvolvem paralelamente à macro história. Resident Evil utiliza os quatro tipos de estratégias de expansão, mas cria principalmente histórias periféricas, isto é, as quais possuem fraca relação com a macro história e podem se tornar *spin offs* entre jogos ou entre temporadas e séries. Além disso, Resident Evil utiliza principalmente jogos digitais como mídia de expansão do universo ficcional. Já em Warcraft são criadas, principalmente, micro histórias intersticiais, enriquecendo a diegese² da narrativa por meio de romances e HQs.

Franquia	Estratégia predominante de expansão	Produtos de mídia secundários
Pokémon	Histórias paralelas.	Animes, mangás, DVDs, jogos de tabuleiro, jogos de cartas.
Resident Evil	Histórias periféricas.	Filmes, romances, comics, DVDs, animações, jogos de tabuleiro, jogos de cartas, livros de RPG e revistas.
Warcraft	Micro-histórias intersticiais.	Romances, comics, mangás, DVDs, jogos de tabuleiro, jogos de cartas, livros de RPG e revistas.

Quadro 1 – Síntese dos dados

Dos três jogos analisados, Resident Evil é a única franquia que aceita oficialmente conteúdo produzido por fãs, realizando, portanto, uma quarta estratégia de expansão do universo narrativo. Ressalva-se, porém, a inclusão, no jogo de Warcraft, de um personagem (o chamado *Red Shirt Guy*) que ilustra um fã que participou de um evento com os criadores do jogo (Blizzcon), o que também pode se encaixar na quarta estratégia de expansão considerando-se que as observações feitas por esse fã geraram um novo personagem e eventos adicionais à narrativa.

5 | CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível entender que os jogos digitais afetaram diversos aspectos da cultura contemporânea, inclusive a forma de narrar histórias. Considerando-se o contexto de produção dos jogos digitais e a lógica econômica que está por trás das produtoras, infere-se que o uso de narrativas transmídias e, assim, de estratégias de expansão do universo ficcional, não são apenas artefatos criativos, pois estão ligados a uma lógica de consumo. Em outras palavras, a existência de diversos produtos de mídia em diferentes suportes midiáticos possibilita que outros nichos de interesse e públicos sejam explorados, já que o público que não gosta, por exemplo, de consumir HQs ou mangás pode se sentir atraído por um filme no cinema

2 Realidade própria da narrativa.

ou uma animação que dê continuidade à narrativa de um jogo.

Conforme visto a partir da teoria da convergência de Jenkins (2009, p. 49), “para viver uma experiência plena num universo ficcional, os consumidores devem assumir o papel de caçadores e coletadores, perseguindo pedaços da história pelos diferentes canais”. Sendo assim, lançar narrativas transmídias é, em si, uma estratégia para manter ativo o papel dos fãs e o seu interesse, mesmo nos períodos entre o lançamento de séries de jogos. Ao mesmo tempo, por não criar simplesmente uma cópia ou continuação linear da narrativa principal do jogo (macro história), essas franquias motivam o consumo das suas narrativas derivadas, seja pela complementação necessária à compreensão da macro história, seja pelo enriquecimento da narrativa principal quase que alegórico, ou seja, com menor importância para a compreensão de personagens e eventos.

É nesse sentido que se fazem importantes as diferentes estratégias de expansão do universo ficcional e, conforme visto no mapeamento dos dados de Pokémon, Resident Evil e Warcraft, a franquia que mais se diversifica do ponto de vista das estratégias de expansão é Resident Evil. A diversificação faz com que, de uma mídia para outra, uma narrativa tenha mais ou menos importância para a compreensão da narrativa original. Nesse ponto acerca da estratégia de criação a partir de conteúdos criados por fãs, quem não investe na participação mais ativa do público, ou seja, quem não explora o conceito de cultura participativa (JENKINS, 2009) mais amplamente, é a franquia Pokémon, caracterizando um domínio sobre a expansão da narrativa mais centrado nos seus produtores do que no comportamento livre dos fãs na era da cibercultura. Por outro lado, ainda é o interesse e o envolvimento emocional dos fãs com a franquia que garante a sua expansão e longevidade.

REFERÊNCIAS

JENKINS, Henry. **Cultura da Convergência**. trad. Susana Alexandria. São Paulo: Aleph, 2008.

JENKINS, Henry. **Invasores do texto: fãs e cultura participativa**. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

MEJIA, Robert. **Playing the crisis: video games and the mobilization of anxiety and desire**. 2012. 276 f. Tese (Doutorado em Filosofia da Comunicação) – University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana-Illinois, 2012.

PAULA, Cássio Remus de. **Videogames e ficção científica: representações do futuro caótico nas séries half-life e metal gear solid**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado em História, Cultura e Identidades) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

RECUERO, Raquel. **Redes sociais na internet**. Porto Alegre: Sulina, 2009.

SCOLARI, Carlos Alberto. Narrativas transmídias: consumidores implícitos, mundos narrativos e

branding na produção da mídia contemporânea. **Parágrafo**, v. 1, n. 3, p. 7-19, jan./jun. 2015.

KIDUCA: UMA PLATAFORMA GAMIFICADA DIRECIONADA AO ENSINO FUNDAMENTAL

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 15/01/2020

Fábio Rodrigo Colombini

Departamento de Jogos Digitais, Centro
Universitário Facens
Sorocaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/1767899610255437>

Johannes Von Lochter

Departamento de Jogos Digitais, Centro
Universitário Facens
Sorocaba - SP
<http://lattes.cnpq.br/8704682239077456>

RESUMO: Kiduca é uma plataforma gamificada cujo público alvo são os alunos do ensino fundamental, do primeiro ao quinto ano. Dentro dessa plataforma, os alunos de cada escola relacionam-se entre si e convivem em bairros, os quais são representados tematicamente por disciplinas diferentes. Cada bairro hospeda um grupo de jogos pedagógicos baseados na Base Nacional Comum Curricular, e existem elementos de competição integrados à plataforma para engajar os alunos a participarem e aprenderem. Este artigo traz elementos observados durante a criação dessa plataforma e compartilha experiências do desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: gamificação; convivência

online; ensino fundamental.

KIDUCA: AN ELEMENTARY SCHOOL GAMIFIED PLATFORM

ABSTRACT: Kiduca is a gamified platform made for elementary school students, first to fourth grade. Using this platform, students can interact to each other and live in many neighborhoods, which are decorated and represent different subjects. Each neighborhood hosts a couple of pedagogical games carefully crafted to attend a national plan for education, also enabling each student to compete between them, promoting engagement and fruitful environment to learn more. This paper reports elements noted during the development of this platform and share development experiences.

KEYWORDS: gamification; online behavior; elementary school.

1 | INTRODUÇÃO

É notório o crescente desinteresse pela educação por parte dos alunos, como apontado por Ana Maria Diniz em sua coluna no jornal Estadão¹. Para contornar este quadro, novas metodologias de ensino têm sido propostas, as quais são chamadas de metodologias ativas ou inovadoras (FARIAS, 2015).

1 “Socorro, meu filho não quer estudar” - Estadão. Disponível em <https://bit.ly/2Rm0cu7>, acessado em 15/01/2020.

Existe um esforço conjunto muito grande de aplicar metodologias ativas tomando conta das salas de aulas nos mais diversos níveis de ensino, dentro e fora do Brasil. Para Farias *et al.* (2015), métodos de aprendizagem ativa são considerados efetivos quando são baseados em aprendizagem significativa; favorecem a construção do conhecimento em grupo; e permitem que quem esteja aprendendo entenda a aplicação do conhecimento de forma prática.

Muitas das técnicas conhecidas hoje como metodologias ativas são funcionais para o ensino superior, como a aprendizagem por projetos, por pares e por equipes. Para faixas etárias menores, a aprendizagem baseada em jogos tem mostrado melhores resultados (RODRIGUEZ, 2013).

Os trabalhos de Kapp (2012) e Sheldon (2011) relatam a importante oportunidade que os jogos trazem para o contexto do ensino e como os educadores podem melhorar a eficácia e a eficiência do processo de aprendizagem. Além disso, o desenvolvimento das tecnologias e da computação vêm favorecendo a adoção e a utilização de jogos eletrônicos na sala de aula.

Nesse contexto, a plataforma gamificada Kiduca foi idealizada para atender o nicho de metodologias ativas no ensino fundamental e tem o conceito de “aprender brincando”. Podendo ser utilizada tanto dentro de sala de aula como em atividades para casa, a plataforma coloca o aluno em um ambiente virtual e o torna responsável pela sua aprendizagem e o seu ritmo de aprender.

Este artigo retrata a plataforma gamificada Kiduca sob o ponto de vista analítico com relação aos aspectos importantes de uma metodologia ativa levantados por Farias *et al.* em consonância com Kapp e Sheldon. O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: na Seção 2 é apresentada a plataforma e sua criação; na Seção 3 são tratadas as características de aprendizagem adaptativa presente na plataforma; na Seção 4 são discutidos aspectos de gamificação que se alinham às metodologias ativas; a Seção 5 traz a importante questão da socialização e como a informação é monitorada pela escola e os responsáveis pelo aluno; finalmente, na Seção 6 são abordadas as conclusões e trabalhos futuros.

2 | A PLATAFORMA

A plataforma Kiduca foi concebida para aumentar a convivência e a interação entre os alunos do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental. Kiduca começou a ser desenvolvida em 2012 e está em constante atualização de conteúdo e tecnologias. Em 2019, a plataforma foi levada para mais de 450 escolas no Brasil todo através de uma parceria firmada com o Grupo Eleva Educação².

O desenvolvimento da plataforma foi realizado na arquitetura cliente-servidor.

2 Eleva Educação. Disponível em <https://elevaeducacao.com.br/>, acessado em 15/01/2020.

O lado cliente foi desenvolvido com Flash, HTML5 e Unity WebGL, e há um plano em execução de migração para Unity PC e Mobile. O lado servidor foi desenvolvido utilizando PHP e MySQL, rodando sobre um servidor Apache, e um servidor SmartFox para gerenciar as conexões por *socket* necessárias para os jogos e a interação em tempo real.

Kiduca é referida como plataforma, pois abrange um ambiente de convivência MMO (*massive multiplayer online*), no qual os alunos de uma mesma escola podem se encontrar virtualmente. O ambiente está dividido em 6 bairros: Bairro de Português, Matemática, Ciências, Geografia, História e Multidisciplinar. O espaço virtual disponível para os alunos interagirem pode ser observado na Figura 1. Os menus são intuitivos e simples, confeccionados para melhorar a usabilidade da plataforma pelas crianças.

Os jogos pedagógicos se encontram dentro de cada bairro e cada jogo aborda um assunto da Base Nacional Comum Curricular³ (BNCC). Um dos jogos da plataforma, Macaculando, é apresentado na Figura 2 para exemplificação do conteúdo disponível na plataforma.



Figura 1 – O mundo virtual da plataforma Kiduca.

Fonte: Os autores.

3 Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acessado em 15/01/2020.

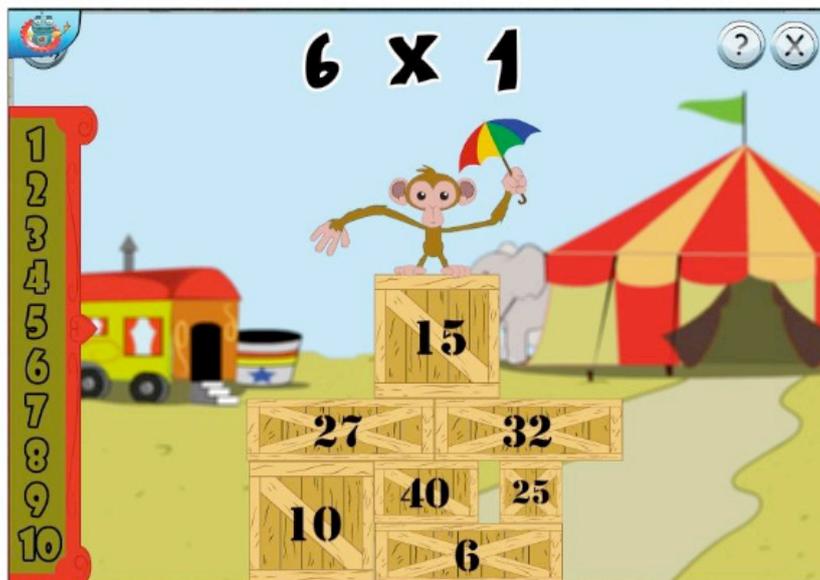


Figura 2 – Jogo Macaculando da plataforma Kiduca.

Fonte: Os autores.

A plataforma pode ser acessada por três papéis distintos: escola, professor e aluno. Cada um com suas funcionalidades específicas. No papel da escola e professor, uma das principais ferramentas da plataforma são os relatórios que podem ser gerados com os dados recolhidos pelos alunos. No relatório de erros, por exemplo, cada erro cometido por um aluno é salvo no sistema. O professor pode acessar e analisar onde os alunos estão errando com mais frequência e trabalhar esse conteúdo em sala de aula para aperfeiçoamento.

Além do conteúdo desenvolvido pela equipe do Kiduca, o professor pode adicionar elementos complementares para auxiliar na aprendizagem de um determinado tema abordado em sala de aula. O professor pode criar missões com livros em PDF da biblioteca, vídeos do YouTube que estão no cinema e links externos de outros sites. Com isso, podem ser criados desafios com várias missões que apresentam formas diferentes de abordar um mesmo assunto.

Somando todas as funcionalidades de entretenimento às pedagógicas, o professor ainda pode adicionar conteúdos personalizados em forma de jogo. Existem *templates* de jogos onde o professor consegue criar jogos com novos conteúdos, como *quiz* animado, jogo estilo Trunfo, quebra-cabeças, entre outros. Esses jogos criados pelos professores também viram missões dentro da plataforma.

Todos os esforços para tornar a plataforma flexível e permitir que os professores também adicionem conteúdos específicos para seu público de alunos foram pensados no conceito de aprendizagem adaptativa, colocando o aluno no protagonismo do seu aprendizado.

3 | APRENDIZAGEM ADAPTATIVA

A sociedade observou que cada pessoa tem sua maneira e seu ritmo de aprender. Nesse contexto, a aprendizagem adaptativa virou objeto de estudo de muitas linhas pedagógicas. Isso se deve ao fato de que a aprendizagem adaptativa prioriza o processo de ensino e aprendizagem de forma personalizada e individual (ENNOUAMANI, 2017).

O processo de aprendizagem adaptativa se inviabiliza pelo custo e a demanda de um número expressivo de professores para atender individualmente cada aluno. Nesse sentido, a implementação da aprendizagem adaptativa por meio de sistemas eletrônicos já é realidade em algumas plataformas (IBRAHIM, 2016). Khan Academy⁴ é um exemplo de sistema de aprendizagem adaptativa, pois oferece exercícios personalizados de assuntos relacionados a cálculo, física e química, e o aluno faz sua progressão de forma gradual e no próprio ritmo.

A plataforma Kiduca foi construída baseada em aprendizagem adaptativa, pois o conteúdo pedagógico foi selecionado para que cada aluno tenha progressão contínua em seu aprendizado. No ambiente virtual existe um Tutor (personagem robô) que guia o aluno por missões que deverão ser cumpridas para abrir novos desafios. A progressão pode acontecer tanto na vertical, seguindo o fluxo normal dado pelo Tutor, quanto na horizontal, onde o aluno pode seguir um caminho alternativo de conteúdo (Figura 3).



Figura 3 – Painel de desafios na plataforma Kiduca.

Fonte: Os autores.

Na aprendizagem adaptativa, o aluno tem autonomia em progredir e não

⁴ Khan Academy - Cursos gratuitos. Disponível em <https://www.khanacademy.org/>, acessado em 15/01/2020.

dependem do desempenho de seus colegas. A autonomia da aprendizagem está relacionada com a responsabilidade e com o protagonismo que o aluno tem na nova maneira de aprender em ambientes inovadores de ensino (LOPES, 2018). Aos poucos, o aluno ainda criança desenvolve o senso crítico de como deve investir seu tempo em aprender, e aprende que o reflexo disso é aprender mais e terminar antes os conteúdos previstos.

Uma das grandes vantagens da aprendizagem adaptativa por meio de sistemas eletrônicos observado dentro da plataforma Kiduca é a flexibilidade que o aluno tem de experimentar os jogos, aprender através dos seus erros e não ficar inibido de errar, como poderia acontecer em frente a uma sala de aula.

4 | ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO

Na plataforma Kiduca, os jogos pedagógicos são os elementos mais atrativos para os alunos, e também são os objetos de principal interesse para a instituição de ensino. Neles são observados o desempenho dos alunos e as principais dificuldades. Os jogos pedagógicos são considerados “*serious games*”, onde o principal objetivo é instruir e não apenas entreter.

Atrair os alunos para esse tipo de conteúdo mais sério, mesmo se tratando de um jogo, demandou a inserção de certos elementos na plataforma para que os alunos ficassem motivados a participar dos jogos, os quais são discutidos a seguir.

- Dinheiro virtual: A pontuação obtida ao desbloquear os níveis e ultrapassar determinadas pontuações previamente determinadas para cada jogo recompensa o jogador com o dinheiro virtual da plataforma. Esse dinheiro pode ser utilizado para personalizar o avatar, ou seja, a aparência do aluno dentro do ambiente virtual da plataforma. Essa recompensa é valiosa para o aluno, pois é a única maneira de adquirir roupas diferenciadas para seu avatar, e até mesmo mobiliar sua casa virtual.
- Casa virtual: Os alunos têm um espaço residencial dentro da plataforma que pode ser mobiliado e customizado. Esse espaço também se torna um local de visita para outros alunos, aumentando as opções e lugares virtuais de convívio. Da mesma maneira que existe uma comparação quando se trata dos vestuários, as casas também se tornam objeto de comparação e competição, como a casa mais bonita ou melhor mobiliada.
- Experiência: Todas as atividades desenvolvidas dentro da plataforma também são restituídas ao jogador em formato de pontos de experiência, e os jogadores podem ostentar seus níveis e mostrar quem está mais avançado também. A experiência também serve para os educadores acompanharem o desenvolvimento do aluno na plataforma, e é um importante indicador da

utilização dos recursos disponíveis.

- Pérola: Outra moeda virtual disponível na plataforma é a pérola, a qual o jogador ganha através de boas ações feitas dentro do ambiente virtual. Essas boas ações são doação de roupas na plataforma, descarte correto de pilhas (item utilizado dentro da plataforma) e reciclagem de materiais.
- Itens colecionáveis: Existe um álbum de figurinhas a ser preenchido pelo jogador. As figurinhas são recompensas por superar a pontuação avançada de um determinado jogo educativo, mostrando um domínio do mesmo.
- Recordes: Todos os jogos dentro da plataforma apresentam recordes mostrando os 10 primeiros colocados. Cada recorde alcançado, cada item adquirido e conquista alcançada é mostrado no Rededuca em forma de Share.

Os elementos de gamificação também têm o importante papel de estimular a competitividade saudável na plataforma. O trabalho de Tom Verhoeff (1997) retrata como as raízes da educação e das competições são obscuras através da História, e como a combinação de ambas podem levar a sociedade a um novo estágio de interesse por estudo e educação. A competitividade, segundo o autor, está no cerne dos seres humanos, e a educação pode tirar proveito disso quando usado da maneira correta. Na plataforma Kiduca, os elementos de gamificação foram pensados para fomentar a competição saudável entre os alunos e mostrar a recompensa pelo esforço que cada aluno pode ter ao se dedicar.

5 | SOCIALIZAÇÃO

A socialização também é um aspecto importante da educação e do convívio, e é uma das habilidades trabalhadas na plataforma Kiduca. O ambiente *multiplayer* oferece um *chat* para trocar mensagens em tempo real, uma caixa de correio para enviar mensagens a serem lidas posteriormente e uma rede social chamada Rededuca.

Toda a comunicação nesses canais é registrada, permitindo que os professores e administradores da escola acessem e analisem as conversas posteriormente. Essas ferramentas de comunicação acabam gerando conteúdo para a escola detectar comportamentos agressivos entre alunos, como *bullying*, que algumas crianças na presença de outras pessoas podem não cometer, mas no ambiente virtual acabam mostrando algumas instabilidades emocionais.

Também faz parte do conceito de socialização na plataforma Kiduca as questões de cidadania, caráter, ética e moral. São trabalhados assuntos relacionados a meio ambiente, onde os alunos devem se preocupar em reciclar materiais, colocar lixo no devido lugar; questões de sustentabilidade, como a reciclagem de pilhas; a

doação de roupas compradas no Shopping para estimular o desapego material e instinto altruísta na criança; entre outros. Esses conceitos também estão presentes nos desafios, como a missão de construir um Teletransporte. Ao construí-lo, o aluno ganha a opção de se teletransportar de um bairro ao outro sem precisar caminhar até o local. Enquanto a construção depende de pilhas, e essas pilhas se esgotam, faz parte do desafio e da missão, que o aluno descarte corretamente as pilhas no coletor.

6 | CONCLUSÃO

Este artigo retratou a criação da plataforma Kiduca e a importância da aprendizagem baseada em jogos, bem como se estendeu para o campo da aprendizagem adaptativa e a influência dos sistemas eletrônicos na implantação dos modelos adaptativos de aprendizagem.

A plataforma foi desenvolvida para o público do ensino fundamental, do primeiro ao quinto ano, utilizando tecnologias referências de mercado, como Unity. A plataforma é um ambiente virtual para a interação dos alunos de uma mesma escola. Nesse ambiente são monitorados o desempenho dos alunos nos diversos jogos da plataforma e também toda a interação social por meio de conversas e mensagens através de uma rede social própria do jogo, para identificar alunos com instabilidade emocional e praticantes de *bullying*.

Os elementos de gamificação introduzidos na plataforma Kiduca foram criados para engajar o aluno na participação da plataforma e tornar o aprendizado divertido. Todos os jogos e o progresso do aluno na plataforma foram alinhados com os principais pensamentos pedagógicos da área de aprendizagem adaptativa. Nesse modelo, o aluno é protagonista e responsável pela sua aprendizagem, e pode determinar o ritmo que aprende; e o professor consegue acompanhar individualmente com mais atenção cada aluno, apoiado pela plataforma, que atua como um sistema eletrônico de aprendizagem adaptativa.

As atividades da plataforma são condizentes com a Base Nacional Comum Curricular e os resultados observados foram positivos desde o início do desenvolvimento da plataforma em 2012, rendendo uma parceria com o grupo de educação Eleva em 2019, alavancando a utilização da plataforma para 450 escolas em todo o Brasil.

REFERÊNCIAS

S. ENNOUAMANI & Z. Mahani, “An overview of adaptive e-learning systems,” 2017, pp. 342–347.

P. A. M. d. FARIAS, A. L. d. A. R. MARTIN, and C. S. CRISTO, “**Aprendizagem ativa na educação em saúde: Percorso histórico e aplicações**”, Revista Brasileira de Educação Médica, vol. 39, pp. 143 – 150, 2015.

M. S. IBRAHIM & M. HAMADA, “**Adaptive learning framework**,” 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), pp. 1–5, 2016.

K. M. KAPP, “**The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**”, 1st ed. Pfeiffer & Company, 2012.

L. M. M. LOPES & V. S. RIBEIRO, “**O estudante como protagonista da aprendizagem em ambientes inovadores de ensino**”, CIET:EnPED, 2018.

F. RODRIGUEZ, N. KERBY, K. BOYER, “**Informing the design of a game-based learning environment for computer science: Apilot study on engagement and collaborative dialogue**”, CEURWorkshop Proceedings, vol. 1009, pp. 30–39, 01 2013.

L. SHELDON, “**The Multiplayer Classroom: Designing Coursework As a Game**”, 1st ed. Boston, MA, United States: CourseTechnology Press, 2011.

T. VERHOEFF, “**The role of competitions in education**,” 1997.

LABORATÓRIO REMOTO AUMENTADO: O USO DE REALIDADE AUMENTADA PARA APRIMORAR LABORATÓRIOS REMOTOS

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 10/01/2020

Priscila Cadorin Nicolete

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS)

Porto Alegre – Rio Grande do Sul
orcid.org/0000-0002-4185-6417

Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS)

Porto Alegre – Rio Grande do Sul
orcid.org/0000-0002-5669-588X

Eduardo Oliveira Junior

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Araranguá – Santa Catarina

<http://lattes.cnpq.br/1674566745450259>

Eduardo de Vila

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Araranguá – Santa Catarina

<http://lattes.cnpq.br/6400965538453194>

Juarez Bento Silva

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Araranguá – Santa Catarina

orcid.org/0000-0002-5604-0576

Marta Adriana da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Araranguá – Santa Catarina

<https://orcid.org/0000-0002-0002-9781>

Aline Coelho dos Santos

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Araranguá – Santa Catarina

orcid.org/0000-0002-0931-2372

RESUMO: Os Laboratórios Remotos Aumentados (LRA) podem ser criados pela união de técnicas de Realidade Aumentada com Laboratórios Remotos, permitindo que os usuários desses laboratórios obtenham experiências mais ricas e complexas no experimento em estudo. O estudo aqui exposto apresenta as características desta combinação, suas vantagens e mostra um exemplo de implementação voltado ao campo conceitual dos conceitos básicos de eletricidade e circuitos elétricos.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada, Laboratório Remoto, Ensino.

AUGMENTED REMOTE LABORATORY: AUGMENTED REALITY FOR THE IMPROVEMENT OF REMOTE LAB

ABSTRACT: Augmented Remote Laboratory (ARL) can be created by combining Augmented Reality techniques with Remote Labs, allowing users of these labs to gain richer and more complex experiences in the experiment under study. The study presented here presents the characteristics of this combination, its

advantages and shows an example of implementation focused on the conceptual field of the basic concepts of electricity and electrical circuits.

KEYWORDS: Augmented Reality, Remote Lab, Teaching.

1 | INTRODUÇÃO

A implantação de Laboratórios Remotos e de Laboratórios Virtuais têm sido viabilizadas pelo desenvolvimento da tecnologia digital e seu uso começa a ficar cada vez mais viável no ambiente educacional. Tais tipo de laboratórios são soluções possíveis para contornar certas limitações dos laboratórios reais, necessário para o ensino, em especial de ciências. Os obstáculos usuais no uso de laboratórios reais derivam de custo elevado (instalação, equipamentos, insumos e equipe de apoio), disponibilidade limitada (tempo e espaço) e riscos associados.

Os Laboratórios Virtuais (LV) são implantados através de software que possibilita aos estudantes manipular experimentos observando e interferindo em fenômenos que são simulações computacionais da realidade. Os Laboratórios Remotos (LR), são experimentos reais que podem ser acessados a distância, esse acesso é realizado por meio de alguma interface que realiza a mediação entre o aluno e o equipamento (LIMA et al., 2016). Uma abordagem usual consiste em transmitir vídeo com imagem do laboratório remoto mostrando o desenvolvimento do experimento em função dos parâmetros fornecidos pelo usuário.

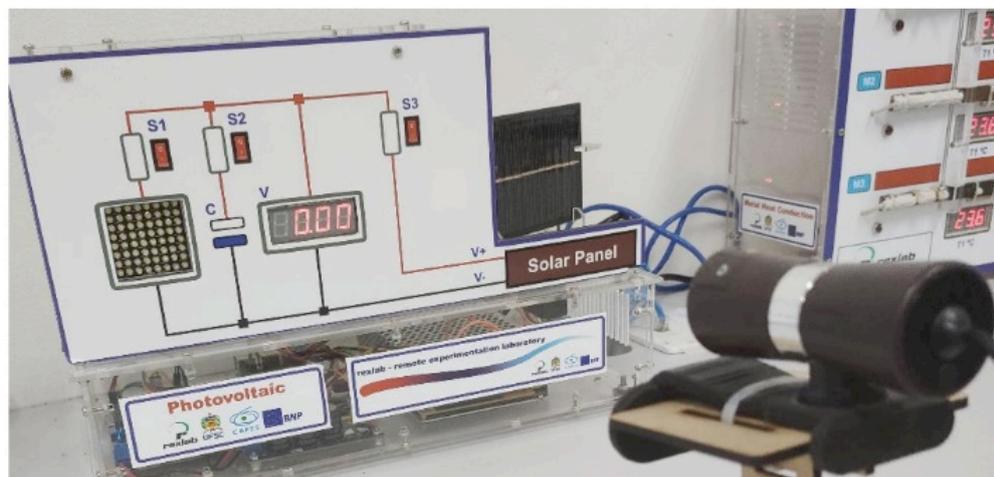


Figura 1 - Laboratório Remoto “Conversão de energia luminosa em energia elétrica” que pode ser acessado em <http://relle.ufsc.br/labs/10>

Estes dois tipos de laboratórios são opções para instituições de ensino que não possuem laboratórios presenciais, ou que pretendem estender seus recursos escassos, ou ainda que desejem compartilhar equipamentos com outras instituições, e, dessa forma, permitir que um maior número de alunos obtenha conhecimentos práticos em diversas áreas do conhecimento. Além disso, o uso desses laboratórios

não está limitado a uma sala de laboratório, em um horário específico, como nos laboratórios reais *hands-on*. Essas tecnologias permanecem disponíveis aos estudantes em todo o tempo, permitindo o acesso sete dias por semana, 24 horas por dia, podendo ser explorado principalmente no ensino à distância (ANTONIO et al., 2016; ZUBÍA et al., 2017).

Estudos recentes têm mostrado a importância em unir a potencialidade de ambas tecnologias – Laboratórios Virtuais e Remotos – a fim de superar limitações inerentes a esses laboratórios e enriquecer as práticas pedagógicas. Nesse contexto, surge os Laboratórios Remotos Aumentados¹ (LRA), ou Laboratórios Remotos com Realidade Aumentada, que mesclam elementos virtuais e elementos reais remotos, usando Realidade Aumentada (MEJÍAS; ANDÚJAR, 2012).

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que tem como objetivo complementar o mundo real com objetos gerados por computador, fazendo com que elementos virtuais e reais coexistam no mesmo espaço no mundo real (AZUMA et al., 2001). Desta forma, os Laboratórios Remotos Aumentados podem contribuir na superação de certas limitações impostas pelos Laboratórios Remotos, tais como o feedback em fluxo de vídeo, que na maioria das vezes é uma visualização simplificada, que não permite a total exploração da experiência.

Neste contexto, este estudo apresenta o desenvolvimento de um Laboratório Remoto Aumentado, a partir de um laboratório remoto já existente, usando Realidade Aumentada para oferecer recursos ampliados de apoio à aprendizagem com vistas a torna-la mais dinâmica e interativa. O aprimoramento de um laboratório remoto com realidade aumentada buscou investigar estratégias para reaproveitar recursos existentes para criar novos arranjos de experimentação prática expandidos.

2 | REALIDADE AUMENTADA PARA APRIMORAR LABORATÓRIOS REMOTOS

Laboratório Presencial, Laboratório Remoto e Laboratório Virtual são tipos de laboratórios de ensino encontrados na literatura. O Laboratório Remoto se diferencia dos laboratórios presenciais apenas por estar distante do aluno. Assim como nos laboratórios presenciais, o LR permite que o aluno controle instrumentos e dispositivos reais, porém remotamente.

Já os Laboratórios Virtuais são simulações das quais os alunos manipulam representações computacionais do fenômeno em estudo. A principal vantagem dos Laboratórios Remotos, em relação aos Laboratórios Virtuais, é a possibilidade de interação com equipamentos reais e com isso obter informações reais, mesmo que de forma *online*, permitindo, assim, ao utilizador, uma análise de problemas práticos

¹ Termo cunhado por Andujar, Mejias e Marquez (2011) para denominar laboratórios remotos que utilizam técnicas de realidade aumentada.

do mundo real (RODRIGUEZ-GIL et al., 2017).

Atualmente, diferentes iniciativas de desenvolvimento e utilização de Laboratórios Remotos na educação podem ser encontradas. Alguns exemplos são: Plataforma VISIR open Lab, Projeto Go-Lab, *The Labshar Institute* e Rexlab.

A plataforma VISIR Open Lab (*Virtual Instrument Systems In Reality*), por exemplo, é um laboratório remoto que permite que professores e alunos realizem experiências remotas com circuitos elétricos e eletrônicos (fonte de alimentação tripla DC, gerador de funções, multímetro e osciloscópio), com os quais é possível interagir via painéis frontais virtuais, disponibilizados no computador do utilizador (LOBO et al., 2011; ZUBÍA et al., 2017).

Já o Projeto Go-Lab (*Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School*) é um projeto colaborativo que visa promover a aprendizagem baseada em inquérito com a utilização de laboratórios *online* (laboratórios remotos e virtuais), a fim de enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. Para atingir tais objetivos, o Projeto Go-Lab disponibiliza um portal do qual contempla laboratórios *online*, espaços de aprendizagem baseado em inquérito (ILS - *Lab's inquiry learning spaces*) e aplicativos de apoio a aprendizagem (GO-LAB, 2019; HOVARDAS; XENOFONTOS; ZACHARIA, 2017).

No Brasil, o Laboratório de Experimentação Remota (Rexlab), ligado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), desenvolve pesquisas na área por meio do desenvolvimento do projeto GT-MRE, que é apoiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa). O GT-MRE tem por objetivo desenvolver e implantar uma plataforma que integre ambiente virtual de ensino e de aprendizagem por meio da disponibilização de conteúdos didáticos abertos *online*, acessados por dispositivos móveis ou convencionais, e complementados pela interação com experimentos remotos (DA SILVA et al., 2016). A Figura 2 apresenta o experimento remoto “Painel Elétrico CC”, desenvolvido pelo Rexlab. O experimento permite o estudo de circuitos elétricos (NICOLETE, 2016).

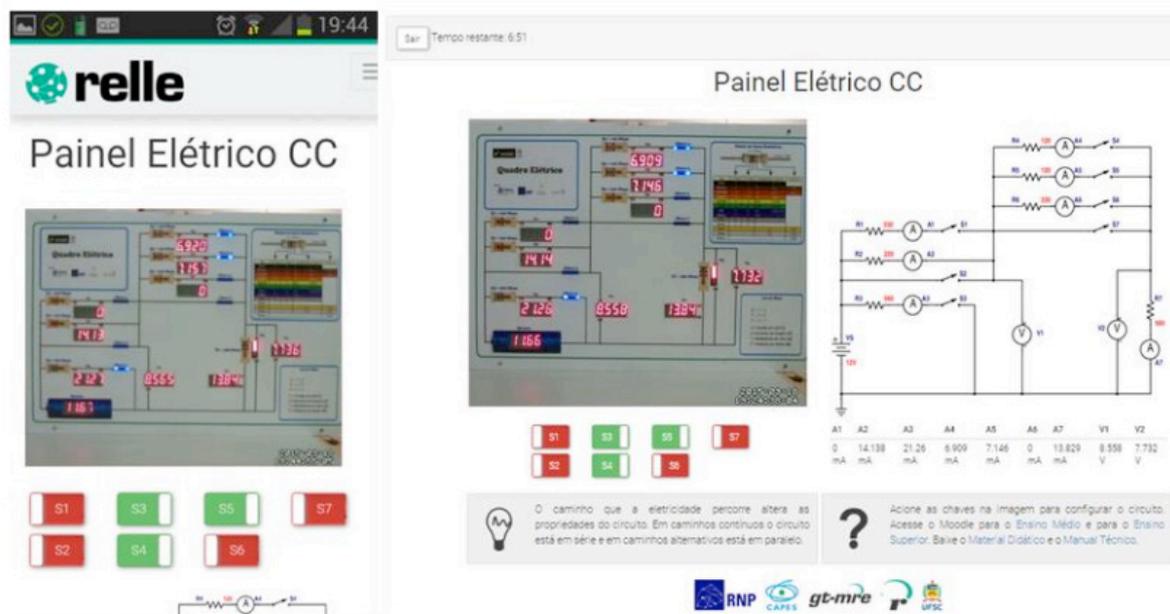


Figura 2 - Experimento remoto “Painel Elétrico CC” acessado do por dispositivos móveis e convencional.

Fonte: relle.ufsc.br

Os estudos realizados pelos pesquisadores dos projetos supracitados, destacam as principais vantagens do uso dos laboratórios remotos como sendo: a possibilidade de interação com equipamentos reais, trazendo motivação aos estudantes que utilizam esses recursos; a não restrição nem de tempo e nem de espaço que engaja e traz conforto aos alunos no seu processo de construção de conhecimento, e por fim; o custo baixo de montagem, utilização e manutenção por parte das instituições de ensino (DE JONG; SOTIRIOU; GILLET, 2014; MA; NICKERSON, 2006; NICOLETE, 2016; SIMÃO et al., 2016; ZUBÍA et al., 2017).

Entretanto, assim como acontece em outras tecnologias, esses laboratórios apresentam algumas limitações. Nesse sentido, autores expõem que, muitas vezes, o fluxo de vídeo disponibilizado em uma experimentação remota é um *feedback* simplificado que não permite a total exploração da experiência realizada (VARGAS et al., 2013). Detalhes do experimento sendo realizados podem não ser apropriadamente observados em função da posição da câmera, de sua resolução ou mesmo da impossibilidade de obter a imagem em detalhe por características dos próprios elementos integrantes do experimento.

Esforços vêm sendo dedicados a pesquisas que pretendem aprimorar a experimentação remota, unindo outras tecnologias que possam explorar todo o seu potencial, e dessa forma, reduzindo suas limitações. Nesse sentido, Rodriguez-Gil et al. (2017), defende que a linha que diferencia laboratórios remotos e virtuais está ficando cada vez mais tênue, devido ao surgimento de laboratórios que possuem características de ambas tecnologias. Dessa forma, unindo os aspectos dos

laboratórios remotos e virtuais, é possível explorar: (i) o poder que os laboratórios virtuais possuem em simplificar, ampliar, adaptar e exibir fenômenos não observáveis e; (ii) a capacidade dos laboratórios remotos de explorar o real, o que pode contribuir para o ensino da complexidade do real, que por vezes não podem ser explorados nos modelos educacionais (ARICI et al., 2019; MÁRQUEZ et al., 2017).

Assim, surgem formas avançadas de laboratórios que, não só imitam experiências práticas, mas também fornecem novos recursos, criando possibilidades diferentes das encontradas nos laboratórios tradicionais. Rodriguez-Gil et al (2017), definem este novo modelo como laboratório híbrido. Os laboratórios híbridos, basicamente, misturam elementos virtuais e remotos na tentativa de aproveitar as vantagens proporcionadas por cada um desses, a fim de oferecer realismo, custo-benefício e recursos adicionais, como gamificação ou ambientes virtuais.

Nesse contexto, a tecnologia de RA tem sido utilizada neste novo formato de laboratório. A combinação de técnicas de RA com os Laboratórios Remotos pode superar certas limitações, oferecendo uma visualização aumentada do experimento. A RA ratifica este modelo ao ser conceituada como um processo de sobreposição, no mundo real, de dados gerados por computador, ampliando assim o acesso à informação, gerando novas oportunidades de interação (AZUMA et al., 2001; MILGRAM; KISHINO, 1994).

Diferentemente da Realidade Virtual, do qual o usuário é transportado para um ambiente totalmente virtual, a RA é um sistema que complementa o mundo real com objetos gerados por computador, dessa forma elementos virtuais e reais coexistem no mesmo espaço no mundo real (AZUMA et al., 2001).

No campo educacional, a RA vem sendo estudada com o objetivo de proporcionar experiências tecnológicas de aprendizagem visualmente mais atraentes em diversas áreas do conhecimento, permitindo que conceitos que são ensinados em aulas tradicionais possam ser melhores compreendidos com o uso de multimídia interativa e experiência prática (FRANK; KAPILA, 2017; JOHNSON et al., 2016). Conforme Herpich (2019), a partir da sobreposição no mundo real de recursos virtuais como imagens, vídeos, textos, objetos 3D, áudios e simulações é possível criar soluções educacionais que contribuam na compreensão de fenômenos complexos.

Desse modo, as principais vantagens do uso da RA para o ensino versam no fornecimento de informações contextualizadas, a visualização de fenômenos invisíveis e a interação com objetos 3D integrados no mundo real, favorecendo para a motivação, engajamento e atitudes em relação às disciplinas que exigem maior nível de abstração, tais como as que envolvem as áreas STEM (ARICI et al., 2019; HERPICH, 2019; IBÁÑEZ et al., 2016). Em decorrência, a disponibilização de laboratórios híbridos com uso da RA pode possibilitar aplicações sofisticadas, suprimindo limitações dos laboratórios remotos, oferecendo visibilidade virtual à

componentes reais, que por vezes são difíceis de ser apresentados em um *streaming* de vídeo comum aos laboratórios remotos. Permite incluir informações extras, a fim de representar algum elemento abstrato que seria impossível de inspecionar/visualizar mesmo em laboratórios tradicionais.

Outro benefício gerado pelo uso de RA em laboratórios remotos é o reaproveitamento dos recursos físicos. Por meio da RA, um laboratório remoto pode ser expandido, reduzido ou modificado, fazendo com que um mesmo experimento seja usado para diferentes objetivos educacionais, sem a necessidade de modificar o ambiente físico (MEJÍAS; ANDÚJAR, 2012). Em outras palavras, um mesmo componente físico pode ser composto por diferentes objetos virtuais, gerando variadas configurações de experimentação, uma vez que certos equipamentos são substituídos por elementos virtuais que só aparecem se um experimento específico exigir.

Com isso, conforme Vargas et al. (2013), os Laboratórios Remotos Aumentados produzem um valor agregado para a experimentação remota, aumentando a sensação de presença e realidade, ajudando a entender melhor os conceitos em estudo, além de expandir as possibilidades da experimentação remota (ODEH; SHANAB; ANABTAWI, 2015; VARGAS et al., 2013).

3 | ESTUDO DE CASO: O PAINEL ELÉTRICO AC AUMENTADO

Para avaliar as hipóteses de que a combinação de Laboratórios Remotos com Realizada Aumenta favorece a aprendizagem, foi realizado uma pesquisa envolvendo as seguintes etapas: (i) estruturar as etapas de construção de um Laboratório Remoto Aumentado; (ii) estipular qual laboratório remoto seria usado e quais elementos seriam aumentados, de acordo com a necessidade do docente e da disciplina na qual seria realizada a aplicação; e (iii) o desenvolvimento do Laboratório Remoto Aumentado.

Diante disso, o experimento denominado “Painel Elétrico AC”, disponibilizado pelo Laboratório de Experimentação Remota – Rexlab, foi escolhido. Este experimento aborda as associações em série, paralela e mista em redes de corrente alternada. Nele é possível observar a intensidade luminosa de seis lâmpadas variar de acordo com a configuração do circuito, para isso quatro chaves são dispostas em diferentes pontos e controladas pelo usuário.

Utilizando o próprio *streaming* de vídeo do experimento remoto como marcador para a Realidade Aumentada, foi possível enriquecer este experimento demonstrando a forma como a corrente elétrica percorre o circuito, expondo a presença, ausência e sua intensidade por meio de animação e cores. Foi possível ainda apresentar os valores das correntes elétricas em cada ponto do circuito. Tudo isso apenas

apontando o smartphone do estudante para a tela do computador e iniciar a interação com laboratório remoto aumentado. A figura 3 apresenta como ocorre acesso ao LRA “Painel Elétrico AC Aumentado”.

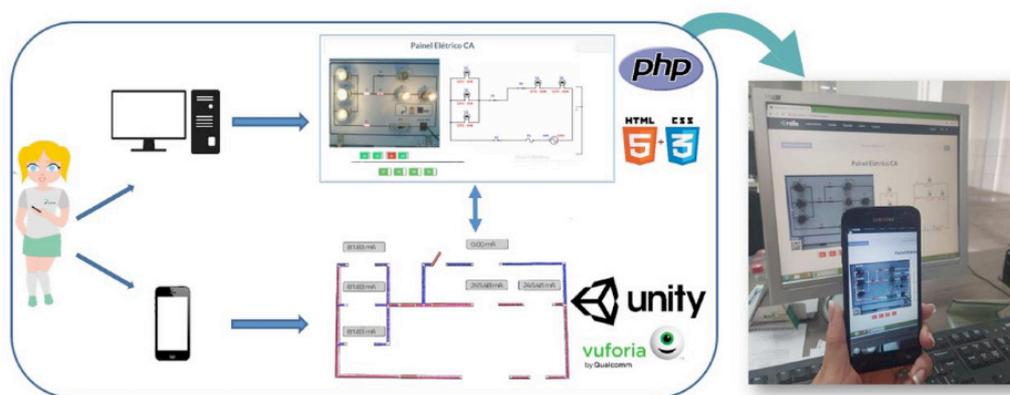


Figura 3 - Funcionamento do acesso ao LRA “Painel Elétrico AC Aumentado”.

Com um computador, o aluno acessa a página web do laboratório remoto, com um smartphone, acessa o aplicativo da realidade aumentada. Ao abrir o aplicativo, a câmera do smartphone é apresentada, da qual o aluno deverá apontar para o *streaming* de vídeo do experimento. O resultado é a visualização do laboratório remoto aumentado.

3.1 Arquitetura dos laboratórios remotos disponibilizados pelo rexlab

Os laboratórios remotos do Rexlab são desenvolvidos e implementados em uma arquitetura de quatro módulos: (i) o Laboratório Real, do qual corresponde aos componentes reais (sensores e atuadores), que são integrados em uma placa de controle e aquisição; (ii) a disponibilização do experimento se dá por meio de um Computador Embarcado, em um serviço Node.js hospedado em um *Single-Board Computer* (SBC), normalmente um Raspberry Pi, que também gerencia e disponibiliza o serviço de *streaming* gerado por uma câmera web com conexão USB; (iii) Um sistema de gerenciamento dos experimentos, denominado RELLE (*Remote Labs Learning Environment*); e por fim, (iv) o Cliente que trata do modelo de acesso para manipulação dos experimentos (LIMA et al., 2016).

O cliente web, disponibilizado pelo sistema RELLE, é desenvolvido em PHP 5.5, com *frontend* implementado em HTML, fazendo uso do *framework* CSS Bootstrap, em conjunto à biblioteca JavaScript jQuery. Este sistema também garante a não simultaneidade temporal de usuários ao mesmo experimento. Por se tratar de componentes reais, apenas um usuário pode acessar o laboratório em um mesmo instante de tempo. Assim, quando um usuário clica no botão “Acessar” da página do experimento, o sistema dispara um evento para comunicação com a Web API FCFS (*First-come first served*), que concede ou não o acesso ao laboratório remoto. Se

houver um usuário utilizando o experimento, o próximo usuário será inserido em uma fila respeitando a ordem de chegada (fila FIFO - *First In, First Out*). Caso contrário, o sistema disponibiliza um *token* de sessão e o cliente obtém a permissão para acessar e carregar todos arquivos (html, css e js) imediatamente. Após carregar o cliente para o *Smart Device* (client.js), uma conexão *WebSocket* com este dispositivo é estabelecida (SIMÃO, 2016).

3.2 Arquitetura desenvolvida para o laboratório remoto aumentado

Para o Laboratório Remoto Aumentado foram desenvolvidos objetos 3D por meio da ferramenta Unity 3D (2018), que oferece nativamente suporte para o desenvolvimento Android e desenvolvimento em linguagem *C#*. Para que os objetos 3D criados no Unity 3D pudessem ser utilizados como realidade aumentada, foi utilizado o framework Vuforia Engine. O Vuforia oferece, gratuitamente, uma plataforma de visão computacional para a construção de experiências interativas, apresentando diversos recursos relacionados à realidade aumentada (HERPICH; GUARESE; TAROUCO, 2017).

A interação entre a aplicação de RA com o *hardware* do laboratório remoto de forma bidirecional se deu por meio do desenvolvimento de um protocolo de comunicação. Esse protocolo permitiu que toda alteração realizada no modelo 3D de Realidade Aumentada possa refletir no laboratório remoto, da mesma forma que as alterações no laboratório remoto possa alterar a Realidade Aumentada. Essa comunicação foi implementada através de um sistema de *web sockets*, para que a cada interação do usuário, os pacotes de informação sejam enviados do aplicativo de RA cliente diretamente ao servidor, que os processa e aplica as mudanças correspondentes no experimento real e na página web do experimento. Para tanto utilizou-se *SocketIO* e uma biblioteca *Javascript/C#* que oferece funcionalidades para comunicação em tempo real entre clientes e servidores através da web.

Três etapas descrevem a comunicação entre o aplicativo desenvolvido em Unity 3D e o laboratório remoto. A primeira etapa consiste no armazenamento do *token* no Raspberry Pi. Após o usuário possuir a permissão para acessar o experimento, o Raspberry Pi armazena o *token* da sessão em uma variável, que servirá para permitir que aplicação de RA realize modificações em uma sessão do experimento já aberta, uma vez que o RELLE bloqueia o acesso de mais de um cliente ao experimento simultaneamente. Ao acessar a aplicação de Realidade Aumentada, um *script* utilizando a biblioteca *SocketIO* no *C#* envia uma solicitação de conexão para o Raspberry Pi, momento em que será estabelecida a conexão entre a RA e o Laboratório Remoto.

Após a conexão estabelecida, inicia-se as trocas de informações entre a

aplicação de RA, Raspberry Pi e a página do experimento. Quando o usuário altera o estado das chaves no modelo 3D, a aplicação de RA envia para o Raspberry Pi as informações das chaves que devem ser alteradas. O Raspberry Pi, por sua vez, envia esses dados, juntamente com o *token* da sessão para a página do experimento remoto, que executará os comandos, alterando os estados das chaves na página web (botões virtuais), e devolverá os resultados novamente para o Raspberry Pi, o qual enviará os comandos para a placa de aquisição e controle que alterará o estado do laboratório real. O mesmo ocorre no caminho inverso, se o usuário alterar os estados das chaves do experimento na página web, isso refletirá no modelo 3D da RA. A página envia as alterações para o Raspberry Pi e o Raspberry Pi envia para a RA.

O usuário tem acesso a RA por meio do aplicativo avatAR-LRA, que pode ser encontrado na loja de aplicativo da Google - Play Store.

3.3 Análise dos resultados

Um estudo piloto foi realizado com três turmas: (i) duas de ensino superior (25 alunos) do curso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), nas disciplinas de Introdução às TIC e Estrutura de Computadores e; (ii) uma turma de ensino médio técnico em Eletromecânica, na disciplina de Eletrônica (31 alunos). Ao final das atividades com LRA, os estudantes responderam a um questionário para a avaliação do recurso tecnológico utilizado em aula, conforme suas percepções em relação ao engajamento, motivação, usabilidade e aprendizagem durante a experiência.

Com os resultados pode-se perceber que o laboratório “Painel Elétrico AC Aumentado” despertou nos estudantes motivação e interesse. Os estudantes declaram ter gostado de utilizar o laboratório em suas aulas e que a forma como as informações foram apresentados os ajudou a manter a atenção nos estudos. A motivação exerce um papel fundamental no processo de construção do conhecimento, uma vez que é ela que ativa a conduta dos estudantes e os orientam em determinado sentido para alcançar um objetivo, aguçando a curiosidade e o despertar investigativo (ALVES JUNIOR; CARMO; TRAVASSOS, 2011).

E em relação à aprendizagem percebida com uso do laboratório remoto aumentado, os estudantes, de modo geral, tiveram uma postura positiva. Entre suas respostas, as questões que obtiveram melhores índices de concordância afirmavam que o laboratório foi útil para o aprendizado e permitiu a melhor compreensão do conteúdo educacional.

4 | COMENTÁRIOS

O estudo teve como objetivo investigar a possibilidade de combinar o uso de

Realidade Aumentada em Laboratórios Remotos com vistas ao aprimoramento da aprendizagem. Para isso, foi desenvolvido um Laboratório Remoto Aumentado, a partir de um laboratório remoto já existente, para apoiar o ensino de circuitos elétricos.

Foi possível constatar que a RA permite apresentar detalhes do experimento que antes seriam impossíveis de serem visualizados por meio das técnicas tradicionais dos laboratórios remotos. Por meio da RA, objetos reais podem ser combinados com elementos virtuais fazendo com que novas informações sejam levadas para os alunos, contribuindo para uma maior compreensão dos conceitos em estudo.

Além disso, essa união pode criar novas oportunidades de aprendizagem prática a partir de um mesmo experimento, ou seja, conforme a composição dos elementos virtuais, um único laboratório remoto pode ser utilizado para diferentes objetivos educacionais. Por exemplo, o Laboratório Remoto Aumentado apresentado neste estudo será aplicado na primeira parte da disciplina de Medidas Eletromecânica de um curso Técnico em Eletromecânica com objetivo de apoiar o ensino dos conceitos básicos de eletricidade, tais como, Lei de OHM, divisão de corrente e divisão de tensão. Porém, em uma segunda versão serão incluídos elementos de medições virtuais que apresentarão medições reais do experimento e essa nova versão será utilizada para o ensino e manipulação dos instrumentos básicos de medidas elétricas, podemos citar o voltímetro e o amperímetro.

Portanto, os Laboratórios Remotos Aumentados, representam um resultado atualmente disponível na Engenharia da Computação, capaz de contribuir para o aprimoramento da aprendizagem na área da Ciência, em particular. Mas também pode ser usado em outras áreas. Este tipo de solução, além de contribuir na superação das limitações dos laboratórios remotos, aprimorando o feedback apresentado aos estudantes, surgem como uma ótima opção para o reaproveitamento de recursos, uma vez que um mesmo experimento remoto pode criar diferentes arranjos de experimentação prática.

REFERÊNCIAS

ALVES JUNIOR, J. V.; CARMO, P. T. E. S.; TRAVASSOS, L. C. P. Como o bom entendimento da relação entre motivação e aprendizagem pode ser positivo no processo ensino-aprendizagem [http://dx. doi. org/10.15601/1983-7631/rt. v2n3p54-60](http://dx.doi.org/10.15601/1983-7631/rt.v2n3p54-60). **Revista Tecer**, v. 2, n. 3, 2011.

ANTONIO, C. P. et al. Using 3D Virtual Worlds Integrated to Remote Experimentation in Sciences Teaching. **Gamification-Based E-Learning Strategies for Computer Programming Education**, p. 195, 2016.

ARICI, F. et al. Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. **Computers & Education**, v. 142, p. 103647, 2019.

AZUMA, R. et al. **Recent advances in augmented reality**. NAVAL RESEARCH LAB WASHINGTON

DC. 2001

DA SILVA, J. B. et al. A DC Electric Panel Remote Lab. **International Journal of Online Engineering (iJOE)**, v. 12, n. 04, p. 30-32, 2016.

DE JONG, T.; SOTIRIOU, S.; GILLET, D. Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. **Smart Learning Environments**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2014.

FRANK, J. A.; KAPILA, V. Mixed-reality learning environments: Integrating mobile interfaces with laboratory test-beds. **Computers & Education**, v. 110, p. 88-104, 2017.

GO-LAB. Project - Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School. 2019. Disponível em: <<http://go-lab-project.eu/tips-tricks>>.

HERPICH, F. Recursos educacionais em realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física. 2019.

HERPICH, F.; GUARESE, R. L. M.; TAROUCO, L. M. R. A comparative analysis of augmented reality frameworks aimed at the development of educational applications. **Creative Education**, v. 8, n. 09, p. 1433, 2017.

HOVARDAS, T.; XENOFONTOS, N. A.; ZACHARIA, Z. C. Using Virtual Labs in an Inquiry Context: The Effect of a Hypothesis Formulation Tool and an Experiment Design Tool in Students' Learning. In: (Ed.). **Optimizing STEM Education With Advanced ICTs and Simulations**, 2017. p.58.

IBÁÑEZ, M. et al. Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 9, n. 1, p. 46-56, 2016.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2016

LIMA, J. P. C. et al. An inclined plane remote lab. 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016. IEEE. p.7-9.

LOBO, C. C. et al. Diferentes Integrações de Laboratórios Remotos em Cursos de Engenharia. **Pedagogia no Ensino Superior**, v. 19, 2011.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 38, n. 3, p. 7, 2006.

MÁRQUEZ, M. et al. Programming and testing a PLC to control a scalable industrial plant in remote way. Proceedings of 2017 4th Experiment at International Conference: Online Experimentation, exp.at 2017, 2017. **Conference Paper**. p.105-106.

MEJÍAS, A. B.; ANDÚJAR, J. M. A Pilot Study of the Effectiveness of Augmented Reality to Enhance the Use of Remote Labs in Electrical Engineering Education. **Journal of science education and technology**, v. 21, n. 5, p. 540-557, 2012.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.

NICOLETE, P. C. **Integração de tecnologia na educação: Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) um estudo de caso**. 2016. 219 Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, Santa Catarina.

ODEH, S.; SHANAB, S. A.; ANABTAWI, M. Augmented Reality Internet Labs versus its Traditional and Virtual Equivalence. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 10, n. 3, 2015.

RODRIGUEZ-GIL, L. et al. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 10, n. 3, p. 318-330, 2017.

SIMÃO, J. P. S. RELLE: Sistema de Gerenciamento de Experimentos Remotos. 2016.

SIMÃO, J. P. S. et al. A remote lab for teaching mechanics. 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016. 24-26 Feb. 2016. p.176-182.

VARGAS, H. et al. Using augmented reality in remote laboratories. **International Journal of Computers, Communications and Control**, v. 8, n. 4, p. 622-634, 2013.

ZUBÍA, J., G et al. Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 2, p. 149-156, 2017.

LUDOPOÉTICAS: RELAÇÕES POSSÍVEIS ENTRE JOGO, ARTE E EDUCAÇÃO A PARTIR DE AÇÕES DE PESQUISA

Data de aceite: 30/03/2020

Paula Mastroberti

Instituto de Artes – Depto. De Artes Visuais
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Brasil
Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/2785011594553498>

RESUMO: Teço, no presente trabalho, a partir de ações de pesquisa e de uma vasta grade teórica, algumas considerações a respeito das relações entre jogo, arte e educação. Primeiro, produzo um ensaio teórico sobre o *ludus* e a *poiesis*, aglutinados no conceito *ludopoética*, proposto como metodêutica que fundamenta as metodologias de produção, emulação e educação em jogos digitais e no entendimento das artes como jogo e como parte da retórica de jogo. Em seguida, apresento o jogo como um sistema de poética própria, a ser emulado pelas ações de um jogador autopoietico. Por fim, cito alguns exemplos, entre eles a apresentação dos resultados do Projeto Aura Remastered, em que a equipe, sob minha coordenação, procurou cumprir o objetivo de produzir um jogo digital cujos valores éticos e estéticos produzissem um efeito poético e ao mesmo tempo educativo.

PALAVRAS-CHAVE: jogo e arte; jogo e

educação; poéticas do jogo

LUDOPOETICS: POSSIBLE RELATIONS BETWEEN PLAY, ART AND EDUCATION BASED ON RESEARCH ACTIONS

ABSTRACT: In the present work, I make some considerations about the relations between play, art, and education, based on research actions and an ample theoretical grid. First, I make a theoretical essay on *ludus* and *poiesis*, agglutinated in the *ludopoetic* concept, proposed as a methodêutic that bases the production, emulation and education methodologies within digital games and the understanding of the arts as a game and as part of the game rhetoric. Then I present the game like a poetic system of its own, to be emulated by the actions of the autopoietic player. At last, I mention some examples, among them the presentation of the results of the Project Aura Remastered, in which the team, coordinated by me, tried to fulfill the goal of producing a digital game at which ethical and aesthetic values produced poetic and at the same time educational effect.

KEYWORDS: arts and games; education and games; game poetics

1 | DE QUE JOGO ESTAMOS FALANDO

Meu interesse por jogos, em especial os

jogos digitais como objeto de pesquisa, está conectado diretamente às brincadeiras de infância. Muito mais do que desafio, me atraíam outras questões: em primeiro lugar, a possibilidade de me reunir e de conviver com minha família em um sistema lúdico, no interior do qual as diferenças entre adultos e crianças eram suspensas; em segundo, o efeito estético que os instrumentos utilizados em cada jogo sempre exerceram sobre mim; em terceiro, gostava de compreender diferentes modalidades de jogo e suas regras para, eventualmente, desenvolver os meus próprios jogos. Por fim, se vencer era bom, não me importava em perder; muitas vezes eu me propunha, dentro das regras do jogo, um jogo interno, pessoal, em que a derrota significava um outro caminho possível, um desafio narrativo, talvez trágico, mas igualmente atraente. Sempre preponderou em mim vontade de viver uma ficção por meio da experiência do jogo e, em minhas derivações sobre as ações do jogar subjazia um desejo secreto, não de quebrar regras, mas de subvertê-lhes o sentido.

Na curiosidade por compreender e desenvolver sistemas lúdicos e suas regras, vejo a conexão com um prazer pessoal em lidar com os diferentes discursos, signos e códigos que expressam e comunicam o fenômeno humano. Em outras palavras, o prazer que tenho em jogar e em criar jogos estende-se aos agenciamentos da minha prática existencial. Não há, certamente, nada de original em propor-se as operações e agenciamentos da arte, da literatura ou da vida mesma, como um jogo: isso pode ser constatado quando tentamos interpretar uma obra de arte ou um poema, quando nos esforçamos por anteciper a solução de um filme de mistério ou suspense, quando nos servimos de rituais divinatórios ou simplesmente organizamos rotinas para cumprir tarefas e resolver problemas em nossa vida. Wolfgang Iser (1979), por exemplo, irá desenvolver toda uma reflexão sobre a interação entre texto e leitor com base nas categorias de Roger Callois (2014). Como artista ou escritora, sirvo-me de um paradigma normativo e conceitual que apoia minha retórica de modo a garantir coesão e coerência ao meu discurso. O processo criativo de uma obra de arte ou literária tem, pois, por base, a criação de regras particulares e previamente estabelecidas, de modo a propor a obra ao público como uma espécie de jogo, tal como fizeram Stéphane Mallarmé e Marcel Duchamp.

Ao tomar o jogo, agora mencionado em seu sentido ontológico¹, e em especial o jogo digital, como objeto de pesquisa, faço-o em virtude de minha predileção por estabelecer relações interdisciplinares entre artes visuais, minha área de atuação, as demais linguagens e suas mídias. O recorte em jogos digitais resulta de observações e entrevistas que integram as ações da pesquisa iniciada em 2017, já realizadas em algumas escolas. Nesses espaços, procuro, com ajuda de bolsistas de graduação do Curso de Licenciatura em Artes Visuais, investigar o tráfego das narrativas ficcionais

1 *Ontologia*, neste artigo, não está aplicada conforme as ciências da computação, mas filosófico, ou seja, como o estudo de um dado objeto em sua natureza própria e existente.

presentes na cultura midiática, sejam elas analógicas ou digitais, tais como livros ilustrados, quadrinhos, animações fílmicas e jogos digitais, comparando-os em suas apropriações pelo público infantil e juvenil.

Em relação aos aplicativos lúdicos, observamos uma preferência especial por aqueles que podem ser usufruídos através de tecnologia móvel e portátil, como celulares e tablets. Conforme os dados já computados, obtivemos, em uma escola pública situada em bairro de baixa renda em Porto Alegre, uma preferência de 80% por jogos digitais como forma de entretenimento, sendo que, dentre estes, cerca de 75% jogam em celulares com ou sem internet. Estes resultados advêm dos anos finais do Ensino Fundamental, que nesse espaço incluía uma faixa etária de 13 a 17 anos. Numa escola particular localizada em bairro de renda média, mas que atende um bairro nobre de Porto Alegre, a preferência por jogos digitais entre os mesmos anos finais é igualmente grande, embora sofra uma redução em mais ou menos 20% em relação ao computado na escola pública. Ali os jogos disputam a atenção com outras atividades culturais inacessíveis aos jovens de baixa renda, como passeios e viagens, prática de esportes, leitura de impressos e cinema. A etariedade observada nessa etapa também é mais homogênea, em virtude da menor reprovação, variando entre 13 a 14 anos. Mais uma vez, a preferência é por jogos disponíveis em celulares ou tablets (80%, aproximadamente). Embora tenhamos verificado maior amplitude etária na escola pública, o comportamento diante do jogo digital e o uso de celulares varia pouco conforme a idade. Também não varia significativamente quanto ao sexo. Raros apontam o uso de computador de mesa para jogar, mas o console como dispositivo é citado em segundo lugar em ambas as escolas; na escola privada ele quase compartilha a mesma atenção que o celular (cerca de 70%).

Contudo, a pesquisa não se resume a entrevistas em escolas, mas atua em três instâncias: na primeira, estudamos os jogos digitais veiculados na cultura midiática de entretenimento, em suas diferentes categorias, gêneros e sistemas, a fim de verificar seus valores estéticos e éticos; na segunda, projetamos e desenvolvemos aplicativos lúdicos que contemplem funções artísticas e educativas, entendendo-as como intrínsecas às retóricas do jogo, e não como seu assunto ou conteúdo; na terceira, por fim, estudamos e organizamos planos educativos para aplicação junto a jovens e crianças, de modo que eles protagonizem o desenvolvimento de seus próprios jogos, através de oficinas e aulas ministradas por bolsistas, para compreensão crítica e para criação de sistemas lúdicos, preferencialmente digitais. Tais ações podem surgir ou não entrelaçadas. Para este artigo, estando a pesquisa em andamento, limitar-me-ei a apresentar, com base em seus primeiros resultados, algumas considerações teóricas e exemplos já analisados sobre as relações entre jogo, arte e educação, com objetivo de elucidar e de contribuir para com a episteme interdisciplinar que fundamenta as ações educativas e criativas em torno da produção

e aplicação de jogos de digitais. Também apresentarei os resultados do Projeto Aura Remastered, desenvolvido através da pesquisa com apoio do Goethe Institut – Porto Alegre, analisando-o conforme as reflexões que se seguem.

2 | LUDOPOÉTICA: O JOGO COMO ARTE, A ARTE COMO JOGO

2.1 Poética e jogo

Apresento a aglutinação *ludopoética* como um sistema de pensamento e de ação, no qual integro a expressão criativa, imbuída de valores estéticos e éticos, a uma ambiência lúdica virtual. O termo latino *ludus* reúne e amplia a semântica da palavra em língua portuguesa “jogo” para além do seu sentido ontológico, referindo-se a um comportamento existencial associado à todo tipo de prática de significação simbólica e não destituída de uma poética própria, conforme o aplica a filosofia, desde Blaise Pascal, incluindo Friedrich Schiller, Friedrich Nietzsche até Martin Heidegger, sem esquecer Johan Huizinga; já o termo grego *poiesis* realça o tipo de emulação² lúdica do qual estou falando. Se entendo o jogo e o jogar em amplo sentido, falar em poética significa, mais do que falar em criação, ressignificar a própria experiência do existir. *Ludopoética* é proposto, portanto, como um termo definidor da criação e da emulação de sistemas lúdicos para além do prazer ou da diversão, de modo que, para usar os termos de Felix Guattari (1992), os processos de subjetivação envolvidos sejam enriquecidos a partir do entrelaçamento de suas poéticas singulares às da máquina poética de um jogo.

Guattari dialoga com a *autopoiesis*, um conceito proposto por Humberto Maturana e Francisco Varela (1997). Para os dois últimos, as estratégias reprodutivas e criativas realizadas pelos organismos vivos em dado ambiente atuam como estruturas abertas. Os processos autopoieticos ocorrem organizados por uma gramática fundamental que em parte programa e mantém o organismo vivo, em parte pode ser modificada em nome de adaptações e da sobrevivência. Para viver, é preciso, segundo ambos, (re)criar-se permanentemente, através do aprendizado e estimulação constante em contato com os demais fenômenos do meio. Contudo, Guattari acrescentará que os fenômenos poéticos deveriam ser considerados também em sua relação com as demais estruturas ou sistemas maquínicos, ao invés de encerrarem-se na autogeração ou na geração a partir de si. Trazendo para o conceito que desejo inscrever, falar em ludopoética significa pensar o jogo não como um objeto em dicotomia a um sujeito, mas incluir os processos que envolvem

2 Utilizo o verbo *emular* e seu substantivo no sentido proposto pelas ciências da computação: como uma máquina, software ou aplicativo que potencializa funções e executáveis, seja para criar uma ambiência ou para simulá-la. A emulação depende de operações ou de programações realizadas pelo usuário. Assim, entendo que um jogador não imerge, nem interage com um dado jogo, mas o emula, atualizando sua virtualidade por meio de ações operacionais requisitadas pelo próprio sistema lúdico.

desde a sua programação até a sua emulação, ou seja, todo um sistema interativo e retroativo em que importam, em igual medida, a poética generativa, a poética maquínica e a poética emulativa.

Em suma, é do meu entendimento que um jogo não se propõe ou se agencia sozinho, mas é proposto por algo ou por alguém; a máquina de jogo não se opera por si, mas depende do engajamento e das operações daquele(s) que a joga(m). Todo esse sistema lúdico, por sua vez, não ocorre num vácuo, mas surge atravessado por diversas outras operações e agenciamentos, em contiguidade. Ao emular a poética de um jogo, o jogador terá sua experiência existencial potencialmente ressignificada; por outro lado, um jogo será igualmente reconfigurado como sistema poético a cada emulação do jogador.

2.2 Ludopoética e arte

2.2.1 Jogo e arte

O conceito de arte implica pensar um sistema plástico propositor de uma experiência significativa sensível, vivida por meio da ficcionalização ou imaginalização, em geral amalgamadas à própria matéria ou às qualidades que lhe dão substância.

Quando pensamos na palavra arte em sua raiz mais profunda, porém, significando competência ou habilidade criativa em qualquer campo do conhecimento, nomear jogo-arte como subcategoria ou gênero de jogo parece redundante ou destituído de sentido. Temos, também na filosofia, toda uma reflexão que coloca a experiência da arte como interior à esfera do lúdico; tal faz o já citado Nietzsche, mas também Walter Benjamin. O próprio Huizinga (2007) tem dois capítulos inteiros, um dedicado à poesia, o outro dedicado à arte, em seu *Homo ludens*. Contudo, ao atribuímos à arte um significado ontológico de obra fechada, não só retiramos da arte suas qualidades lúdicas, como excluimos o jogo como artefato artístico em si. Normalmente pensado como um produto da indústria de entretenimento, ou ele não assume ou não têm reconhecida a função de exercer sobre o público um efeito “artístico”.

No que se refere ao jogo como objeto de arte, parto da premissa de que qualquer jogo, por mais simples ou desprezioso que seja, ao envolver pensamento, habilidades e proposições criativas, pode, potencialmente, e independente das intenções e funções que o fundamentaram, produzir um efeito poético de caráter artístico sobre o jogador. E, embora a muitos desenvolvedores importe mais atender às categorias que definem o jogo, desde as revisitadas por Callois, até as que modernamente incluimos, como jogos lógicos, de solução de enigmas ou quebra-cabeças, percebo em alguns deles uma preocupação estética e até mesmo ética, catalisadora de um aprofundamento da experiência do jogar. Assim, nossa sensibilidade pode ser estimulada inclusive em jogos aparentemente simples, como

um *bullet hell*. A princípio, esse gênero de jogo digital requer não mais do que bons reflexos motores e visuais, compreensão rápida e antecipada de suas mecânicas, entre outras ligadas à jogabilidade. Contudo, aplicativos como *Bullet Hell Monday* (2016) ou *No Humanity – The hardest game* (2016) vão muito além disso. Em *B. H. Monday*, os gráficos, conforme vê-se na Figura 1 (A e B), formam composições exuberantes e variadas em formas e cores, conforme o nível, a velocidade e a quantidade de tiros disparados, entre outros fatores:

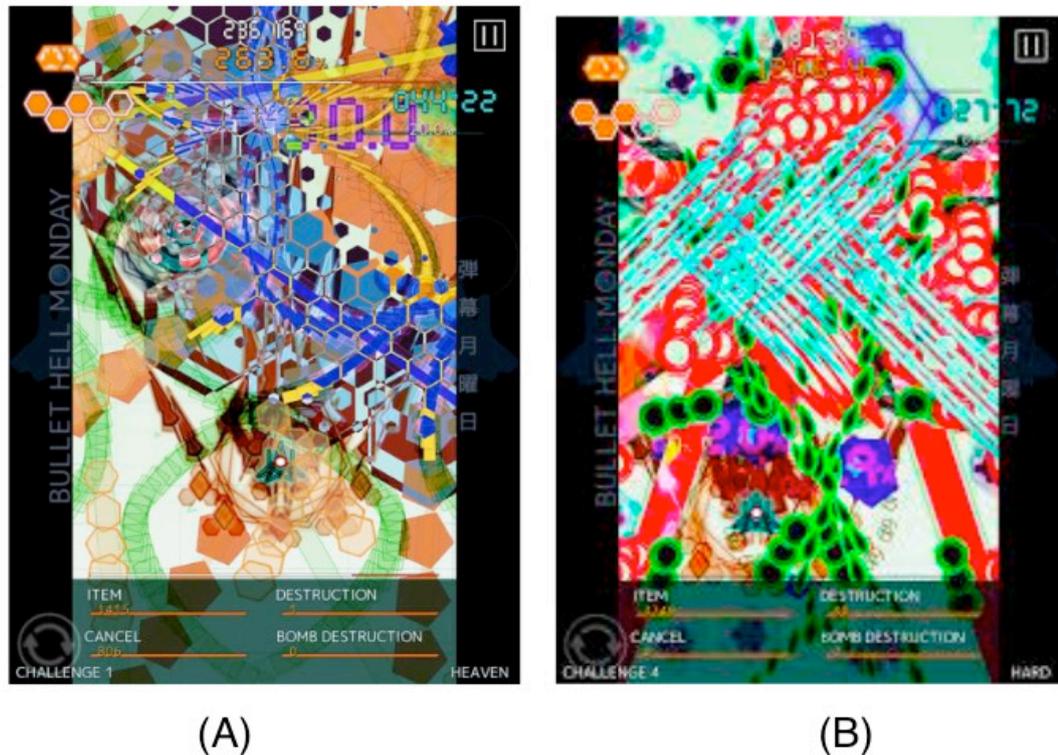


Fig 1(A) e (B) - Cópias de tela do Jogo *Bullet Hell Monday* (2016). Disponível para Android e iOS.

Já em *No Humanity*, a beleza dos gráficos, exemplificados na Figura 2 (A e B), recai não sobre as cores, mas sobre o desenho irregular, traços e manchas negros que se destacam do fundo que imita papel pautado, sugerindo figuras que eventualmente rabiscamos sem pensar nas margens de nossos cadernos. O universo gráfico gerado a partir de ações gestuais é rico e inusitado, e quase parece que somos nós quem estamos desenhando sobre o fundo de papel pautado:

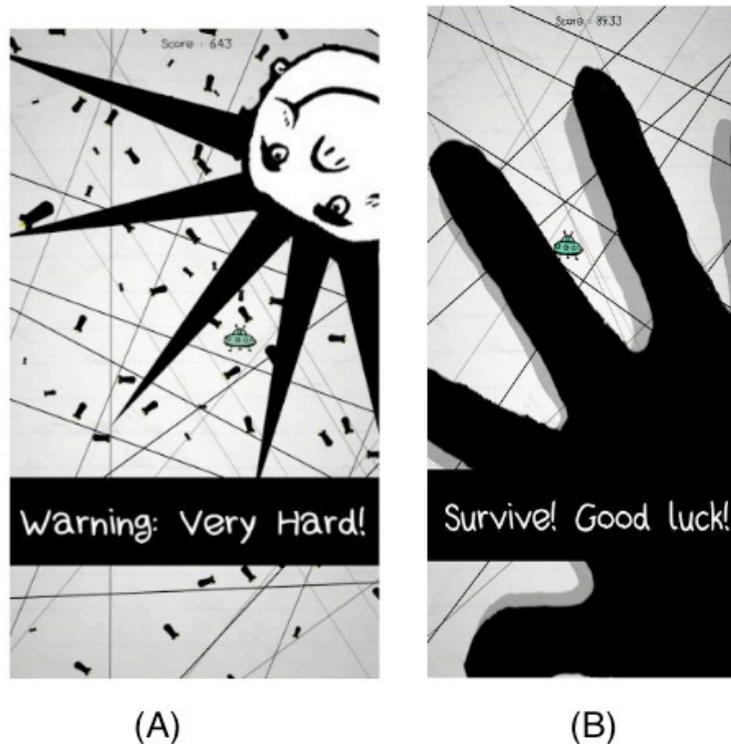


Fig 2 (A) e (B) - Cópias de tela do Jogo No Humanity – The hardest game (2016). Disponível para Android e iOS.

Obtemos, assim, em ambos os exemplos, uma experiência para além de enfrentamento ou superação de desafios e a conquista de pontos ou prêmios. As emoções, a estesia e a sensibilidade do jogador são estimuladas pela ambiência plástica em animação frenética, integrada aos efeitos sonoros, design do jogo e programação.

2.2.2 Poética e arte

Cabe ainda, dentro desse segmento, localizar o que quero dizer por poética, agora no âmbito da arte. Isso significa abrir um parêntese para incluir uma pequena digressão sobre os dois termos elementares que a constituem: a estética e a ética.

Embora eu prefira referir-me à estética como o conhecimento sensível gerado pelas experiências cognitivas do corpo, ao modo de Alexander Baumgarten (1993) e toda uma corrente fenomenológica posterior, a filosofia iluminista, esta que tem em René Descartes e Emmanuel Kant seus pensadores fundamentais, prefere, em acordo com a tradição platônica, submetê-la à razão. Esses autores considerarão o julgamento estético como a emissão de um juízo crítico sobre o que se idealiza como belo e bom. Para Aristóteles (2005) e seus seguidores, ao contrário, os valores éticos adviriam dos valores sensíveis. Embora, entre os autores citados e mesmo hoje, prevaleça uma associação indelével entre estética e beleza, a partir da introdução das categorias do sublime e do grotesco no século XIX (SANCHEZ-VAZQUEZ, 1999), a estética como estudo do sensível amplia-se para outras qualidades que igualmente

nos fascinam e sensibilizam, como a monstruosidade, o mistério, o espantoso, o absurdo ou o horror. A modernidade trouxe consigo a subjetivação do conceito de beleza, agora relativizado em relação a contextos históricos e socioculturais (ECO, 2015). No final do século XX, Terry Eagleton (1993) discorrerá sobre uma estética não alienada de princípios éticos políticos e ideológicos. Por fim, a neurociência tem mostrado que nossas percepções sensíveis, recolhidas através dos órgãos sensoriais e interpretadas pela mente, geram respostas emocionais as quais, por sua vez, produzem sentimentos que conformam uma consciência ampliada e moral (DAMASIO, 1999). A biossemiótica também aponta o papel fundamental da estética na evolução dos mais diferentes comportamentos dos seres vivos (KIRSHOF, 2008). Contudo, no pensamento aristotélico já encontro justificativa suficiente para a abordagem por mim defendida: a poética de uma obra de arte surge como um efeito resultante da comunhão entre valores estéticos e éticos, efeito esse gerador de uma experiência sensível e emotiva que nos envolve e amplia a nossa consciência para o ser-estar no mundo, embora não necessariamente catártica, como propunha o filósofo. Essa abordagem, como se vê, dialoga com a de Guattari e a de Maturana e Varela, já apresentada neste artigo.

Fechado o parêntese, proponho a seguinte inferência: se o que distingue um jogo como artefato em relação aos demais produtos culturais são as suas qualidades de jogabilidade, é preciso, ainda assim, reconhecer sua dependência de todo um conjunto retórico inclusivo de princípios estéticos e éticos, a serem emulados pelo jogador. Assim, se a estética de um jogo digital surge no conceito e elaboração de cenas e elementos gráficos, da trilha e efeitos sonoros, da narrativa implícita ou explícita gerada pelo discurso ficcional, a ética, por sua vez, está presente em toda uma visão de mundo significada pelo sistema lúdico. Ela emerge desde a escolha da mídia, do sistema operacional ou plataforma para disponibilização, passando pelos aplicativos utilizados para programá-lo, grau de protagonismo e de acessibilidade permitida ao usuário, até os conceitos gráficos que definem um avatar e sua ambiência. É preciso, em suma, verificar em que medida os valores estéticos e éticos elencados sensibilizam e colocam em crise os valores estéticos e éticos do jogador, gerando um efeito poético, qualificando um jogo, por fim, como um objeto de arte.

Alguns jogos oferecem uma rica experiência nesse sentido, independente de gênero. Vou sair do lugar comum e evitar os mais citados, *Journey* (2012), *Monument Valley* (2014) ou *This war of mine* (2014). Temos, em *Gorogoa* (2018), um quebra-cabeças cujas formas e figuras são manipuladas pelo jogador, de modo a produzir uma narrativa sem palavras. O jogo todo se processa como um labirinto de imagens enigmáticas, como as amostradas na Figura 3 (A e B), sem outro fim que não o de despertar nossa sensibilidade. Contudo, subjaz a narrativa alguns princípios éticos

como a perseverança, a paciência, a atenção aos detalhes, o agir sem esperar outra recompensa que não a revelação da beleza que dá sentido à própria vida da personagem, além de outras significações possíveis:



Fig 3 (A) e (B) – Cópias de tela do Jogo Gorogoa (2018). Disponível para Android, iOS, Playstation 4, Xbox One e Nintendo Switch.

Ainda um outro exemplo, dessa vez retirado do impensável gênero de *shoot'n'up* (tiro), normalmente associado à competitividade ou violência: *Ball point universe – infinity* (2013). Esse jogo, exibido no Festival Internacional de Linguagem Eletrônica em 2015, surpreendeu-me por agregar uma beleza gráfica que supera a simples vontade de ultrapassar as fases, vencer desafios ou ganhar pontos. A retórica visual parece ter sido produzida a partir de recortes de papel, gerando um mundo fantástico, povoado por criaturas estranhas, traçadas com caneta esferográfica, conforme vislumbra-se na Figura 4 (A e B). A munição sugere gotas de tinta, remetendo ao material que compõe a retórica visual. O detalhamento minucioso, realçado por uma paleta de cores delicada, porém vibrante, causa uma impressão feérica sobre o jogador, a medida em que ele cumpre sua jornada, primeiro como um pequeno pássaro e depois como uma nave que sobrevoa diferentes paisagens oníricas:

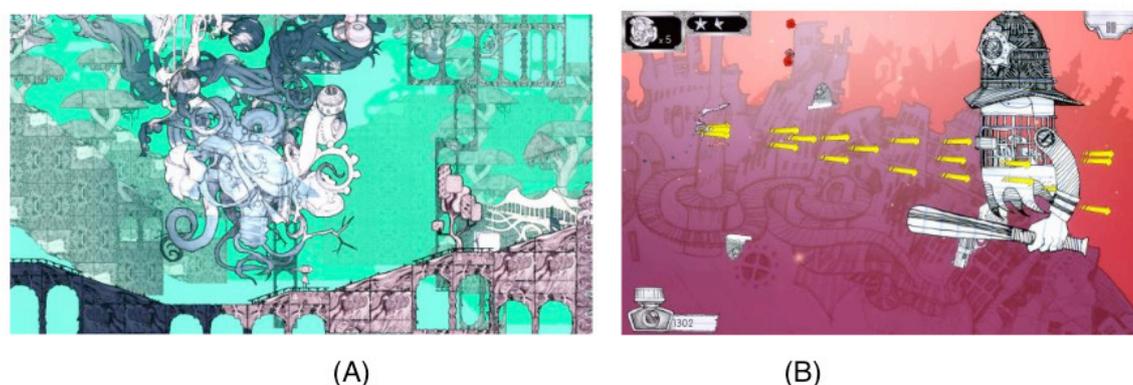


Fig 4 (A) e (B) - Cópias de tela 2 do Jogo Ball Point Universe – Infinity (2013). Disponível para Microsoft Windows, Linux e iOS.

Assim como nos jogos *bullet hell* aqui apresentados, o desejo de sobreviver à custa de tiros justifica-se, não porque queremos eliminar o maior número de

adversários possível, mas porque queremos ultrapassar as fases para usufruir das belezas deste universo simulado em tinta de caneta e recortes de papel e as surpreendentes personagens e figuras que o habitam. As funções de tiro tem sua função destrutiva, se não neutralizada, atenuada pelo efeito estésico que se sobrepõe, na medida que o jogador se interpreta mais como um herói desbravador de mundos e dos seus mistérios, ao mesmo tempo em que vivencia uma epifania de formas, cores e texturas, até que se esgote toda a tinta do criador desenhista.

Até agora, busquei localizar o lugar da pesquisa que aglutina o *ludus* e a *poiesis* gerando a expressão *ludopoética*, esclarecendo que, embora a pense como uma metodêutica³ (PEIRCE, 1998) compreensível e aplicável a toda esfera de conhecimento, aqui ela se atém, por força da minha lotação acadêmica, ao campo da arte, em específico às artes gráfico-visuais. Pesquisar, observar, jogar e analisar os artefatos lúdicos do ponto de vista teórico, entretanto, consiste em apenas uma das instâncias deste trabalho. Além disso, procuro, eu e a equipe de bolsistas, desenvolver projetos para criação de jogos digitais que potencializem uma *poiesis* vinculada também à educação.

Portanto, é necessário ainda me deter sobre essa última relação, para, em seguida, discorrer sobre o projeto já concluído, *Aura Remastered*, no qual tentamos colocar em prática o pensamento ludopoético, finalizando com algumas considerações finais.

3 | LUDOPOÉTICA: O JOGO EDUCATIVO E A EDUCAÇÃO PELO LÚDICO

3.1 Educar ou adestrar

O termo “educação”, quando aplicado em sinonímia ao termo “pedagogia”, parece forçar o conceito de jogo em direção ao de simulador ou de ferramenta de treinamento, adestrando o usuário para a realização de determinadas tarefas ou para o desenvolvimento de competências, sem levar em conta sua reflexão ou o seu protagonismo nos processos de aprendizagem. Não contesto a eficácia imediata dessa abordagem, mas, tal como Cristiano Tonéis (2017) aponto a sua superficialidade e esvaziamento a longo prazo.

A relação entre educação e jogo é mais estreita e mais potente do que a viabilizada pela simples inclusão do jogo como objeto didático. O conceito de educação (*ex ducere*) como ação que leva a ampliação dos sujeitos envolvidos no ensinar e aprender, justaposto a um conceito de jogo como lugar de ampliação das práticas existenciais dentro de um sistema organizado por regras, evidenciam que ambos,

³ Termo criado por Charles Sanders Peirce para referir-se a uma lógica ou sistema de pensamento que antecede ou fundamenta a escolha de uma metodologia científica, da retórica discursiva até o ponto de vista crítico. No caso, proponho como metodêutica o *ludus*, ligado à *poiesis*, como fundamentos de uma metodologia criativa e educativa.

educação e jogo, partem de um mesmo princípio fundamental: a integração entre sujeitos e suas novas experiências cognitivas a partir da emulação de uma ambiência virtual. Nunca é demais repetir que, por virtual, entendo toda uma possibilidade de acontecimentos potencializados em ou por dado meio e lugar, natural ou artificial (LEVY, 1999). Assim como as enações⁴ (VARELA et al, 2001) para o educar podem ser potencializadas em qualquer ambiência, da mesma forma penso as enações para o jogar. O espaço ludopoético/educativo pode ser gerado onde houver sujeitos engajados e dispostos a entrar em acordo espontâneo quanto às suas regras. É preciso, pois, reforçar a ideia de jogo como parte intrínseca à metodêutica do educar, não como objeto enxertado em planos e projetos educativos.

Ao reconhecer a ambiência educacional em sua potência lúdica, assumo que ela também possui uma poética própria. Portanto, quando falo em educação em artes e, especialmente, em uma educação em artes através do jogo, penso na emulação de uma ambiência poética em que arte, jogo e educação ocorram integradas e indistinguíveis uma da outra. Aqui recorro a Aristóteles novamente, quando ele discorre sobre a função social da tragédia para educar o povo grego; adjunto que a mímese ou mimetismo, uma categoria de jogo segundo os próprios gregos e reforçada por Callois, está incluída no *play* em sua ampla acepção, no sentido de dramatizar. Proponho o jogo, e em especial o jogo digital, como um lugar e momento onde são potencializadas outras relações espaço-tempo; onde é possível viver, através da mímese, da ficcionalização e da imaginalização, experiências que ampliem e enriqueçam a nossa narrativa existencial. Ao gerarmos uma ambiência ludopoética ampliadora do espaço-tempo educativo, desejamos que cada participante, educador ou educando, atue como protagonista e ao mesmo tempo coadjuvante nas diferentes enações do ensinar e aprender.

Na escola, conquanto possamos contar com o engajamento do professor, o mesmo não se pode dizer das crianças e jovens que, na maioria das vezes, ali estão por força da lei e das normas socioculturais, que as obrigam à presença em sala de aula e, dentro de um período de tempo, realizar tarefas com vistas a produzir conhecimento, em reprodução às relações de trabalho (STEARNS, 2006; QVORTRUP, 2001). Nesse sentido não são, como aponta Humberto Maturana (2006), relações sociais, mas baseiam-se em hierarquias e na obediência, e não ocorrem no âmbito da amizade e da aceitação mútua, condições importantes para a promoção do engajamento espontâneo e da adesão livre às regras geradoras de uma ambiência lúdica, conforme propõe Huizinga. A ludopoética pode apresentar-se, portanto, como uma metodêutica contrária à aplicada na educação escolar.

Isso não quer dizer que a experiência lúdica seja impraticável; mas é preciso

⁴ Segundo os autores, as *enações* consistem nos fenômenos cognitivos da mente corporalizada e atuante em um mundo não previamente dado, mas resultante de uma história de interações e de conhecimentos adquiridos.

virtualizar o lugar “agogético” (do grego agogé = espaço de treinamento militar), de modo a transfigurá-lo, ainda que por um momento. Ao transformar a sala de aula em ambiência lúdica e poética, abrimos uma bolha no sistema pedagógico em que crianças e jovens meramente reproduzem as relações mecânicas e subservientes de trabalho, baseadas em sistemas de trocas, destituídas de afeto, de sensibilidade e de protagonismo crítico. Isso significa não apenas introduzir o jogo e a poética como meio, mas como fim; educar não através da ludopoética, mas para e com a ludopoética.

3.2 Criar arte para o jogo ou como jogo?

Trago a poética da arte como expressão humana que procura ampliar ou ressignificar o sentido de nossas experiências no mundo, conforme John Dewey (2010) ou como um paradigma estético enriquecedor de nossas produções de subjetividade, conforme Guattari (1992). Ao reunir educação e arte no interior de uma ambiência ludopoética, quero propor a ressignificação do conhecimento como experiência vivida e não meramente como conteúdo transmitido ou aprendido por meio de procedimentos dirigidos, condutores de um resultado planejado conforme os interesses de quem o propõe.

Assim, são igualmente estreitos os laços que unem arte à educação, tanto quando os laços que unem o jogo à educação, quando concebidos no interior da esfera poética. Para entendimento do jogo digital como prática artística em si, é preciso diluir as fronteiras entre a cultura plástica, gráfica e visual veiculada pelas mídias de entretenimento, sobretudo as digitais, e aquela legitimada pelos sistemas teóricos e críticos tradicionais de consagração, dos espaços museológicos às instituições educativas.

Combinadas, as experiências da arte, do jogo e da educação podem emular valores estéticos e éticos a partir de operações realizadas por jogadores autopoieticos entendidos como protagonistas de suas enações educativas. A ambiência ludopoética, ao incluir aqueles que a operam e a emulam em regime de aceitação espontânea de suas regras, contribui para estimular o pensamento solucionador de problemas, superação de obstáculos e enfrentamento de desafios, qualidades essas que compõem toda uma gramática do conhecer. Ao agregarmos qualidades estéticas e valores éticos aos problemas, obstáculos e desafios propostos pelo sistema lúdico, passamos a virtualizar uma experiência poética cujo prazer se sobrepõe ao de querer simplesmente concluir ou vencer as tarefas propostas pelo jogo.

As artes podem contribuir para a sua eficiência, não apenas ao revesti-lo plasticamente, mas conjuradas a totalidade retórica emulada pelo jogador. Nos

melhores jogos digitais, por exemplo, não só a nossa capacidade lógica, mas os nossos princípios éticos e estéticos acabam por ser desafiados também pela programação e pelo design.

Dentro disso, gostaria de discorrer sobre um projeto já finalizado da pesquisa, proposto dentro de uma metodêutica que reúne jogo e poética como gramática que fundamenta a experiência educativa no campo das artes.

3.3 Aura Remastered

Em final de 2017, o Goethe Institut – Porto Alegre convidou-me para coordenar um projeto de criação de jogo digital vinculado à exposição de arte Aura Remastered, o poder da multiplicação, realizada no Museu de Arte do Rio Grande do Sul em outubro de 2018, itinerando a seguir para o espaço cultural Baumwollspinnerei, em Leipzig, na Alemanha, em março de 2019. O jogo havia sido concebido, inicialmente, como material complementar à exposição. Contudo, acabou sendo exibido como obra em si, compartilhando o mesmo local expositivo, disposto em um tablet para interação do público visitante. Alternativamente, o aplicativo poderia ser instalado sem custo em celulares ou *tablets* Android ou computadores de mesa. Durante a exposição, foram disponibilizados uma série de adesivos criados a partir dos *sprites*, para que os visitantes pudessem colar numa parede especialmente decorada com um de seus cenários e assim reproduzirem uma das ações do jogo.

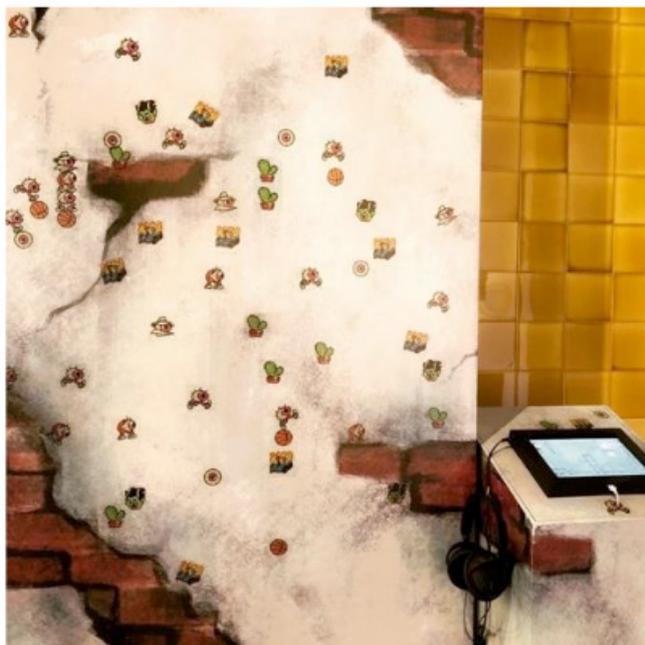


Fig 5 - Detalhe do painel expositivo montado no Museu de Arte do Rio Grande do Sul, com os adesivos já aplicados. Arquivo da autora.

Para o lançamento, foi planejado um painel de encontro entre a equipe desenvolvedora e o público inscrito em geral. Trabalharam no projeto estudantes ou

recém-formados da área de Artes Visuais e de Jogos Digitais, programadores, game-designers, artistas visuais e animadores. Partimos da ideia de reprodutibilidade, através de ações de cópia, cola, e registro de marcas. Esses conceitos advieram do tema norteador da curadoria, com o qual o jogo deveria dialogar: a arte impressa e a perda da aura da arte como obra única e original (BENJAMIN, 2012). Na exposição, foram exibidos trabalhos em gravura contemporânea realizadas com diversas técnicas, desde a impressão por via de fuligem produzida pela queima de materiais até técnicas mais simples e populares como o lambe e estêncil. O curador Gregor Jansen, em encontro para formação da equipe, reforçou o papel social e político da arte impressa, cujo caráter de reprodutibilidade torna a arte acessível a todos. Em outra formação da equipe, ministrada por mim, apresentei a história da arte impressa e as várias técnicas que a constituem. Indicamos, também, a leitura da obra de Walter Benjamin, norteadora da exposição. Essa preparação, somada à pesquisa de referenciais imagéticos e de jogos assemelhados, foram essenciais para enriquecer o trabalho da equipe. Ficou acordado que o projeto deveria atender a três finalidades: fornecer ao usuário a experiência de produzir arte impressa; educá-lo para a compreensão e valorização do papel político, social e libertador da arte; por fim, apresentar o próprio jogo ao mesmo tempo como uma obra ao lado das demais presentes na exposição, uma vez que ele cumpre os mesmos requisitos elencados pela curadoria, pois trata-se de um objeto acessível e passível de multiplicação, assim como a arte impressa. Outra reflexão potencializada pela experiência ludopoética seria à noção de diluição das fronteiras entre arte popular e arte erudita, sobretudo a partir da inclusão do jogo como obra em exibição no espaço museológico.

Graças à integração entre programação, design e artes, o Jogo Aura Remastered adquiriu o sentido alegórico que desejávamos emular: o jogador experencia-se como um artista em confronto com obstáculos (políticos, sociais) de forma simbólica, copiando e colando lambes e estêncis (técnicas escolhidas justamente pelo seu potencial subversivo) sobre o cenário de um muro. Este muro é, ao mesmo tempo, uma metáfora para repressão e censura, mas também o suporte que o impulsiona a reagir através da arte.

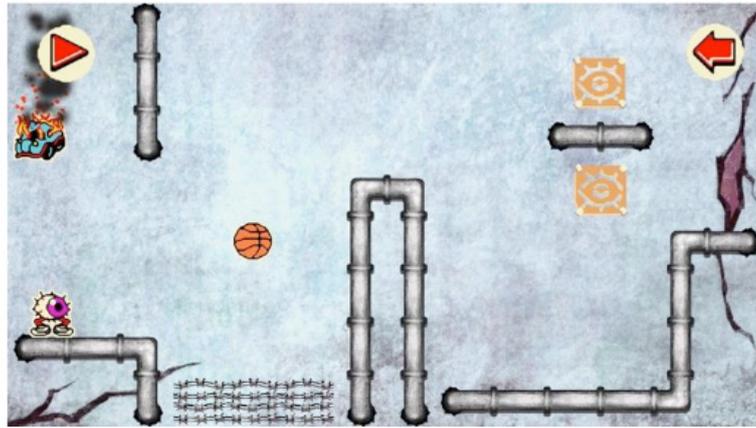


Fig 6 - Screen-shot do jogo, mostrando o Olho-Artista e alguns dos sprites-lambes e sprites-estêncis colados no muro. Canos e outros elementos contribuem para superar obstáculos e passagem de nível. Arquivo da autora.

A medida em que o jogador-artista vai atuando e ultrapassando as diversas fases, o muro vai abrindo fissuras e se rompe aos poucos; por entre as aberturas, o jogador vislumbra estranhas paisagens e figuras inusitadas em gifs animados, inspiradas nas obras dos artistas gráficos da exposição:



Fig 7 - Screen-shot do jogo, mostrando um dos gifs que surpreendem e causam estranhamento no jogador, revelando o papel da arte em libertar a expressão imaginativa. Arquivo da autora.

A sensibilidade do usuário é ampliada através do quebra-cabeças cuja solução é o rompimento do cenário opressor que o impede de enxergar outras possibilidades para a vida no mundo. Na última fase, uma cena epifânica revela o poder da multiplicação não apenas da arte e da sua capacidade de transformação, mas também a força do artista, que se multiplica figurativa e significativamente, tornando-se um coletivo. Por fim, todos nós somos capazes de solucionar problemas e de transformar o mundo:



Fig 8 - Screen-shot do jogo: o artista multiplica-se a si mesmo, tornando-se um coletivo, e assim conquista o poder de derrubar o muro e abrir caminho ao espaço de liberdade. Arquivo da autora.

O potencial persuasivo (BOGOST, 2007) de Aura Remastered reside em argumentar, através de sua retórica geral, que a experiência ludopoética pode ser convertida em ações que ultrapassam a ambiência digital influenciando em nossas atitudes diante da vida.

A montagem no Museu incluiu uma tela de TV para exibição do walkthrough e um tablet com o aplicativo instalado, tendo por fundo um painel interativo onde poderiam ser aplicados adesivos dos sprites do jogo.



Fig 9 - Montagem para exibição do jogo. Arquivo da autora.

O interesse despertado foi grande e os 300 adesivos disponibilizados esgotaram-se em poucos dias. Segundo relato do Setor Educativo do Museu, a exposição recebeu 14.684 visitantes; destes, 1.144 foram escolares, mediante agendamento de turmas acompanhadas de professores. Entretanto, foi o público espontâneo o que mais interagiu com o jogo. Esse dado é significativo, indicando que o caráter obrigatório e protocolar da visita escolar (horário rígido, percurso previamente demarcado, pouco tempo e pouca liberdade para fruição, entre outros fatores) inibiu o engajamento. Os acessos à plataforma de hospedagem para baixar o jogo foram também poucos, embora ele fosse gratuito. Alguns fatores podem ter contribuído para a raridade dos acessos: pouco tempo e empenho na divulgação junto à jovens e crianças, público potencial do jogo, em sites e mídias apropriadas; o contato curto com o jogo no espaço do museu e, por fim, o deslocamento de sua produção em relação aos demais jogos *indies*, normalmente desenvolvidos em *game jams* para posterior inserção em plataformas de maior afinidade com o gênero, como Steam ou Itch.io.

A exibição de um jogo digital em um museu, entre obras artísticas cuja linguagem já tem o reconhecimento do público cativo, pode ter causado um certo estranhamento naqueles pouco familiarizados com a inclusão desse tipo de artefato em espaço museológico, sobretudo porque o que se espera de um aplicativo digital vinculado à exposição de arte é o de oferecer uma informação complementar, ao modo de um catálogo online. Muitos se surpreendiam ao verificar que o aplicativo propunha, na verdade, um diálogo conceitual com o restante das obras, promovendo uma reflexão sobre a arte, o artista e o seu papel na sociedade e na cultura.



Fig 10 - Público no dia do lançamento. Arquivo da autora.



Fig 11 - Público presente no painel da equipe desenvolvedora. Arquivo da autora.

Por outro lado, o lançamento do jogo recebeu bastante atenção da mídia jornalística em geral, incluindo redes sociais, televisão e mídia impressa, causando impacto cultural e educativo na comunidade local:



Fig 12 - Recorte da página do Jornal Zero Hora, o mais importante do estado do Rio Grande do Sul. Arquivo da autora.

4 | PERSPECTIVAS LUDOPOÉTICAS E ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Posso dizer que o Jogo Digital Aura Remastered, como primeira ação ludopoética promovida a partir de estudos e pesquisa, cumpriu os objetivos previstos: como artefato lúdico e artístico, integrou jogabilidade, estética e ética, comprovando-se como obra de poética própria, e não subserviente à exposição com a qual dialogou; da mesma forma, serviu aos propósitos educativos, sem exercer um papel puramente didático e informativo sobre artistas e obras, mas colocando o jogador no papel de protagonizar as ações de um artista que vale-se de sua arte como tática para derrubar, por via do simbólico, um muro repressor da liberdade de expressão; seu potencial educativo estendeu-se na repercussão positiva junto ao público e comunidade local. Atualmente, o Jogo, que até início de 2019 estava hospedado na Plataforma Google Play, está passando por uma revisão técnica para

ser novamente liberado para download gratuito na Plataforma Itch.io.

Para o ano de 2019, temos um segundo projeto em andamento. Com apoio do Curso de Jogos Digitais da Universidade do Vale do Rio dos Sinos e a convite do Instituto Estadual do Livro e Secretaria de Cultura e Turismo do Estado do Rio Grande do Sul, estamos promovendo diversas ações em torno do conjunto de poesias do escritor Qorpo Santo. Uma das ações prevê a criação de um Jogo Digital nas mesmas características de *Aura Remastered*, ou seja, não se trata de criar um jogo sobre os poemas ou a biografia do autor gaúcho, mas de ressignificar a sua literatura em forma de jogo. Para tanto, a equipe integrada por estudantes do Curso de Jogos Digitais da Unisinos e do Instituto de Artes da UFRGS está recebendo, da mesma forma que a equipe do projeto anterior, uma formação preparatória, para estudo da obra e pesquisa do imaginário que envolve o tema. Uma segunda ação prevê o desenvolvimento de oficinas de criação de jogos digitais numa escola pública de ensino fundamental, com jovens de 13 a 14 anos. As oficinas serão ministradas pela mesma equipe de estudantes que desenvolverá o jogo e serão supervisionadas pela professora de português que trabalhará a poesia de Qorpo Santo junto às turmas selecionadas. Esta segunda ação, inexistente no projeto *Aura Remastered*, vem cumprir a terceira instância de nossa pesquisa: estudar e organizar projetos, planos e ações educativas para aplicação junto a jovens e crianças, de modo que eles se experimentem como desenvolvedores de seus próprios jogos, gerando compreensão crítica e protagonismo criativo para com os variados sistemas lúdicos.

Na primeira instância, estudamos os jogos digitais veiculados na cultura midiática de entretenimento, em suas diferentes categorias, gêneros e sistemas, a fim de verificar seus valores estéticos e éticos. Para isso, investigamos referenciais na área da semiótica, das teorias da arte e do jogo, filosofia, sociologia e história, entre outros, pois nossa ideia é fortalecer e contribuir com os aspectos humanísticos que envolvem a produção de jogos digitais. Com base nesses estudos e como ação dessa primeira instância, apresentamos aqui este breve ensaio teórico sobre as relações entre jogo, artes e educação.

Como produto da segunda instância, em que visamos projetar e desenvolver aplicativos lúdicos que contemplem funções poéticas, artísticas e educativas, temos a produção do Jogo Digital *Aura Remastered*, bem como a previsão de produção prevista do jogo com base na obra de Qorpo Santo. Estas produções derivam das hipóteses desenvolvidas a partir da teoria de modo a comprová-las.

Em sua totalidade, a pesquisa, desenvolvida por uma equipe variada e interdisciplinar, tem previsão de conclusão em 2020, quando então será produzido um dossiê dos seus resultados. Os materiais teóricos e práticos produzidos deverão ser disponibilizados em mídia digital, para além da divulgação de seus resultados em eventos acadêmicos. Assim imaginamos cumprir com o objetivo de elucidar e de contribuir para com a episteme interdisciplinar que fundamenta as ações educativas e criativas em torno da produção e aplicação de jogos digitais, entendendo a

ludopoética como princípio metodêutico e o jogo, arte e educação como interfaces de uma única virtualidade poética.

REFERÊNCIAS

11 BITS. **This war of mine**. Varsóvia (PO), 2014.

ARACHNID. **Ball Point Universe – Infinity**, 2013.

ARISTÓTELES, HORÁCIO, LONGINO. **A poética clássica**. São Paulo: Cultrix, 2005.

AURA REMASTERED. **Exposição de arte impressa e jogo digital**. Site do evento. Disponível em: <https://www.goethe.de/ins/br/pt/kul/sup/art.html>. Data do último acesso: 31 de agosto de 2019.

AURA REMASTERED. Walthrough disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=A97p_S-h2Ds
Data do último acesso: 31 de agosto de 2019.

BAUMGARTEN, A. G. **Estética: a lógica da arte e do poema**. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

BENJAMIN, W. **A obra de arte na era da reprodutibilidade técnica**. Porto Alegre: Zouk, 2012.

BOGOST, I. **Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames**. Massachusetts (EUA): MIT, 2007.

CALLOIS, R. **Le jeux et les hommes: le masque et le vertige**. Paris: Gallimard, 2014.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções à consciência de si**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999

DEWEY, J. **Arte como experiência**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

EAGLETON, T. **A ideologia da estética**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993

ECO, H (Org). **História da beleza**. Rio de Janeiro: Record, 2015.

GUATTARI, Felix. **Caosmose**. São Paulo: 34, 1992.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

ISER, W. O jogo do texto. In JAUSS, H. R. et al, **A literatura e o leitor: textos da estética da recepção**. Rio de Janeiro (BR): Paz e Terra, 1979, pp. 105-118.

KIRSHOF, E. R. **Estética e biossemiótica**. Porto Alegre: Edipucrs, 2008.

LEVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999.

ITO, M. **Bullet Hell Monday**. Disponível para Android e iOS, 2016.

MATURANA, H.; GARCIA, F. V. e LORENS, J. A. **De máquinas e seres vivos: autopoiese: a organização do vivo**. Porto Alegre, BR: Artes Médicas: 1997.

MATURANA, H.; MAGRO C. e PAREDES, V. (Org). **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

PEIRCE, C. S. **The essencial Peirce**: selected philosophical writings, vol. 2 (1893 – 1913). Bloomington (EUA): Indiana University, 1998.

QVORTRUP, J. O trabalho escolar infantil tem valor? A colonização das crianças pelo trabalho escolar. In: CASTRO, L. R. **Crianças e jovens na construção da cultura**. Rio de Janeiro: Nau, 2001.

ROBERTS, J. **Gorogoa**. Hollywood (EUA): Annapurna, 2018.

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, A. **Convite à estética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

STEARNS, P. N. **A infância**. São Paulo: Contexto, 2006.

SWEATY CHAIR. **No humanity – hardest game**. Disponível para Android e iOS, 2016.

THATGAMECOMPANY. **Journey**. Los Angeles (EUA), 2012.

TONÉIS, C. **Os games na sala de aula**: games na educação ou a gamificação da educação? São Paulo: Bookess, 2017.

USTWO. **Monument Valley**. Londres (RU), 2014.

VARELA, F; THOMPSON, E. e ROSCH, E. **Mente corpórea**: ciência cognitiva e experiência humana. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DO RETINOBLASTOMA

Data de aceite: 30/03/2020

Data de submissão: 10/01/2020

Stella Fráguas

Universidade Presbiteriana Mackenzie –
Faculdade de Computação e Informática
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/2013610781642382>

Luciano Silva

Universidade Presbiteriana Mackenzie –
Faculdade de Computação e Informática
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/7514305376858192>

RESUMO: O Retinoblastoma, ou câncer de retina, é uma doença pediátrica e com sintomas discretos em seus estágios iniciais. Apesar de ser tratado com facilidade e possuir boas perspectivas de cura, o diagnóstico costuma ser retardado principalmente pela falta de informação dos pais e das crianças para identificar os sintomas, levando a consequências mais grave como cegueira ou morte. A presença da enfermidade também pode ser percebida através de reflexos esbranquiçados nos olhos das crianças em fotografias não-clínicas, cujo a ocorrência é atribuída ao desvio da retina provocado pelo tumor. Através da computação visual, esse projeto visa fazer uso dos recursos tecnológicos para a percepção deste padrão

característico da doença, além da notificação de seus usuários quanto a necessidade de buscar um oncologista, se for o caso. Com objetivo de ser uma aplicação de fácil acesso, este projeto apresenta sugestões de metodologias para a implementação deste recurso de forma simples e acessível, usando a biblioteca de uso livre OpenCV e alguns dentre os diversos recursos de computação visual e aprendizado de máquina oferecidos por ela. A disponibilidade de recursos como esse é bem pequena e a abrangência deste tipo de produto no mercado pode salvar a vida de muitas crianças, trazendo conscientização do diagnóstico precoce de forma simples.

PALAVRAS-CHAVE: Computação visual. Diagnóstico precoce. Retinoblastoma

IMAGE RECONITION FOR EARLY RETINOBLASTOM DIAGNOSIS

ABSTRACT: Retinoblastoma, or retinal cancer, is a pediatric disease with discrete symptoms in its early stages. Although usually treated with ease and have good healing prospects, the diagnosis is usually delayed mainly by the lack of information from parents and children to identify the symptoms, leading to more serious consequences such as blindness or death. The presence of the disease can also be perceived through whitish reflexes in the eyes of children

in non-clinical photographs, whose occurrence is attributed to the deviation of the retina caused by the tumor. Through visual computing, this project aims to make use of technological resources for the perception of this characteristic pattern of the disease, as well as the notification of its users about the need to seek an oncologist, if appropriate. In order to be an easy-to-access application, this project presents suggestions of methodologies for the implementation of this resource in a simple and accessible way, using the OpenCV open source library and some of the various visual computing and machine learning features offered by it. The availability of resources like this is very small and the scope of this type of product on the market can save the lives of many children, bringing awareness of the early diagnosis in a simple way.

KEYWORDS: Computer Vision. Early diagnosis. Retinoblastoma.

1 | INTRODUÇÃO

O retinoblastoma (GALINDO, 2016) é o tipo de câncer mais comum na infância e tem grandes chances de cura quando diagnosticado precocemente. Quanto antes feito o diagnóstico, maiores são as chances de cura e menores são as chances de perda da visão.

Um grande desafio para o diagnóstico precoce em países em desenvolvimento, como o Brasil, é a falta de conhecimento sobre os sinais que podem indicar a presença do tumor ocular, como por exemplo a leucocoria - reflexo branco da retina cancerígena em fotografias não-clínicas com flash, também conhecido como “olho de gato”.

Por ser uma enfermidade pediátrica, um diagnóstico precoce pode ser dificultado, devido à falta de entendimento da criança dos seus sintomas e, para os pais, o primeiro sintoma aparente costuma ser a aparição da leucocoria nas fotografias

Sabendo-se disso, este projeto aborda o desenvolvimento de um algoritmo para identificar a possibilidade de um retinoblastoma baseado em fotografias não-clínicas. Buscando os padrões característicos da leucocoria, é proposto um algoritmo de acesso livre capaz de identificar a ocorrência do sintoma e de notificar o usuário sobre sua possibilidade.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Retinoblastoma

O retinoblastoma é o tipo de câncer mais comum na infância, podendo ser hereditário, esporádico ou por deleção cromossômica. Sendo raro em crianças maiores do que 6 anos, tem a média de idade do diagnóstico de 2 anos. Quando não diagnosticado e tratado corretamente, ele é potencialmente fatal, mesmo com uma taxa de cura de aproximadamente 100% quando diagnosticado precocemente

e iniciado o tratamento em seguida (GALINDO, 2016).

Ele se manifesta através da leucocoria (“olho de gato”), prostrusão ocular, estrabismo, cor diferente dos olhos e hiperemia conjuntival. A leucocoria é identificada através do Teste do Reflexo Vermelho, ou TRV, que se trata de um teste simples que analisa o reflexo da luz no olho da criança (SINGH, 2014).

Ao realizar o TRV, o examinador se posiciona próximo à criança e utiliza um oftalmoscópio direto para examinar ambas as pupilas, separadamente e simultaneamente, para assim comparar o reflexo entre elas. Caso o reflexo em ambos os olhos seja equivalente em cor, intensidade e clareza e não existam opacidades, pontos brancos ou desvios, pode ser considerado normal. Já o inverso, como mostrado na figura 1, pode caracterizar leucocoria, recomendando-se o exame de fundo de olho para diagnóstico definitivo.

No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, o TRV não é realizado com rotina e, combinado com a falta de informação sobre a doença, fazem com que o diagnóstico do retinoblastoma seja muito mais tardio, aumentando o risco de perda de visão e morte (BERTOLDI et al., 2012).

Como o câncer é uma doença que vai desenvolvendo com o passar do tempo e quanto mais avançado, menores são as chances de cura, o diagnóstico precoce é de extrema importância.

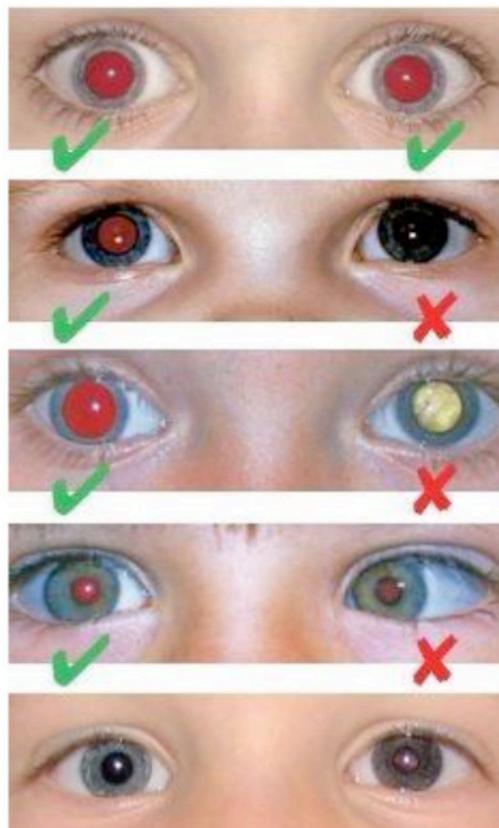


Figura 1: Reflexo do olho considerado normal em exame de TRV.

Fonte: Instituto de Oftalmologia de Assis.

No caso do retinoblastoma, o diagnóstico precoce acompanhado do tratamento pode evitar a metástase e a perda da visão, melhorando a qualidade de vida do paciente, além de reduzir o risco de morte. Em países desenvolvidos e com melhores condições socioeconômicas, o diagnóstico precoce ocorre com mais frequência, facilitando o tratamento e diminuindo a mortalidade (CELEBI, 2015).

Por não ser um exame considerado de rotina por muitos médicos pediátricos no Brasil, somado a falta de informação da população sobre a doença, o diagnóstico do retinoblastoma acaba sendo retardado, evoluindo para estágios mais avançados antes de sua detecção.

Além do TRV, o reflexo branco da pupila, provocado pelo tumor, pode ser percebido por fotografias com flash, como mostra a imagem. Ao notar esse reflexo anormal na pupila da criança, conforme exemplo mostrado na Figura 2 (FRANCIS e ABRAMSON, 2015), o recomendável é levá-la a um médico especialista imediatamente para que seja feito o diagnóstico.



Figura 2: Criança com retinoblastoma no olho esquerdo.

Fonte: <https://www.rnib.org.uk/>

O problema é que, devido à falta de informação, muitos pais acabam negligenciando ou às vezes nem percebendo o reflexo branco e, quando notado, muitas vezes o tumor já se encontra em estágios mais avançados.

2.2 Reconhecimento de imagens

O Reconhecimento de imagens tem como objetivo distinguir objetos em categorias, conforme seus padrões. Para tal várias etapas estão envolvidas, sendo elas de sensoriamento, de segmentação, de extração de características e de pós processamento (BURGER, 2011).

O sensoriamento implica na conversão do que será analisado em um conjunto de dados compostos por objetos e plano de fundo, geralmente possuindo algum tipo

de ruído.

Então, os objetos são segmentados e são extraídas as características relevantes para a classificação. No pós-processamento, são ponderadas as saídas de diferentes classificadores e então é tomada a decisão final (Figura 3).

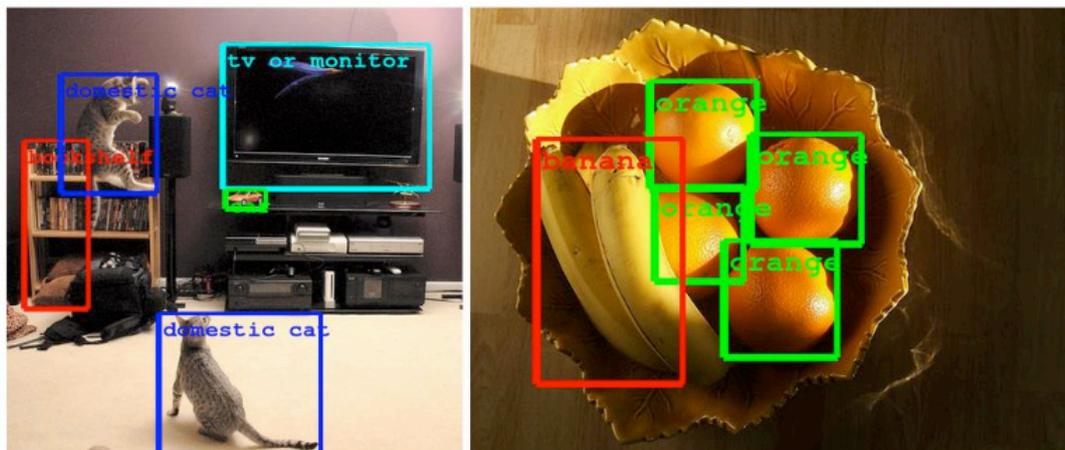


Figura 3: Reconhecimento de objetos por algoritmo de reconhecimento de imagens.

Fonte: <https://ai.googleblog.com/>

Uma boa definição dos padrões de cada objeto é essencial para sua identificação. Com os dados dos pixels das imagens convertidos em dados computacionais, ou seja, que podem ser processados por um computador, usamos esse padrão para identificar os objetos naquela imagem.

No caso do reconhecimento facial, os padrões buscados são as características faciais, como a largura da boca, espaço entre os olhos ou tamanho do nariz, como é demonstrado na Figura 4. Existem diversas formas diferentes de detectar esses pontos de controle (BURGER, 2014).

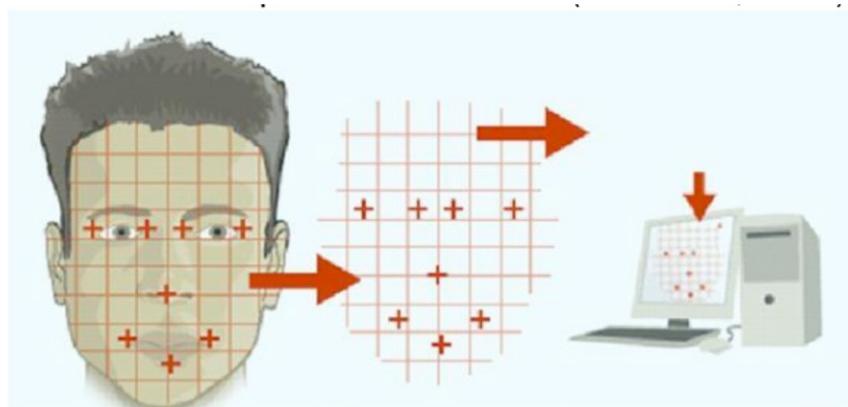


Figura 4: Reconhecimento de características faciais e tradução em dados.

Fonte: <http://www.facerecognitionsolution.com/>

2.3 A biblioteca OpenCV

O OpenCV (Open Source Computer Vision Library) é uma biblioteca de visão

computacional e de aprendizagem de máquina de uso livre desenvolvida pela Intel nos anos 2000. Ela suporta as principais plataformas, como Windows e Linux, além de interfaces para as principais linguagens de programação, como C++, Java e Python.

A biblioteca possui mais de 2.500 algoritmos otimizados para computação visual e aprendizagem de máquina e citaremos alguns a seguir:

2.4 Haar Cascade

A abordagem baseada em aprendizado de máquina é um método eficiente (VIOLA, P., 2001) proposto para o reconhecimento de imagens em preto e branco. Tendo como base os classificadores Haar (Figura 5), os padrões de cada objeto são catalogados e identificados.

Inicialmente o algoritmo necessita treinar os classificadores através de imagens daquele objeto, chamadas de positivas, e imagens negativas, o oposto. São buscadas ocorrências relevantes dos classificadores Haar ao longo da imagem, figura 6, e catalogados na base de dados. Essa base de dados então é usada para a identificação futura deste objeto.

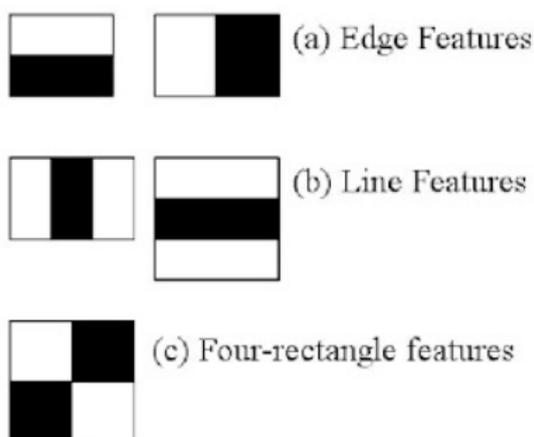


Figura 5: Classificadores utilizados pelo algoritmo Haar Cascade.

Fonte: <https://docs.opencv.org/master/index.html>

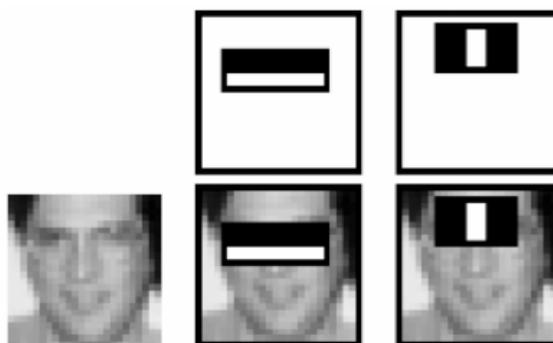


Figura 6: Busca pelos classificadores Haar relevantes da imagem.

Fonte: <https://docs.opencv.org/master/index.html>

Quando recebe uma imagem para identificar, o algoritmo busca pelos classificadores e, com os conhecimentos da base de dados, vai determinando as chances deste conjunto de pixels serem parte do objeto. O que possuir menor taxa de erro é então considerado como sendo o objeto.

2.5 Análise de Histogramas

Nem sempre os objetos podem ser identificados apenas pela observação do seu formato. Existem vários casos de objetos que possuem formato semelhante, mas com cores que os distinguem, como por exemplo as frutas laranja e limão, que possuem mesmo formato, mas podem ser diferenciados pelas cores de suas cascas ou gomos. A análise do histograma da imagem é um grande aliado nesses casos.

Um histograma analisa a concentração de pixels da imagem para cada tom daquela cor, seja a imagem cinza ou em RGB, exemplificado na Figura 7. Conhecendo o histograma do objeto, podemos compará-lo ao histograma da imagem que deseja identificar e obter o resultado esperado.

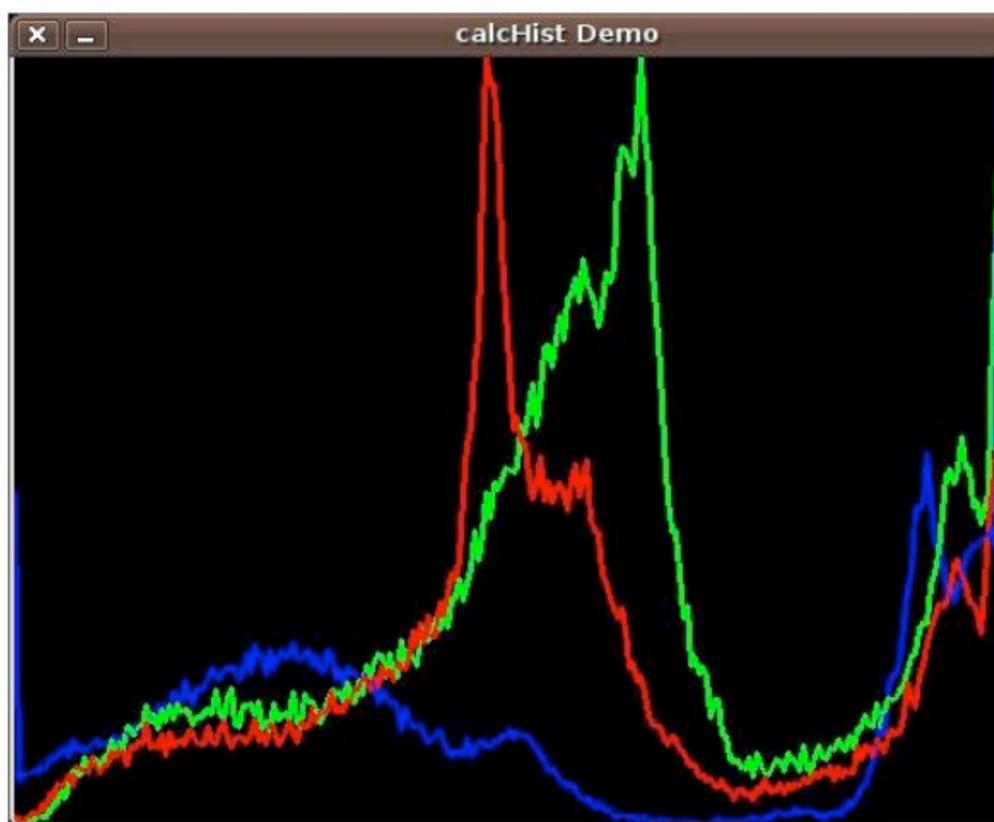


Figura 7: Exemplo de Histograma de imagem em RGB

Fonte: <https://docs.opencv.org/master/index.html>

Ao comparar o histograma do limão com o da laranja, por exemplo, podemos observar uma concentração maior de pixels nas tonalidades de verde, enquanto na laranja temos uma certa concentração de pixels em tons verdes, assim como em tons vermelhos. A partir dessa informação é possível então distinguir o objeto entre

laranja ou limão no meio computacional.

3 | METODOLOGIA

O início deste projeto foi acompanhado de um estudo sobre o retinoblastoma com foco na leucocoria, sintoma que pode ser percebido em fotografias não-clínicas, para definição do método mais eficiente para a identificação do reflexo característico da doença.

Em seguida, foi realizada a configuração da biblioteca OpenCV em um ambiente de desenvolvimento através do canal Anaconda, que disponibiliza de forma simples a inclusão da biblioteca no ambiente de execução desta aplicação. A aplicação web Jupyter Notebook foi escolhida por fornecer um ambiente de desenvolvimento mais interativo e a linguagem usada para implementação foi o Python(CHITYALA, R., 2016).

3.1 Definição da Região de Interesse

Com o objetivo de otimizar o processamento, é recomendada a prática de determinar uma região de interesse e então é buscado o objeto em si apenas nessa região. Essa prática faz com que, ao tentar classificar a imagem, menos pixels tenham que ser processados e analisados pelo computador, reduzindo o tempo de execução da aplicação.

A biblioteca OpenCV disponibiliza de alguns arquivos XMLs que contém uma base de dados já treinada para identificação de alguns objetos usando o algoritmo Haar Cascade. Entre eles, faces e olhos já possuem uma base de dados treinada e por isso esse método foi escolhido para a redução da área de interesse da imagem inteira para a face e, posteriormente, o olho.

Estes arquivos podem ser encontrados em `opencv/data/haarcascades/` e foram utilizados para face e olhos, respectivamente, os arquivos nomeados por “haarcascade_frontalface_default.xml” e “haarcascade_eye.xml”.

Para tal, é necessário que a aplicação acesse a base de dados (arquivos XMLs) e possua uma versão da imagem em escalas de cinza. Então é utilizado os classificadores de face e a partir de cada face encontrada será utilizado o classificador para os olhos, como ilustrado na figura 8.

```

In [1]: import numpy as np
import cv2

In [2]: face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_frontalface_default.xml')
eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_eye.xml')

In [3]: img = cv2.imread('img/retinoblastoma.jpg')
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

In [*]: faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
for (fx,fy,fw,fh) in faces:
    cv2.rectangle(img, (fx,fy), (fx+fw, fy+fh), (255,0,0),2)
    roi_gray = gray[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    roi_color = img[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray)
    for (ex,ey,ew,eh) in eyes:
        cv2.rectangle(roi_color, (ex,ey), (ex+ew, ey+eh), (0,255,0),2)
        roi_gray = roi_gray[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_color = roi_color[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_bgr = cv2.cvtColor(roi_gray, cv2.COLOR_GRAY2BGR)

In [*]: cv2.imshow('img',img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

```

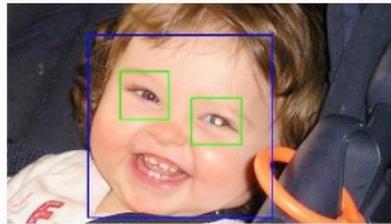


Figura 8: Identificação de face e olhos usando Haar Cascade

A identificação da íris possibilita reduzir ainda mais a área de interesse e para esta finalidade a seguinte abordagem foi tomada:

3.2 Threshold

Para preparar a imagem para alguns os processamentos a seguir, é necessário obter uma versão binária e invertida desta. Para essa finalidade, foi utilizado o método de Threshold (Figura 9), que possui os seguintes parâmetros:

- Uma imagem em escala de cinza;
- O valor de Threshold, que determina que qualquer valor abaixo dele é branco e acima é preto;
- O valor máximo dos pixels;
- Tipo de Threshold escolhido. Neste parâmetro dizemos ao OpenCV que queremos a imagem binária e invertida.

```

In [1]: import numpy as np

In [2]: import cv2

In [3]: face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_frontalface_default.xml')
eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_eye.xml')

In [*]: img = cv2.imread('img/retinoblastoma.jpg')
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

In [*]: faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
for (fx,fy,fw,fh) in faces:
    cv2.rectangle(img, (fx,fy), (fx+fw,fy+fh), (255,0,0),2)
    roi_gray = gray[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    roi_color = img[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray)
    for (ex,ey,ew,eh) in eyes:
        cv2.rectangle(roi_color, (ex,ey), (ex+ew,ey+eh), (0,255,0),2)
        roi_gray = roi_gray[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_color = roi_color[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_bgr = cv2.cvtColor(roi_gray, cv2.COLOR_GRAY2BGR)
        if roi_bgr is not None:
            _, thresh = cv2.threshold(roi_gray, 92, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
            cv2.imshow('thresh', thresh)
            cv2.waitKey(0)

In [*]: cv2.imshow('img',img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

```



Figura 9: Processamento Threshold e a imagem binária e invertida resultante

O valor de threshold se mostrou um problema quando exposto à diferentes imagens, pois a diferença de iluminação e contraste entre elas fez com que o mesmo valor não se aplicasse para todas elas. Ao decorrer do projeto foram usados valores obtidos manualmente para cada objeto.

3.3 Morfologia Matemática

As operações de fechamento e abertura morfológica tem como objetivo extrair componentes úteis para o reconhecimento de imagens, onde a primeira reduz buracos e conecta componentes e a segunda elimina pequenos componentes e suaviza o contorno. É requisito deste processamento que a imagem esteja binária e este se mostrou eficiente para obter contornos mais precisos da região de interesse (Figura 10).

```

In [1]: import numpy as np
In [2]: import cv2
In [3]: face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_frontalface_default.xml')
        eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_eye.xml')
In [*]: img = cv2.imread('img/retinoblastoma.jpg')
        gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
In [*]: faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
        for (fx,fy,fw,fh) in faces:
            cv2.rectangle(img, (fx,fy),(fx+fw,fy+fh),(255,0,0),2)
            roi_gray = gray[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
            roi_color = img[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
            eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray)
            for (ex,ey,ew,eh) in eyes:
                cv2.rectangle(roi_color, (ex,ey),(ex+ew,ey+eh),(0,255,0),2)
                roi_gray = roi_gray[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
                roi_color = roi_color[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
                roi_bgr = cv2.cvtColor(roi_gray, cv2.COLOR_GRAY2BGR)
                if roi_bgr is not None:
                    thresh = cv2.threshold(roi_gray, 92, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
                    kernel=np.ones((3, 3), np.uint8)
                    morph_close = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
                    cv2.imshow('morph_close',morph_close)
                    cv2.waitKey(0)
                    morph_open = cv2.morphologyEx(morph_close, cv2.MORPH_OPEN, kernel)
                    cv2.imshow('morph_open',morph_open)
                    cv2.waitKey(0)

```

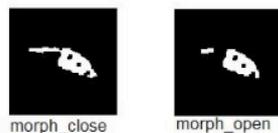


Figura 10: Fechamento e abertura morfológica da região de interesse

3.4 Definição de contornos para segmentação

A biblioteca OpenCV possui um método de identificação de contornos em imagens através da ligação de pontos contínuos de mesma cor e intensidade encontrados nas bordas. Para tal é recomendado o uso de uma imagem binária, onde o fundo tenha cor preta e o objeto a ser encontrado seja branco.

Como a região de interesse atual são os olhos e então teríamos um fundo branco com objeto em preto, ou seja, o oposto do requisito para este processamento, a imagem é previamente invertida pelo Threshold.

Após obtenção dos contornos, foi escolhido usar uma função capaz de segmentar a menor circunferência que pode englobar o contorno inteiro para definir a nova região de interesse, que seria a íris.

Os resultados desta segmentação podem ser observados na Figura 11.

```

In [1]: import numpy as np
import cv2

In [2]: face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_frontalface_default.xml')
eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade/haarcascade_eye.xml')

In [3]: img = cv2.imread('img/retinoblastoma.jpg')
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

In [4]: faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
for (fx, fy, fw, fh) in faces:
    cv2.rectangle(img, (fx, fy), (fx+fw, fy+fh), (255,0,0), 2)
    roi_gray = gray[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    roi_color = img[fy:fy+fh, fx:fx+fw]
    eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray)
    for (ex, ey, ew, eh) in eyes:
        cv2.rectangle(roi_color, (ex, ey), (ex+ew, ey+eh), (0,255,0), 2)
        roi_gray = roi_gray[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_color = roi_color[ey:ey+eh, ex:ex+ew]
        roi_bgr = cv2.cvtColor(roi_gray, cv2.COLOR_GRAY2BGR)
        if roi_bgr is not None:
            thresh = cv2.threshold(roi_gray, 92, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
            kernel = np.ones((3, 3), np.uint8)
            morph_close = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
            morph_open = cv2.morphologyEx(morph_close, cv2.MORPH_OPEN, kernel)
            contours, hierarchy = cv2.findContours(morph_open, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
            temp1 = roi_bgr.copy()
            cv2.drawContours(temp1, contours, -1, (0, 0, 255))
            if contours:
                (x, y), radius = cv2.minEnclosingCircle(contours[0])
                center = (int(x), int(y))
                radius = int(radius)
                cv2.circle(roi_color, center, radius, (0, 0, 255), 2)

In [5]: cv2.imshow('img', img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

```

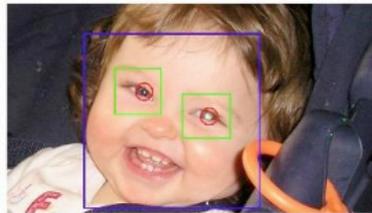


Figura 11: Segmentação da Região de interesse

3.5 Identificação da leucocoria

No início deste projeto, foi idealizado a identificação da leucocoria através do algoritmo de Haar Cascade, mas com o desenvolver do projeto a alternativa foi reavaliada e se mostrou não ser a melhor alternativa.

Então foi decidido por abordar a identificação da leucocoria através da análise do histograma da região de interesse. Isso seria possível, já que na presença do tumor, a retina adquire um reflexo esbranquiçado, enquanto na saudável a coloração é mais próxima do preto ou do vermelho.

Foi montada uma base de dados com fotografias não clínicas de crianças com o sintoma da leucocoria visível para coleta de dados dos histogramas, a ser usada para futura identificação.

Devido à problemas com a seleção da região de interesse, esta parte da aplicação continua sem implementação, pois possui grande dependência dessa segmentação, já que sem a mesma, a análise do histograma não trará resultados satisfatória para a identificação da leucocoria.

4 | RESULTADO E DISCUSSÃO

A implementação deste algoritmo se mostrou problemática em alguns pontos, a serem tratados a seguir, que impossibilitou a finalização da aplicação de identificação da leucocoria.

Primeiramente o algoritmo Haar Cascade, considerado no início do projeto para identificação da leucocoria se mostrou não satisfatório para esta questão. Isso ocorre principalmente devido à ausência de uma base de imagens não-clínicas do sintoma para o treinamento de máquina eficiente.

Também foram encontradas dificuldades com a conversão da imagem da região do olho para binária. Isso porque conforme a iluminação e contraste de cada imagem, o valor do threshold deve variar entre as imagens.

O OpenCV fornece ferramentas, como a *Otsu's binarization*, que realiza o cálculo do valor de Threshold de forma automática, mas este não se mostrou satisfatório diante do problema proposto.

Assim foi proposta a obtenção deste valor pelo cálculo da mediana do histograma da imagem, como mostrado na figura. Porém, algumas imagens possuem mais de um pico em seu histograma, o que faz com que esse método também apresente um grande risco de falha.

Para prosseguir com o projeto, então, foi optado pela manipulação manual do valor de Threshold para cada imagem que, apesar de não ser o ideal, se mostrou suficiente para o objetivo de estudo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de uma aplicação de conscientização ao diagnóstico precoce do retinoblastoma tem potencial para provocar impacto positivo na saúde pública e por isso medidas como essa são de extrema importância e necessidade. Apesar dos problemas encontrados ao longo de sua implementação, o algoritmo não é muito complexo, mas para que possa atingir ao público, é necessário a adequação do valor do Threshold, para que todas as imagens submetidas na plataforma possam ser devidamente processadas e catalogadas.

REFERÊNCIAS

BERTOLDI, A.R.; GONÇALVES, B.; SANTOS, T. Importância da Inclusão do Teste do Reflexo Vermelho no Protocolo de Exames da Infância para Diagnóstico Precoce do Retinoblastoma. In: **Revista Ciência em Saúde**, 3(2), 2012, pp. 50-65.

BURGER, W. **Principles of Digital Image Processing**. New York: Springer, 2011.

CELEBI, M.E. **Dermoscopy Image Analysis**. New York: CRC Press, 2015.

CHITYALA, R. **Image Processing and Acquisition using Python**. New York: CRC Press, 2016.

FRANCIS, J.; ABRAMSON, D.H. **Recent Advances in Retinoblastoma Treatment**. New York: Springer, 2015.

GALINDO, C.; WILSON, M.W. **Retinoblastome**. New York: Springer, 2016.

SINGH, A.D. **Clinical Ophthalmic Oncology**. New York: Springer, 2014.

VIOLA, P.; JONES, M. **Rapid object detection using a boosted cascade of simple features**. *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*. IEEE, 2001.

UMA PROPOSTA DE ANÁLISE EM CFD DO FLUXO DE CONHECIMENTO APLICADO NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS

Data de aceite: 30/03/2020

Alexsandro dos Santos Silveira

alex@polo.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Trindade

Márcio Demétrio

marcio.demetrio@polo.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Trindade

Gertrudes Aparecida Dandolini

gertrudes.dandolini@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Trindade

João Artur de Souza

jartur@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Trindade

RESUMO: A análise do fluxo de conhecimento desempenha um papel fundamental nas organizações. No entanto, representar o conhecimento, identificar pontos críticos e destacar oportunidades no fluxo de conhecimento nessas organizações ainda é uma tarefa difícil. Nesse sentido, o principal objetivo deste trabalho é propor um método de análise do fluxo de conhecimento baseado em um modelo fenomenológico com o auxílio

da ferramenta CFD (Computational Fluid Dynamics). Os principais focos dessa análise são como o fluxo de conhecimento será representado visualmente e matematicamente, além da avaliação de pontos críticos e oportunidades de melhoria no processo de fluxo de conhecimento dentro das organizações que poderá ser percebido facilmente através de um gradiente de cor. O estudo foi baseado em uma revisão integrativa da literatura de modelos e métodos relacionados ao fluxo de conhecimento. O método foi aplicado a um estudo de caso realizado em um laboratório de pesquisa e inovação (POLO / UNIDADE EMBRAPPII), que desenvolve inovações na área de engenharia mecânica. Como resultado preliminar, uma análise de mudança de gradiente de cor governada pela equação de transferência de calor foi empregada, indicando onde os pontos mais críticos do fluxo de conhecimento ocorrem. Os resultados preliminares apontam que o fluxo de conhecimento é inversamente proporcional à distância referente ao ponto emissor até o ponto receptor. Além disso, também foram alterados outros parâmetros de contorno como a condutividade térmica. Finalmente, destaca-se que essa proposta de análise ainda pode ser usada para explicar de maneira mais intuitiva o fenômeno do fluxo de conhecimento para estudantes das áreas de engenharia do conhecimento ou computação.

A CFD ANALYSIS PROPOSAL OF THE KNOWLEDGE FLOW APPLIED IN THE ENGINEERING AREAS

ABSTRACT: The analysis of the flow of knowledge plays a fundamental role in organizations. However, representing knowledge, identifying critical points and highlighting opportunities in the flow of knowledge in these organizations is still a difficult task. In this sense, the main objective of this work is to propose a method of analyzing the knowledge flow based on a phenomenological model with the aid of the CFD (Computational Fluid Dynamics) tool. The main focuses of this analysis are how the knowledge flow will be represented visually and mathematically, in addition to the evaluation of critical points and opportunities for improvement in the knowledge flow process within organizations that can be easily perceived through a color gradient. The study was based on an integrative literature review of models and methods related to the flow of knowledge. The method was applied to a case study carried out in a research and innovation laboratory (POLO / UNBE EMBRAPII), which develops innovations in the field of mechanical engineering. As a preliminary result, an analysis of color gradient change governed by the heat transfer equation was employed, indicating where the most critical points of the knowledge flow occur. The preliminary results show that the flow of knowledge is inversely proportional to the distance from the sending point to the receiving point. In addition, other contour parameters such as thermal conductivity were also changed. Finally, it should be noted that this analysis proposal can still be used to explain the phenomenon of knowledge flow to students in the areas of knowledge engineering or computing in a more intuitive way.

KEYWORDS: Knowledge Flow. Knowledge Engineering. CFD.

1 | INTRODUÇÃO

Em tempos de informação cada vez mais célere, todo o ambiente de trabalho exige rapidez e eficiência nos mecanismos de transferência de conhecimento em uma organização. A produção e propagação de conhecimento em uma organização constitui fluxo de conhecimento (ZHUGE, 2006). Entende-se como fluxo de conhecimento a competência de permitir a transferência de capacidade e especialização, de onde reside para onde é necessário, ao longo do tempo, espaço e, de acordo com Nissen (2002) “a criação de conhecimento envolve descoberta e desenvolvimento de novos conhecimentos”, ou seja, a constante criação do conhecimento torna o fluxo e transferência, contínuos. (NISSEN, 2002; ZHANG; YANG; LIU, 2008).

Na compreensão de Zhuge (2006) um fluxo de conhecimento é a passagem do conhecimento entre nós de acordo com certas regras. De acordo com Zhao e Dai (2008), fluxo de conhecimento é o compartilhamento da visão de conhecimento entre vários participantes de um ou mais processos de negócios.

Wang et al (2010) destacam que o conceito de transferência e partilhamento de conhecimento ultrapassa as fronteiras entre a organização e o indivíduo, se transformando em um processo complexo e dinâmico entre dois ou mais nós. Do ponto de vista desses autores, o método de transferência de conhecimento é a composição de dois processos, nomeados transferência do conhecimento e absorção do conhecimento. Eles entendem que, quando os conhecimentos transferidos são bem captados por um ou mais nós, este processo pode ser chamado de transferência efetiva de conhecimento.

Woo, Shu e Lee (2011), em seu estudo *“Scientific and Technological Knowledge Flow and Technological Innovation”*, contribuem com essa análise dizendo que a absorção correta do conhecimento é utilizada para criar um novo fluxo de conhecimento, observado sua estrutura e princípios.

Nada obstante, Labiak Jr. (2012, p. 74) diz que o fluxo de conhecimento pode ser compreendido como sendo “a passagem do conhecimento entre ativos de conhecimento [...] através de regras, princípios e sentido”, isso compreende: direção, distância, conteúdo e portador. Estes atributos são entendidos como sendo os remetentes/receptores (par de nó: provedor/consumidor) o conhecimento comunicado (conteúdo), e o meio de transmissão (portador). Um fluxo de conhecimento começa e termina em um nó, aperfeiçoando e completando o ciclo da socialização do conhecimento e potencializando o surgimento de uma nova informação. O nó de conhecimento pode ser uma pessoa, uma função da equipe, um portal, um banco de dados ou ainda um processo de conhecimento.

Cada nó de um conhecimento possui, em sua rede de fluxo, uma propriedade importante, que é a sua energia de conhecimento que tem o “poder de conduzir o fluxo de conhecimento” (ZHUGE, 2006, p.573). Um nó de conhecimento possui energia de conhecimento proporcional aos seus números de aproximação dos fluxos de saída, quanto maior o número de ligações de saída, maior será o nível de energia do nó. Essa energia demonstra a capacidade cognitiva e criativa de cada nó e, por conseguinte, determina a classificação ou reputação do nó em relação a outros nós na mesma rede (ZHUGE, 2006).

A medição da energia do conhecimento obedece alguns critérios, sendo o KE (Knowledge Energy) um parâmetro que estabelece o nível dos KN (knowledge nodes). Ou seja, esses expressam as capacidades criativas e cognitivas de uma pessoa ou grupo em um determinado campo. Quanto maior a energia do conhecimento de um KN, mais facilidade este terá para aprender, utilizar, criar e também compartilhar conhecimento (ZHUGE, 2006; KURTZ, 2011; LABIAK JR., 2012).

A energia do conhecimento de um nó pode ser mensurada de duas maneiras:

- i. Estimado por meio de testes de perguntas e respostas; ou

- ii. Medido a partir da energia do nó antecessor e nós sucessores de acordo com o princípio.

A energia do conhecimento é caracterizada em função da área, distância e nível de conhecimento, tempo e dos KN's (ZHUGE, 2006). Desse modo, para que ocorra um determinado tipo de fluxo entre os nós, o KE necessita ser diferente em pelo menos uma destas quatro variáveis (área, nível, tempo, KN), “ao passo que sua eficiência está sempre relacionada a um gradiente” (KURTZ, 2011, p. 45) que precisará fluir do KN de maior para o KN de menor energia. No transcurso do tempo, a energia do conhecimento poderá diminuir, isso ocorre quando, entre dois KN's, não há uma reserva ou fonte de alimentação externa que alimente o KN emissor. Se não houver diminuição ou enfraquecimento do conhecimento, ou ainda se essa perda for por um período curto, ou lento, a energia do conhecimento não irá diminuir (ZHUGE, 2006; KURTZ, 2011).

Ressaltando que, nas palavras de Labiak Jr., (2012, p 75) “neste século as ferramentas computacionais configuram-se como protagonistas do fluxo de conhecimento explícito”, todavia, segundo o autor, “em relação ao tácito outras formas de suporte devem ser estabelecidas”.

Desta forma, esse estudo se deterá na proposta de um método de análise do fluxo de conhecimento com auxílio da ferramenta CFD (Computacional Fluido Dinâmico). Assim, o objetivo dessa revisão foi entender e buscar os diversos conceitos, modelos e métodos de análises relacionado ao fluxo de conhecimento, de forma a aprofundar o conhecimento sobre o assunto.

2 | A DINÂMICA E A HIERARQUIA DO FLUXO DO CONHECIMENTO

Nissen (2002) baseia-se nos estudos de Davenport e Prusak (1998), Nissen et al. (2000) e Von Krogh et al. (2000) para conceituar e ilustrar a hierarquia do conhecimento. Para esses autores, citados por Nissen (2002) cada nível da hierarquia se baseia no nível abaixo. Por exemplo, os dados são necessários para produzir informação, mas a informação envolve mais do que apenas dados (Esses precisam estar, dentro do contexto, por exemplo) é imperativo a uma organização como pode ser visto na Figura 1.

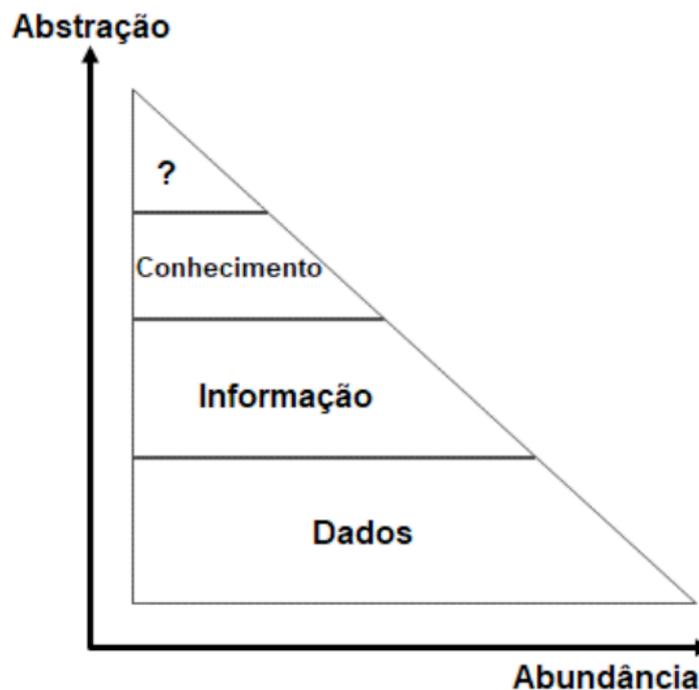


Figura 1. Modelo básico de hierarquia de conhecimento.

No modo ilustrado, os dados estão no nível inferior, com informações no meio e conhecimento no topo. A base ampla do triângulo reflete a abundância de dados, com exponencialmente menos informação disponível que dados e ainda menos conhecimento em qualquer domínio particular. Desse modo, a largura do triângulo em cada nível reflete a diminuição da abundância no progresso de dados ao conhecimento (NISSEN, 2002).

Conforme esse triângulo, segundo Nissen (2002, p. 2530) “a informação é necessária para produzir conhecimento, mas o conhecimento envolve mais do que apenas informação” ele permite ação, por exemplo. Entretanto o conhecimento apoia a ação diretamente, daí sua posição perto do topo do triângulo.

De acordo com Zhuge (2006) quanto maior a distância e, geograficamente dispersos, os pontos receptores, maior a dependência de um fluxo oportuno e eficaz de conhecimento.

3 | MODELOS DE FLUXO DE CONHECIMENTO

De forma a complementar a fundamentação teórica citada anteriormente o presente trabalho encontrou na literatura alguns modelos de fluxo de conhecimento análogos a equação de transferência de calor por difusão. Escolhemos dois modelos para exemplificar: O primeiro modelo escolhido para esse trabalho foi o modelo de transferência do conhecimento por difusão proposto por Ilovici (2003) que interpreta o fluxo do conhecimento através de um modelo de transferência de calor por meios porosos, aplicado em uma organização com um time de gerenciamento de projetos,

afim de obter maior eficácia de fluxo de conhecimento nos projetos da organização, e especialmente identificar os pontos críticos no fluxo de conhecimento. Ilovici conclui após as análises que o importante é colocar a pessoa certa no lugar certo para que haja a otimização do fluxo de conhecimento dentro da organização. O segundo modelo proposto por Huang (2007) foi aplicado a uma comunidade de prática. O modelo também pode ser considerado análogo ao modelo de transferência de calor. Desta forma, para uma maior compreensão dos modelos supracitados iniciamos a explicação com base na lei de Fourier.

3.1 Equação da taxa de condução

É possível entender os pontos observados na revisão a partir de uma analogia a equação de transferência de calor representada pela Eq. 1. A lei de Fourier é fenomenológica, isto significa que ela foi desenvolvida a partir de fenômenos observados ao invés de ter sido derivada a partir de princípios fundamentais.

$$q' = kA \frac{\partial T}{\partial x}$$

Desta forma, vemos a equação da taxa de transferência de calor como uma generalização baseada em uma vasta evidencia experimental. Essa abordagem foi utilizada de forma análoga para representar o fluxo ou a difusão do conhecimento como mostra a seção a seguir.

3.2 Modelo de Ilovici (2003)

Seguindo esse raciocínio Ilovici (2003) propôs um modelo de transferência do conhecimento análogo ao modelo de transferência de calor e representado pela Eq. 2 abaixo.

$$Q = \frac{P}{R} (T_1 - T_2)$$

Onde Q é a taxa de fluxo de conhecimento transferida do gerente de projeto para os membros da equipe e P corresponde aos parâmetros relacionados à medida de sucesso da execução do projeto. A diferença de temperatura T_1 e T_2 ou pressão P_1 e P_2 representam à força motriz.

3.3 Modelo de Huang (2007)

De forma muito semelhante Huang et.al (2007), calcula a difusão do conhecimento a partir da Eq. 3:

$$F_{ij} = \frac{M_j W_i}{D_{ij}} (K_i - K_j)$$

Onde, F_{ij} representa o fluxo de conhecimento entre quaisquer dois membros, e D_{ij} representa a distância, e $(K_i e K_j)$, W_i e M_j representam lacuna de conhecimento, vontade de compartilhar e coeficientes de motivação de aprendizagem. O modelo de difusão do conhecimento aplicado em comunidade de pratica também pode ser visto como um modelo análogo ao modelo de transferência de calor. É possível observar que segundo o modelo de Huang o fluxo de conhecimento é inversamente proporcional a distância. Esse mesmo modelo foi utilizado na tese de Labiak Jr., (2012, p 75) aplicado a um SRI (Sistema Regional de Inovação) onde o autor ressalta que, “neste século as ferramentas computacionais configuram-se como protagonistas do fluxo de conhecimento explícito”, todavia, segundo o autor, “em relação ao tácito outras formas de suporte devem ser estabelecidas”.

3.3.1 Método de Análise CFD

Nesse trabalho o objetivo é realizar um diagnóstico por imagem, ou seja, criar um gradiente de cor, advindo de um modelo numérico, que represente o fluxo de conhecimento de um KN para outro KN que pode ser representado em uma situação de transferência de conhecimento de pessoa para pessoa e de pessoa para um grupo de pessoas. Contemplando a lacuna deixada por Labiak Jr., (2012, p 75), com relação as ferramentas computacionais, foi proposto um modelo computacional em CFD (Computational Fluid Dynamics), como é comumente conhecida a fluidodinâmica computacional que fornece previsões quantitativas do fenômeno de escoamento de fluidos, que ocorrem sob condições definidas. A Figura 2 ilustra através de um diagrama de blocos a abordagem CFD de acordo com Moukalled et al. (2016) iniciando na análise do problema até chegar na etapa de solução numérica.

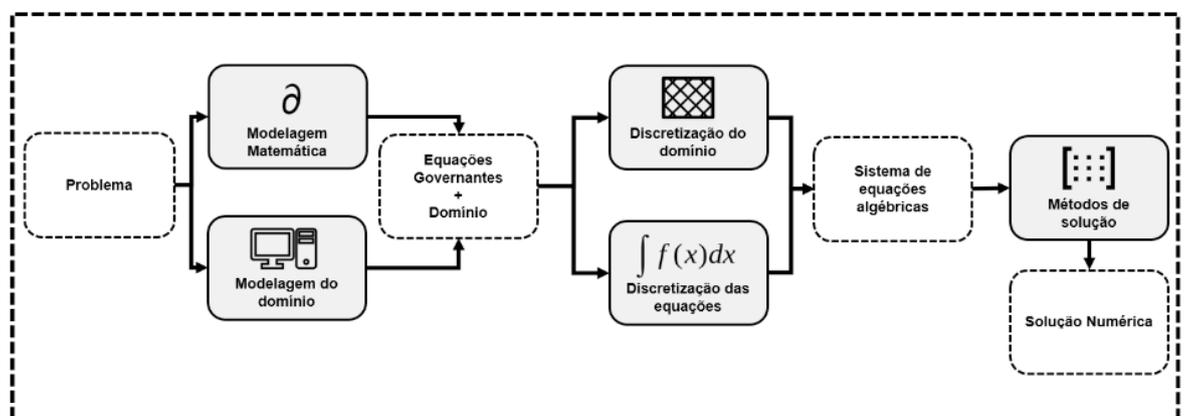


Figura 2. Abordagem CFD de acordo com Moukalled et al. (2016).

O CFD consiste em utilizar métodos computacionais para a predição quantitativa

das características de escoamentos, incluindo: (transferência de calor, transferência de massa, mudança de fase e afins). Inicialmente o modelo foi aplicado em uma situação *peer-to-peer* avaliando o fluxo de conhecimento e posteriormente foi ampliado, simulando uma situação com mais indivíduos. A seção 4 apresenta os resultados preliminares dessa nova proposta de análise do fluxo de conhecimento.

4 | RESULTADOS

Os principais focos desse método são como ele é representado visualmente e matematicamente, a avaliação de pontos críticos e oportunidades de melhoria no processo de fluxo de conhecimento nas organizações. O método foi aplicado a um estudo de caso realizado em um laboratório de pesquisa e inovação (POLO / EMBRAP II UNIT), que desenvolve inovações na área de engenharia mecânica. Este estudo faz parte de uma tese de doutorado que ainda está em desenvolvimento, portanto apenas a validação do modelo no software CFD será apresentada aqui. A Figura 3 abaixo representa o fluxo de conhecimento partindo do engenheiro de pesquisa (emissor) para o aluno (receptor), considerando uma distância de 1 metro e a força motriz igual a 1.

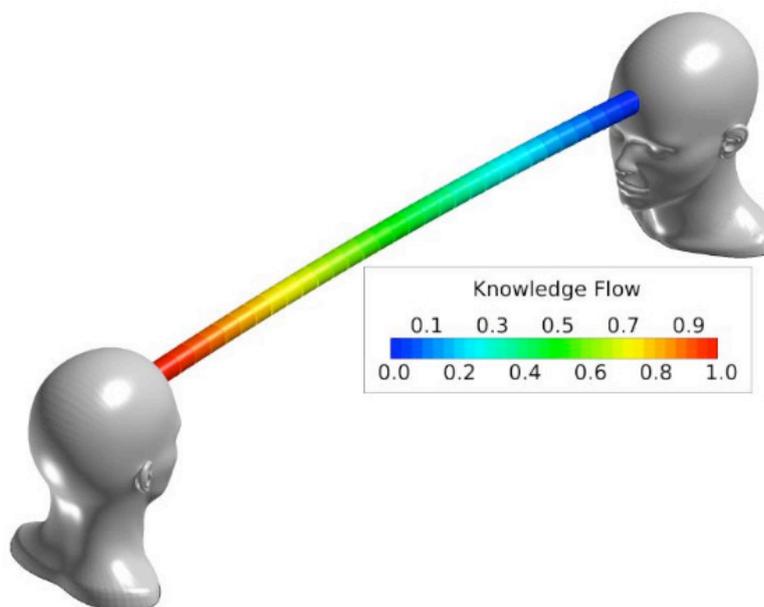


Fig. 3 - Fluxo de conhecimento de pessoa para pessoa representado por CFD.

A representação do fluxo de conhecimento acima está de acordo com a afirmação de (KURTZ, 2011, p. 45) quando o autor descreve que para que ocorra um determinado tipo de fluxo entre os nós, o KE necessita ser diferente em pelo menos uma destas quatro variáveis (área (distância), nível, tempo, KN), “ao passo que sua eficiência está sempre relacionada a um **gradiente**” que precisará fluir do KN de maior para o KN de menor energia. Essa representação também converge

com o modelo de Huang (2007) que apresenta em seu modelo a distância como um fator inversamente proporcional ao fluxo, ou seja, quanto maior a distância menor o fluxo de conhecimento.

A Fig. 4 abaixo mostra o fluxo de conhecimento com uma mudança no parâmetro de distância de 2 metros e a força motriz de 0,5. Ou seja, conforme os parâmetros da equação mudam, os valores do fluxo de conhecimento são alterados é possível perceber essas mudanças facilmente através das escalas com gradientes de cor gerada pela ferramenta CFD.

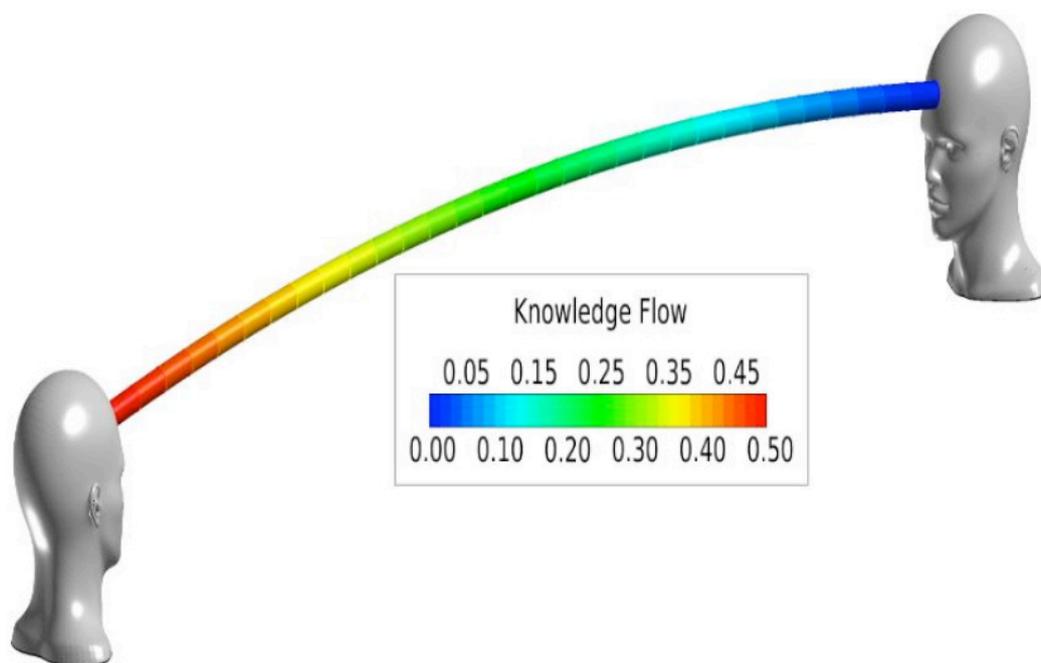


Fig. 4 - Fluxo de conhecimento de pessoa para pessoa representado por CFD.

A Fig. 5 abaixo mostra o fluxo de conhecimento com uma alteração no parâmetro de condutância em um cenário de pessoa para grupo. Ou seja, conforme os parâmetros da equação mudam, os valores do fluxo de conhecimento novamente são alterados.

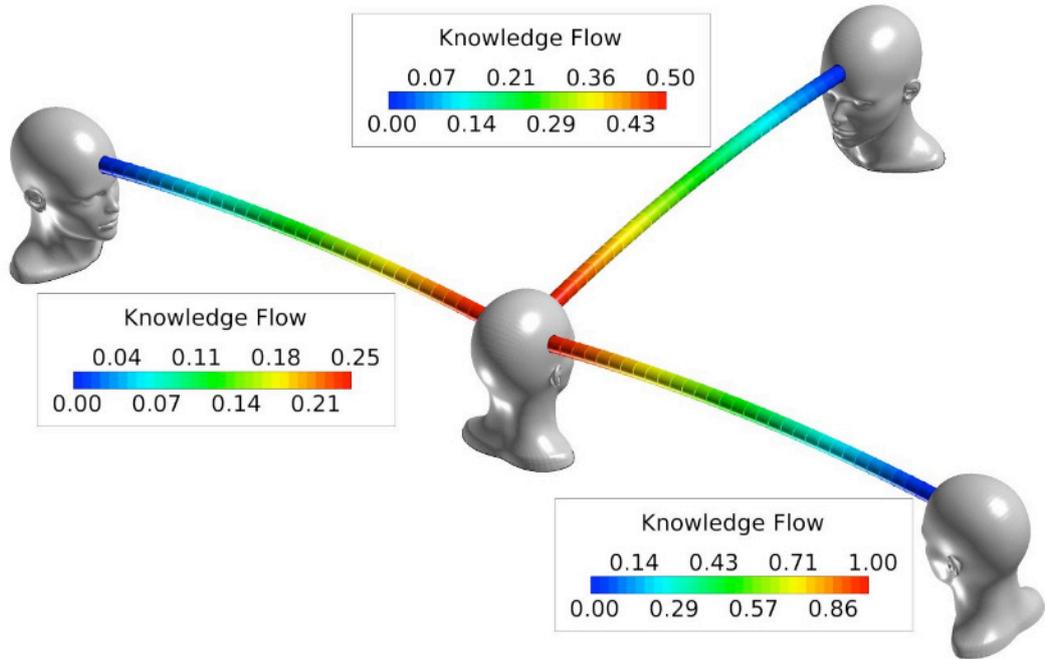


Fig. 5 - Fluxo de conhecimento de pessoa para um grupo representado por CFD.

Fig. 6 abaixo mostra a direção e a energia do conhecimento KE com uma mudança no parâmetro de condutância em uma situação de pessoa para um grupo.

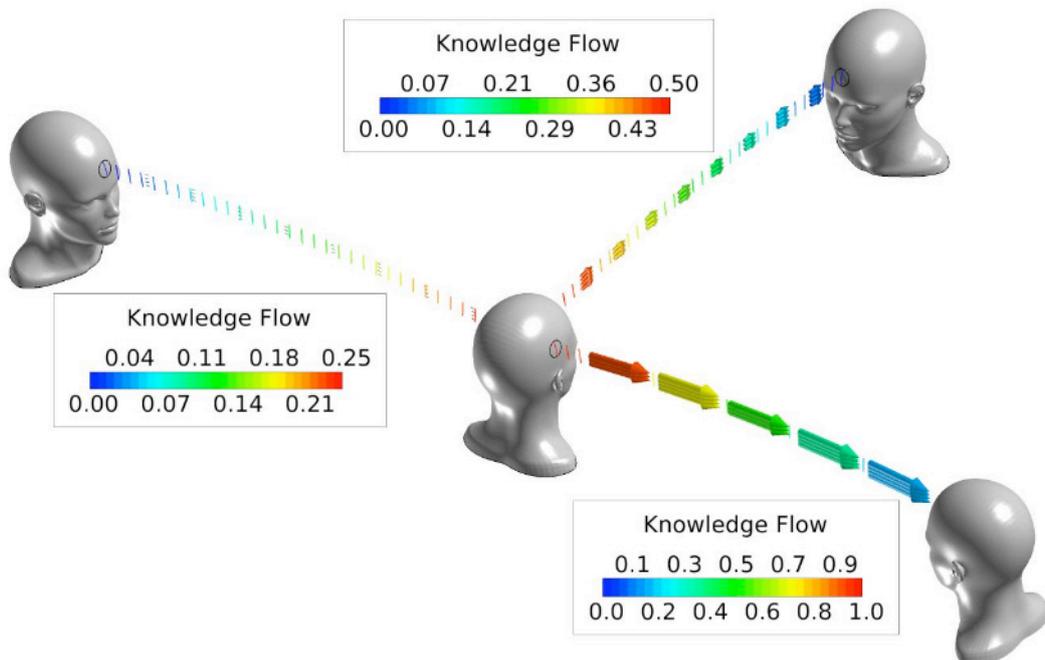


Fig. 6 - Fluxo de conhecimento de pessoa para um grupo representado por CFD.

O objetivo principal desse artigo foi criar um modelo em CFD para representar o fluxo de conhecimento de um ponto emissor para outro receptor e avaliar nesses primeiros resultados preliminares os impactos causados pelas variáveis do modelo. Apesar dos resultados serem embrionários o modelo demonstra uma ótima resposta a variação dos parâmetros da equação governada pela transferência de calor. O método de análise de CFD deve facilitar a compreensão do fluxo de conhecimento

dentro das organizações e principalmente no que tange as áreas de engenharia do conhecimento e computação.

5 | CONCLUSÕES

Os objetivos propostos foram cumpridos. Durante a revisão da literatura foram identificados vários modelos e análises teóricas que descrevem vários aspectos do fenômeno do fluxo de conhecimento, mas poucos fornecem *insights* sobre o próprio fenômeno; isto é, uma escassez de modelos e análises foram desenvolvidas para descrever e ilustrar de forma intuitiva o fluxo de conhecimento. O foco principal desse artigo foi exatamente suprir alguns desses aspectos supracitados, um deles foi a forma de representar o fluxo de conhecimento de maneira mais intuitiva e visual. A ferramenta CFD mostrou-se capaz de representar através de um gradiente de cor o fluxo do conhecimento e respondeu bem as variações dos parâmetros de contorno da equação. Alguns parâmetros como distância, condutância e força motriz foram variados. Assim, foi possível obter um diagnóstico por imagem do fluxo de conhecimento de pessoa para pessoa e de pessoa para um grupo. Como próximos passos serão testadas outras equações fenomenológicas e serão analisados outros parâmetros de contorno. A análise em CFD também se demonstrou graficamente uma poderosa ferramenta para análise e explicação do fenômeno do fluxo de conhecimento aplicada as áreas de engenharia do conhecimento e computação.

AGRADECIMENTOS

Este estudo contou com o apoio do programa EMBRAPPII - UE/POLO. Os autores também gostariam de expressar sua gratidão ao Departamento de Engenharia e Gestão do Conhecimento (IGTI / EGC / UFSC).

REFERÊNCIAS

GU, Xin; WEI, Qifeng; ZHAO, Changyi. (2012). The process and mechanism of Industry-University-Research Institute Synergetic Innovation: a knowledge Flow perspective. **Proceedings of the 2012, IEEE ISMOT**. pp. 330-333.

HUANG, N.T.; WEI, C.C.; CHANG, W.K. - **Knowledge management: modeling the knowledge diffusion in community of practice**. Knowledge management - Vol. 36 No. 5/6 p. 607-621, Emerald Group Publishing Limited, (2007).

ILOVICI, Irina; HAN, J. (2003). Optimization of organizational knowledge transfer model. **Proceedings of the 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'03)**.

LABIAK JR, Silvestre. (2012). **Método de análise dos fluxos de conhecimento em sistemas regionais de inovação**. (Tese) Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2012. 264 p.

MOUKALLED, Fadl et al. **The finite volume method in computational fluid dynamics**. Berlin, Germany:: Springer, 2016.

NISSEN, Mark E. (2002). An extended model of Knowledge-Flow Dynamics. **Communications of the Association for Information Systems**. Vol. 8, Article 18. pp. 251-266.

KURTZ, Diego Jacob. (2011). **Fluxo de conhecimento interorganizacional: aspectos relacionados à cadeia suinícola brasileira**. (Dissertação) em Engenharia e Gestão do Conhecimento - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2011. 193 p.

SHENG-FA, Wang; MIN, Pan. (2010). Research on process control of knowledge flow. **Third International Conference on Information and Computing**, 2010. pp. 7-10.

TAJGARDOON, M. G.; SHALMANI, M. T. M.; HABIBI, J. (2015). **Organizational Secure Knowledge Flow Model**. International Conference on Information and Knowledge Technology, 2015.

ZHAO, Weidong; DAI, Weihui. Integrated modeling of business processes and knowledge flow based on RAD. (2008). **International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling**, 2008. pp. 48-53.

ZHANG, Zhaoli; YANG, Zongkai; LIU, Qingtang. (2008). Modeling Knowledge Flow using Petri net. **International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling**, 2008. pp. 142-146.

ZHANG, Wu-yi; et al. (2009). The evaluation and research of knowledge flow in supply chain based on fuzzy comprehensive analysis. **Second International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics**, 2009. pp. 81-86.

ZHUGE, Hai. (2006). **Knowledge flow network planning and simulation**. Decision Support Systems. Vol. 42. pp. 571– 592.

WANG, Chen. (2010). Study on the self-organization evolutionary process of cluster innovation based on the theory of knowledge flow. **First ACIS International Symposium on Cryptography, and Network Security, Data Mining and Knowledge Discovery, E-Commerce and Its Applications, and Embedded Systems**, 2010. pp. 253-257.

USO DA PLATAFORMA WEB GOOGLE CLASSROOM COMO FERRAMENTA DE APOIO À METODOLOGIA *FLIPPED CLASSROOM*: RELATO DE APLICAÇÃO NO CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Data de aceite: 30/03/2020

Lucas Ferreira Mendes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Cedro*
lucas.mendes@ifce.edu.br

Nicolas Oliveira Amorim

Núcleo de Informação e Comunicação – Prefeitura Municipal de Tauá - CE.
nicolas.oliveira.amorim@gmail.com

RESUMO: Existe um grande esforço em utilizar recursos das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação dentro do processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar como o uso da plataforma de gerenciamento de aprendizagem online Google Classroom pode contribuir para a aplicação da metodologia ativa de aprendizagem colaborativa Flipped Classroom. Realizou-se um estudo de caso, cujos dados foram obtidos através de observações participantes e de um questionário eletrônico disponibilizado aos alunos. Com os dados obtidos por meio das observações e do questionário, foi possível constatar que a metodologia Flipped Classroom foi bem aceita pelos alunos e que o uso da plataforma web Google Classroom potencializou a interação e colaboração entre os mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Sala de Aula Invertida, Google Classroom, Metodologias Ativas.

USE OF THE GOOGLE CLASSROOM WEB PLATFORM AS A TOOL TO SUPPORT FLIPPED CLASSROOM METHODOLOGY: REPORTING ON BACHELOR DEGREE COURSE IN INFORMATION SYSTEMS

ABSTRACT: There is a great effort to use Digital Information and Communication Technologies resources within the teaching-learning process. In this context, the present work aimed to analyze how the use of the online learning management platform Google Classroom can contribute to the application of the collaborative learning methodology Flipped Classroom. A case study was carried out, whose data were obtained through participant observations and an electronic questionnaire made available to the students. With the data obtained through the observations and the questionnaire, it was possible to verify that the Flipped Classroom methodology was well accepted by the students and that the use of the Google Classroom web platform enhanced the interaction and collaboration between them.

KEYWORDS: Flipped Classroom, Google Classroom, Active Methodologies.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a revista [Ensino inovativo 2015], o modelo tradicional de ensino tem como principal foco a assimilação do conteúdo, por não considerar o desenvolvimento de habilidades e competências em seu escopo. Em oposição a isso, a tecnologia possibilita que o aluno obtenha informações sem a intermediação do professor. As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) têm um papel fundamental na transição do modelo tradicional de ensino para o modelo de ensino ativo, centrado no aluno e buscando que este seja o ator principal no processo de aprendizagem.

O uso de ferramentas tecnológicas associadas às metodologias ativas de aprendizagem colaborativa, possibilitam a troca de ideias, entre si e entre os grupos, propiciando a construção do aprendizado coletivo e em equipe, sendo as habilidades desenvolvidas de forma o mais natural possível, sob o gerenciamento do professor [Tajra 2001 apud Gianotto and Diniz 2010].

Nesse contexto, a metodologia Sala de Aula Invertida ou *Flipped Classroom* (FC), é uma metodologia ativa e colaborativa, onde o ambiente educacional é centrado no aluno e não mais no professor, que nesse caso passa a ser um facilitador de aprendizagem, guiando o estudo e gerenciando as atividades da equipe de aprendizagem. Visto isso, o presente trabalho teve como objetivo analisar como o uso da plataforma web Google Classroom pode contribuir para a aplicação da metodologia ativa de aprendizagem colaborativa *Flipped Classroom* e a percepção dos alunos quanto a sua utilização. O estudo foi feito em duas turmas do curso de Bacharelado em Sistema de Informação de uma instituição pública de ensino. O Google Classroom foi escolhido por ser uma ferramenta simples, colaborativa, gratuita e que permite o desenvolvimento de um ambiente ubíquo de aprendizagem.

Este artigo está organizado em 6 seções. A seção 2 apresenta os conceitos sobre metodologias ativas de ensino-aprendizagem e sua relação com o uso de TDICs, abordando as metodologias de aprendizagem colaborativa e o modelo FC; a seção 3 apresenta uma abordagem das características e possibilidades da plataforma web Google Classroom; a seção 4 apresenta os métodos e procedimentos utilizados durante a execução das atividades; a seção 5 apresenta os resultados e as discussões sobre os mesmos e a seção 6 apresenta as considerações finais.

2 | METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM COM USO DE TDICs

O modelo tradicional de ensino traz o professor como o protagonista do processo de ensino-aprendizagem, sendo um modelo centrado na transmissão de conteúdo ao aluno, de forma sistemática e organizada, devendo este ser memorizado

e reproduzido em avaliações futuras. Dessa maneira o aluno está limitado ao que o professor planeja e executa em sala de aula, tornando-se um ser passivo, sem criticidade, criatividade e inibições. [Freire 2016] afirma que:

saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições, um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho - a ele ensinar e não a de transferir conhecimento. [FREIRE 2016]

Em contraste a isso, as metodologias ativas se configuram como um modelo de ensino onde o professor deixa de ser o detentor primário do conhecimento e passa a ser um intermediador, um facilitador de aprendizagem. Nesse contexto o aluno é o protagonista do seu aprendizado passando a ter uma postura ativa, tendo o professor como orientador e tutor.

Na sociedade tecnológica em transformação, as formas de relacionamento, comunicação e de interação mudaram e isso se reflete também em sala de aula. Os estudantes atuais são provenientes de uma sociedade em transformação, com características de imediatismo, tecnológica e conectada [Schneiders 2018]. Corroborando com esse pensamento, [Kenski 2015] afirma que as tecnologias, “quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado”.

2.1 Metodologias de aprendizagem colaborativa

As metodologias de aprendizagem colaborativa proporcionam um ambiente de construção colaborativa do conhecimento, podendo ser sustentadas e apoiadas pelo uso de algum sistema informatizado de colaboração. A tecnologia aliada a aprendizagem colaborativa pode potencializar as situações em que professores e alunos pesquisem, discutam e construam individualmente e coletivamente seus conhecimentos [Gomes et al. 2002 apud Souza and Souza 2016]. A construção colaborativa do conhecimento requer uma participação mais ativa dos alunos para que estes possam aprender juntos, buscando respostas e artefatos que os auxiliem a construir o aprendizado colaborativo entre o grupo, por intermédio do professor orientador.

As metodologias ativas favorecem o aprendizado em grupo quando possibilitam um ambiente colaborativo e interdependente para a resolução dos problemas e para atingir os objetivos propostos pelo professor. Nesse aspecto destacam-se metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), *Peer Instruction* (PI) e o modelo de Sala de Aula Invertida, sendo essa última o foco deste trabalho.

2.2 Sala de Aula Invertida ou *Flipped Classroom*

A Sala de Aula Invertida ou *Flipped Classroom* (FC) pode ser entendida como uma estratégia de inversão da lógica organizacional dos acontecimentos em um processo de ensino-aprendizagem tradicional. O conteúdo da aula é disponibilizado aos alunos antes da aula presencial para que os mesmos possam estudá-lo, através de vídeos ou outras mídias digitais. O tempo da aula presencial, então, é utilizado de forma dinâmica e interativa na realização de atividades em grupo, discussões, debates, testes avaliativos, práticas de laboratório, etc.

Dessa forma o professor passa a atuar como um tutor e orientador da turma e os alunos adquirem uma postura mais ativa e responsável frente a seu processo de aprendizagem. Segundo [Valente 2014]:

a inversão ocorre uma vez que no ensino tradicional a sala de aula serve para o professor transmitir informação para o aluno que, após a aula, deve estudar o material que foi transmitido e realizar alguma atividade de avaliação para mostrar que esse material foi assimilado. Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a aula se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. [VALENTE 2014]

O Quadro 1 mostra uma comparação das atividades realizadas em ambos os modelos de sala de aula, tradicional e sala de aula invertida:

	INSTITUIÇÃO DE ENSINO	CASA (ou outros espaços)
MODELO TRADICIONAL	<ul style="list-style-type: none">-Transmissão de informação e conhecimento-Professor palestrante-Aluno passivo	<ul style="list-style-type: none">-Exercícios-Projetos-Trabalhos-Solução de problemas
FLIPPED CLASSROOM (FC)	<ul style="list-style-type: none">-Exercícios-Debates-Projetos-Trabalhos-Solução de problemas-Professor como orientador e tutor-Aluno ativo	<ul style="list-style-type: none">-Leitura-Vídeos-Pesquisas-Busca de materiais alternativos

Quadro 1. Comparativo entre os modelos tradicional e *Flipped Classroom*.

Fonte: Adaptado de Schneiders (2018).

Com base no Quadro 1, pode-se observar que o tempo em sala de aula, no modelo FC, é melhor aproveitado pois possibilita que o professor identifique as dificuldades dos alunos de forma mais precisa e rápida, podendo assim orientá-los e ajudá-los a compreender bem o assunto da aula.

3 | GOOGLE CLASSROOM

Para dar suporte à correta aplicação do modelo *Flipped Classroom*, se torna indispensável o uso de alguma ferramenta tecnológica, como uma plataforma online de gestão de aprendizagem ou *Learning Management System* (LMS). Souza e Souza (2016) afirmam que os sistemas LMS são plataformas que disponibilizam funcionalidades para auxílio no aprendizado online e que as suas funcionalidades possibilitam gerenciar, controlar e acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos.

O Google Classroom é uma plataforma web online que simula uma sala de aula virtual oferecendo vários recursos para que os professores e alunos possam ingressar em um ambiente de ensino-aprendizagem colaborativo e interativo. Dessa forma a plataforma se configura como um LMS, porém não necessita de instalação local ou um servidor dedicado [Souza and Souza, 2016].

Outro ponto de destaque se encontra no fato do Google Classroom, por fazer parte de um conjunto de aplicações desenvolvidas e disponibilizadas pelo Google conhecido como *G Suite for Education*, possui integração com as demais aplicações: Gmail, Google Agenda, Google Drive, Google Forms, Hangouts entre outros. Assim, a gama de possibilidades que o professor tem para preparar, gerenciar e avaliar o ambiente de aprendizagem de seus alunos é muito maior.

Ao postar um material no Google Classroom, a plataforma cria um link direto com o Google Drive e os materiais são salvos em nuvem na pasta da turma. Além disso, a plataforma permite criar atividades de diferentes estilos, desde perguntas até testes avaliativos com integração ao Google Forms. Essa última permite ao professor, por exemplo, criar e aplicar uma avaliação online contando com o recurso de correção automática de testes, disponível pela plataforma.

As principais funcionalidades do Google Classroom que são: criação de turmas virtuais; lançamento de comunicados; criação de avaliações; receber os trabalhos dos alunos; organização de todo material de maneira facilitada e otimização da comunicação entre professor e aluno [Daudt 2015 apud Souza and Souza 2016].

4 | METODOLOGIA ADOTADA

A pesquisa se configura como exploratória com enfoque qualitativo, pois visa, segundo [Sampieri 2006], examinar um tema ou problema de pesquisa pouco estudado, do qual se tem muitas dúvidas ou não foi abordado antes ou, ainda, estudá-lo sob uma nova perspectiva. A finalidade é identificar como o uso da plataforma web Google Classroom pode auxiliar a aplicação da metodologia *Flipped Classroom* e qual a percepção dos alunos em sua utilização.

Além disso, esse trabalho faz uso de um estudo de caso, no intuito de observar e analisar o comportamento dos alunos e sua participação em sala de aula. Também foi utilizado um questionário online como instrumento de coleta de dados junto aos alunos, sem a identificação dos sujeitos da pesquisa e sem o objetivo de obter um conhecimento generalizável. O estudo de caso foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - *Campus Cedro*, tomando como participantes da pesquisa os alunos das disciplinas de Sistemas Distribuídos e Sistemas Operacionais, do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, e teve duração de quatro semanas. A primeira etapa consistiu em elaborar uma estratégia para a utilização do modelo *Flipped Classroom*, onde foi planejado uma sequência didática para a aplicação do mesmo com suporte da plataforma Google Classroom, que pode ser visualizada na Figura 1. Pode-se perceber a sequência cronológica de acontecimentos das ações dentro do modelo FC e a utilização da plataforma web. Para complementar o modelo FC, foi utilizada a metodologia de *Just-in-Time Teaching*, ou Ensino sob Medida (EsM), que tem como ponto principal a “possibilidade do professor planejar suas aulas a partir dos conhecimentos e dificuldades dos seus alunos, manifestadas através das respostas que eles fornecem em atividades de leitura prévias aos encontros presenciais.” [Araújo and Mazur].

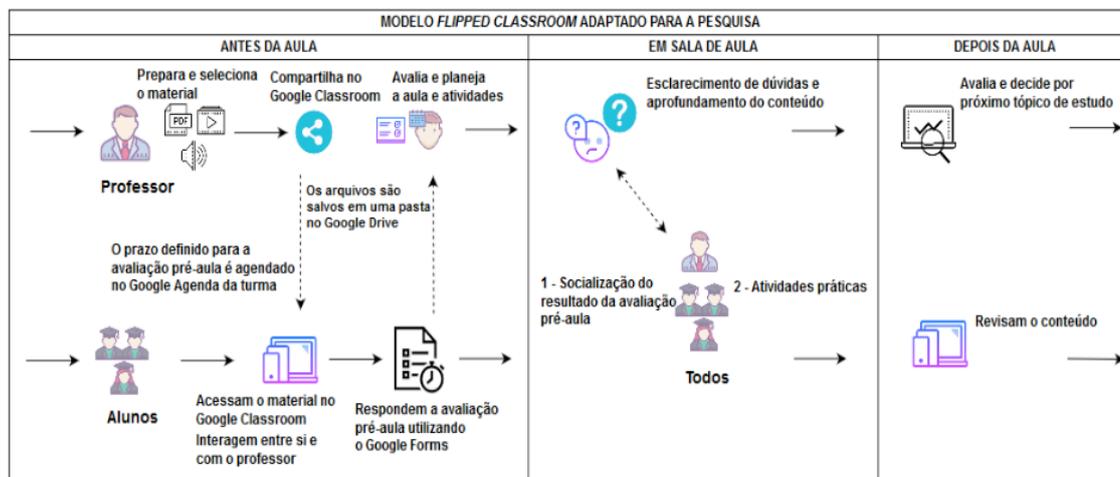


Figura 1 - Modelo FC adaptado para a pesquisa utilizando a metodologia EsM e o Google Classroom.

Fonte: Adaptado de Schmitz (2016).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário foi construído em duas partes: a primeira com identificação de características socioeconômicas dos respondentes e a segunda com perguntas sobre a percepção e opinião dos alunos em relação ao estudo de caso realizado. O questionário eletrônico aplicado, obteve 28 respostas, o que configura 70% do universo de respondentes da pesquisa.

Em relação a faixa etária, gênero e localização dos respondentes, após colhidos os dados: 78,6% dos alunos possuem idade entre 18 e 25 anos, sendo que o restante dos respondentes (21,4%) apresenta idade entre 26 e 40 anos; 67,9% são do sexo masculino e 32,1% do sexo feminino; 67,9% dos alunos são provenientes da zona urbana, enquanto 32,1% são provenientes da zona rural.

Na primeira parte do questionário, também foram feitas perguntas sobre características que podem influenciar no acompanhamento da metodologia adotada e na utilização da plataforma, como: a conectividade dos alunos, se possuem computador em casa, se possuem acesso à internet em casa, entre outros. Após colhidos os dados, foi verificado que 96,4% dos respondentes possuem computador em casa e 85,7% possuem *smartphone*, sendo que desses últimos, 87,5% utilizam o *smartphone* também para estudos. Quando perguntados se possuem acesso à internet em casa, 89,3% afirmaram que possuem. Em relação ao ambiente em que afirmaram utilizar um computador para estudo, 89,3% afirmaram utilizar o computador para estudos em casa, 64,3% na escola, 25% no trabalho em horários livres e 7,1% na *Lan House*, por não possuírem computador e/ou acesso à internet em casa.

Os dados supracitados mostram que a aplicação do modelo FC utilizando uma plataforma online de aprendizagem foi possível, pois a grande maioria da turma possuía os recursos necessários para a dinâmica da metodologia proposta e conseguiam acessar o conteúdo e resolver as tarefas pela plataforma.

Quando perguntados sobre o entendimento do modelo de ensino-aprendizagem *Flipped Classroom* e a metodologia a ser utilizada na disciplina, observou-se que 82,1% responderam que compreenderam quando apresentada pelo professor e 17,9% afirmam ter compreendido parcialmente. Visto que o entendimento dos alunos em relação à metodologia a ser utilizada e à organização das tarefas e responsabilidades é um ponto crucial para a implementação do modelo FC, percebe-se pelos resultados supracitados que a turma, em sua grande maioria, conseguiu entender de forma satisfatória a metodologia a ser utilizada, possibilitando um bom desenvolvimento das atividades.

Em relação ao compartilhamento dos materiais de estudo prévio, os alunos foram questionados se o Google Classroom apresentava-se como um ambiente adequado para esta ação. A pergunta apresentava as alternativas em forma de escala de *Likert*, contendo cinco itens: do item um, discordo totalmente, ao item cinco, concordo totalmente. O Gráfico 1 mostra os resultados desta pergunta, onde observa-se que vinte e sete (96,4%) indicaram que concordam que o Google Classroom apresenta-se como um ambiente adequado para compartilhamento dos materiais de estudo prévio.

Quando perguntados se conseguiram utilizar a plataforma em casa, 96,4% dos respondentes afirmaram que conseguiram utilizar, sendo que apenas um (3,6%)

respondente afirmou que não conseguiu utilizar a ferramenta em casa, possivelmente o mesmo que afirmou não possuir *smartphone* ou computador em casa, tendo que recorrer a outros espaços, como *Lan House* e o ambiente de trabalho, para ter acesso ao material de aula. Em relação a conseguir utilizar o Google Classroom pelo *smartphone*, 85,7% afirmaram que conseguiram utilizar, enquanto 14,3% não conseguiram utilizar a ferramenta pelo dispositivo móvel. Isso mostra que, no geral, a turma não encontrou dificuldade em obter acesso ao material e em utilizar a ferramenta na etapa de estudo prévio.

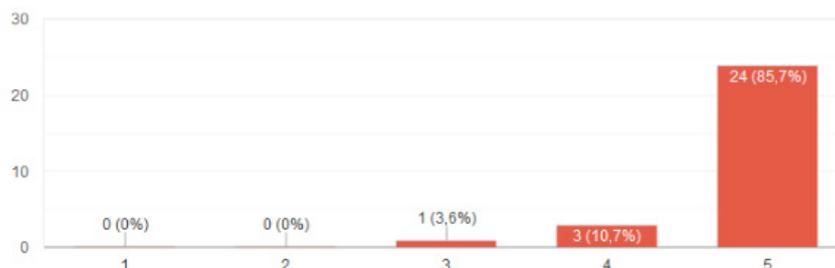


Gráfico 1 - “O Google Classroom apresenta-se como um ambiente adequado para compartilhamento dos materiais de estudo prévio?”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a usabilidade da plataforma, os dados mostrados no Gráfico 2, mostram que 96,4% concordaram que o Google Classroom possui boa usabilidade, é intuitivo e não ofereceu dificuldade quanto a sua utilização. Isso vem de encontro com o resultado da pergunta que os questionou sobre as maiores dificuldades em utilizar a plataforma, onde apenas três pessoas (10,7%) afirmaram ter encontrado alguma dificuldade técnica em utilizar a ferramenta. A maioria afirmou como dificuldades em utilizar a plataforma, falta de tempo para acessar o ambiente (50%) e problemas de acesso à Internet (42,9%).

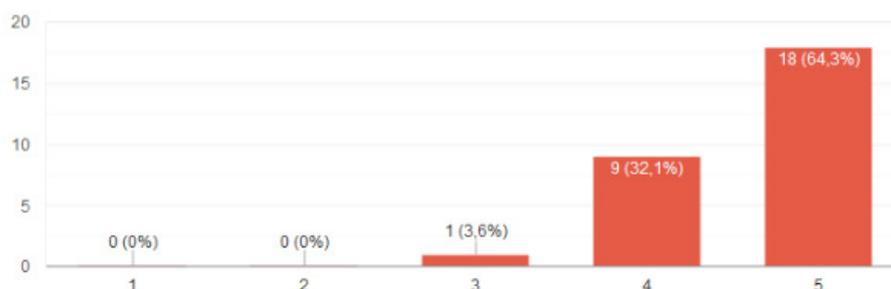


Gráfico 2 - “A plataforma Google Classroom possui boa usabilidade, é intuitiva e não encontrei problemas em saber utilizá-la da maneira correta.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à percepção dos alunos sobre o nível de colaboração entre os colegas da turma e à interação com o professor dentro da plataforma, os mesmos avaliaram

positivamente, como mostra o Gráfico 3.

Com base nas observações realizadas em sala, pode-se destacar que os alunos a partir do momento em que realizavam o estudo prévio e respondiam a avaliação pré- aula, chegavam em sala de aula com um conhecimento inicial sobre o conteúdo, demonstrando isso através de dúvidas pontuais sobre determinados assuntos do conteúdo. Isso mostra que os mesmos já vinham para aula com dúvidas formuladas, o que tornou as aulas mais dinâmicas e personalizadas às necessidades da turma.

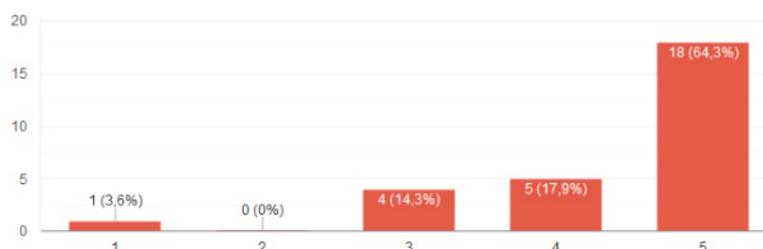


Gráfico 3 - “A plataforma permite um ambiente adequado à colaboração entre os colegas da turma?”

Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário contou também com questões abertas, para que os alunos pudessem falar com suas próprias palavras o que acharam do uso da plataforma e a experiência com a metodologia FC. O Quadro 2 apresenta uma pequena amostragem das respostas dos alunos quando questionados sobre como os mesmos avaliavam o uso do Google Forms para a realização das avaliações pré-aula, propostas pela metodologia.

“E um método que facilita bastante as avaliações”
“Achei inovador e prático.”
“É uma ótima ferramenta por que auxilia ainda mais o interesse para estudar pra determinada disciplina.”
“Bem interessante principalmente no quesito de correção automática das avaliações”
“O aluno estuda o conteúdo em casa e faz uma atividade no google forms para testar o conhecimento e assim procurar aprender.”
“Avalio como uma ótima ferramenta por ser prática e também por ser fácil de se usar, mesmo para quem está utilizando pela primeira vez essa ferramenta.”

Quadro 2 - “Como você avalia o uso do Google Forms para a realização das avaliações pré-aula?”

Fonte: Elaborado pelo autor

Quando perguntados sobre qual a percepção em relação a como o uso da metodologia *Flipped Classroom* pode contribuir na dinâmica da sala de aula, os mesmos citaram pontos como: “facilita a comunicação entre o professor e a sala”,

“proporciona uma interação entre os colegas”, “Facilita muito a aprendizagem do Alunos”, “Auxilia na aproximação aluno e professor”, entre outros. O Quadro 3 apresenta algumas respostas à essa pergunta, onde pode-se perceber que os respondentes abordaram bastante as questões de interatividade entre aluno e professor, formulação de dúvidas facilitando o aprendizado, maior participação dos alunos em sala e melhor aproveitamento do tempo de aula pelo professor, sendo este último o foco do modelo FC.

“Auxiliar na formulação de dúvidas mais consistentes, assim o professor pode aproveitar melhor o tempo de aula.”
“Contribui de forma que ao chegar nas aulas é possível obter mais resultados já que os alunos já podem ir com dúvidas a serem sanadas.”
“Pode contribuir no processo de aprendizagem colocando os alunos como protagonista em um processo de aprendizagem. Nesse processo ele tem toda a autonomia necessária para adquirir novos conhecimentos e habilidades quando lhe for mais conveniente. Graças ao uso da tecnologia, é o próprio aluno que decide quando, como e onde eles irão aprender.”
“O aluno lê o material em casa e vai com duvidas pra aula, assim a aula fica mais dinâmica.”
“A principal contribuição seria na otimização da aula, pois os alunos já chegam com um conhecimento prévio do assunto da aula, e desta forma as dúvidas são sanadas mais rapidamente.”

Quadro 3 - “Em sua percepção, como o uso da metodologia *Flipped Classroom* pode contribuir na dinâmica da sala de aula?”

Fonte: Elaborado pelo autor

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas respostas obtidas no questionário e com base nas observações realizadas durante as aulas, pode-se observar que a metodologia *Flipped Classroom* foi bem aceita pelos alunos e que o uso da plataforma web Google Classroom potencializou a interação e colaboração dos alunos, além de se mostrar como um ambiente adequado para o compartilhamento do material de estudo prévio e comunicação entre a turma. Também foi possível perceber que a plataforma ofereceu um ambiente de controle adequado para o professor gerenciar o ritmo de aprendizagem da turma.

A proposta de sequência metodológica que foi utilizada durante a pesquisa se mostrou eficiente pois a metodologia EsM possibilitou, com auxílio do Google Forms integrado ao Google Classroom, ao professor analisar as dificuldades encontradas pelos alunos na etapa de estudo prévio do modelo FC, e assim, planejar a aula em sala de forma mais personalizada às necessidades da turma. Dessa forma, como apontado pelos próprios alunos nas respostas ao questionário, o tempo em sala de aula pôde ser melhor aproveitado para sanar as dúvidas da turma e trabalhar atividades práticas sobre o conteúdo da aula.

Cabe destacar que a metodologia adotada com auxílio da plataforma web Google Classroom, deve ser muito bem apresentada e explicada aos alunos, pois a eficiência da mesma depende muito do entendimento e envolvimento por parte da turma.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir na discussão do uso de metodologias ativas aliadas a ferramentas tecnológicas como forma de potencializar a eficiência no processo de ensino-aprendizagem. Como trabalhos futuros pode-se apontar um estudo comparativo da aplicação do modelo FC em diferentes plataformas web LMS e com auxílio de diferentes metodologias, como *Peer Instruction* e Aprendizagem Baseada em Problemas.

REFERÊNCIAS

Araujo, I. S. and Mazur, E. (2013). **Instrução pelos colegas e ensino sob medida:** uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. In Caderno Brasileiro de Ensino de Física, pages 362-384.

Freire, P. (2016). **Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa.** 53ª edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

Gianotto, D. E. P. and Diniz, R. E. da S. (2010). **Formação inicial de professores de Biologia:** a metodologia colaborativa mediada pelo computador e a aprendizagem para a docência. In Ciência & Educação, pages 631-648.

Kenski, V. M. (2015) **Educação e Tecnologias:** o Novo Ritmo da Informação, Campinas, SP: Papirus, 2015.

Sampieri, R. H., Collado, C. H., and Lucio, P. B. (2006). **Metodologia de pesquisa.** 3ª ed. F. C. Murad (Trad.). São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

Schmitz, E. X. da S. (2016). **Sala de Aula Invertida:** Uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. 2016. 187f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

Schneiders, L. A. (2018). **O método da sala de aula invertida (flipped classroom).** Lajeado: Univates, 2018. 19 p.

Souza, A. and Souza, F. (2016) **Uso da Plataforma Google Classroom como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem:** Relato de aplicação no ensino médio. 2016. 27 f. TCC (Graduação), Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Rio Tinto, 2016.

Tecnologia Inovadora (2015). Revista Ensino inovativo. São Paulo, volume especial, 2015.

Valente, J. A. (2014). **Blended learning e as mudanças no ensino superior:** a proposta da sala de aula invertida. In Educar em revista [online] pages 79-97.

SOBRE O ORGANIZADOR

Ernane Rosa Martins - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 24, 25, 28

Ambientes virtuais 79

Aprendizagem 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 76, 77, 79, 80, 83, 84, 96, 114, 129, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 144, 145

Aprendizagem adaptativa 66, 68, 69, 70, 72

Arduino 24, 25, 27, 30, 34

Arte 20, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 107

B

Busca tabu 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

C

Cibercultura 55, 56, 57, 63, 107

Ciberespaço 57

Ciência da computação 35, 36, 41, 44, 45

cliente-servidor 66

Computação visual 109, 114

Comunicação 1, 2, 4, 10, 13, 14, 16, 19, 20, 26, 28, 29, 31, 46, 56, 57, 63, 71, 81, 82, 83, 85, 135, 136, 137, 139, 143, 144

Conhecimento 1, 2, 5, 7, 13, 14, 18, 19, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 56, 57, 66, 75, 78, 79, 83, 91, 93, 96, 97, 98, 110, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 140, 143, 144

Convergência 55, 56, 57, 60, 63

Convivência online 65

Cultura 4, 5, 46, 53, 56, 57, 62, 63, 89, 98, 103, 106, 108

D

Diagnóstico precoce 109, 110, 111, 112, 121

Digital 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 22, 23, 46, 49, 50, 53, 54, 56, 58, 60, 75, 87, 88, 89, 92, 94, 97, 98, 99, 102, 103, 105, 106, 107, 121, 135

E

Educação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 46, 47, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 77, 85, 87, 89, 96, 97, 98, 106, 107, 108, 135, 140, 145

Engenharia 34, 45, 84, 85, 123, 124, 130, 133, 134

Ensino 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 22, 35, 36, 38, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52,

53, 55, 65, 66, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 89, 106, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 145

Ensino fundamental 4, 65, 66, 72, 89, 106

Escalonador 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45

Extensão 1, 3, 5, 9, 10, 26

F

Ferramentas 2, 5, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 36, 47, 51, 68, 71, 121, 126, 129, 136, 145

Fluxo 38, 57, 69, 76, 78, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

Formação de professores 46

G

Gamificação 65, 66, 70, 71, 72, 79, 108

Google classroom 135, 136, 139, 140, 141, 142, 144, 145

H

Hardware 5, 27, 82

Histograma 115, 120, 121

I

Idosos 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34

Imagens 4, 8, 16, 31, 79, 94, 112, 113, 114, 118, 119, 121

Inclusão 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 58, 62, 96, 100, 103, 116, 121

Informação 1, 2, 4, 5, 9, 10, 55, 56, 57, 66, 79, 82, 83, 85, 103, 109, 111, 112, 115, 124, 125, 126, 127, 135, 136, 138, 140, 145

Informática 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 22, 46, 57, 109

Inovação 123, 129, 130, 133

Integração 28, 30, 85, 97, 100, 139

Internet 2, 3, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 34, 46, 53, 63, 86, 89, 141, 142

Internet das coisas 24, 25, 26, 34

J

Jogo 58, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 70, 71, 72, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Jogos digitais 55, 56, 57, 60, 61, 62, 65, 87, 88, 89, 96, 99, 100, 106

L

Laboratório remoto 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 84

Laboratórios virtuais 75, 76, 79

M

Metodologias ativas 12, 65, 66, 135, 136, 137, 145

M-learning 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23

Modelo pedagógico 11, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 22

Monitoramento 24, 25, 26, 28, 29, 33, 34

N

Narrativa 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 94, 97

P

Plataforma 13, 16, 20, 27, 30, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 82, 94, 103, 105, 106, 121, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Poética 87, 90, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 105, 107

Programação 20, 27, 30, 36, 45, 91, 93, 99, 100, 114

Protótipo 24, 29, 30, 31

Q

Queda 24, 27, 29, 30, 31, 32, 34

R

Realidade aumentada 50, 74, 76, 80, 81, 82, 84, 85

Reconhecimento 24, 25, 29, 33, 34, 103, 109, 112, 113, 114, 118

Retinoblastoma 109, 110, 111, 112, 116, 121, 122

S

Sala de aula invertida 11, 12, 14, 15, 22, 135, 136, 137, 138, 145

Smartphones 11, 15, 17, 19, 20, 21, 25

Software 2, 5, 7, 13, 27, 75, 90, 130

T

Tecnologia 1, 2, 3, 4, 12, 15, 24, 25, 26, 28, 33, 34, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 75, 76, 79, 85, 89, 135, 136, 137, 140, 144, 145

Tecnologias digitais 1, 2, 4, 8, 10, 11, 46, 47, 49, 51, 135, 136

Tecnologias vestíveis 24, 25, 26

Timetabling 35, 36, 45

Transmídia 55, 56, 57, 58, 60

W

WI-FI 25, 29

 **Atena**
Editora

2 0 2 0