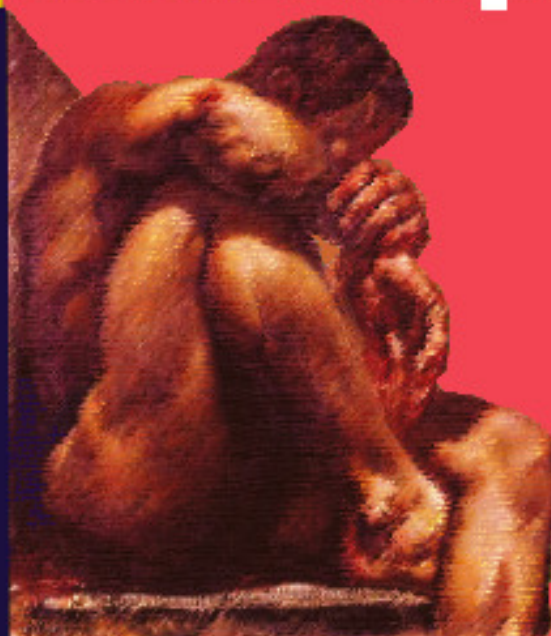




Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática



Aprendizagem Ativa
Práticas Pedagógicas
Jogos Sérios

ISSN IMPRESSO 1516-084X

ISSN DIGITAL 1982-1654

V.23, n.1

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – PPGIE
Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – CINTED
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
V.23, n.1 – jan/abr 2020
ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO BIBLIOTECA

SETORIAL DE EDUCAÇÃO da UFRGS, Porto Alegre, RS – BR

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

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

ISSN digital 1982 1654

ISSN impresso 1516-084X

1. Informática na Educação – Periódicos. 2. Educação– Inovação tecnológica –
Periódicos. 3. Computador na educação – Ambiente de aprendizagem– Ensino a
distância. Periódicos I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro
Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Programa de Pós -Graduação em
Informática na Educação.

CDU – 371.694:681.3

Imagem da capa: detalhe de obra de Aldo Locatelli (1915-1962)

Acervo da Pinacoteca Barão de Santo Ângelo/IA/U

Expediente

Informática na Educação: teoria & prática – V. 23, n.1 – maio/agosto 2020
Publicação quadrimestral do PPGIE/CINTED/UFRGS
ISSN digital: 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Reitor: Rui Vicente Oppermann
Centro Interdisciplinar de Tecnologias na Educação (CINTED)
Diretor: Leandro Krug Wives
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE)
Coordenador: Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Editores

José Valdeni de Lima
Raquel Salcedo Gomes
Leandro Krug Wives

Conselho Editorial

Alberto Cañas (University of West Florida – UWF, EUA)
Alda M. S. Pereira (Universidade Aberta – Lisboa, Portugal)
Antonio Carlos da Rocha Costa (Universidade Católica de Pelotas)
Antonio Quincas Mendes (Universidade Aberta – Lisboa, Portugal)
Cleci Maraschin (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Cristina Contera (Universidad de La Republica – UDELAR, Uruguai)
Denise Leite (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Eliza Helena de Oliveira Echternacht (Universidade Federal de Minas Gerais)
Edel Ern (Universidade Federal de Santa Catarina)
Edla M. Faust Ramos (Universidade Federal de Santa Catarina)
Eduardo H. Passos Pereira (Universidade Federal Fluminense)
Flávia Maria Santoro (Universidade Federal do Rio de Janeiro)
Francisco Javier Díaz, Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Gentil Lucena (Universidade Católica de Brasília)
Hugo Fuks (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro)
Isabela Gasparini (Universidade do Estado de Santa Catarina)
Javier Días (Universidade de La Plata – UDLP, Argentina)
José Silvio (Instituto de Estudos para America Latina e Caribe – IESALC/UNESCO, Venezuela)

Mauro Pequeno (Universidade Federal do Ceará)

Nicholas C. Burbules (University of Illinois – Urbana-Champaign, EUA)

Nicole Caparraos Mencacci (Université de Nice, França)

Patrícia Behar (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Pedro Krotsch (Universidad de Buenos Aires – UBA, Argentina)

Regina Maria Varini Mutti (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Richard Malinski (Ryerson polytechnic University, Canadá)

Sérgio Bairon (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/Universidade Mackenzie)

Sergueï Tchougounnikov (Université de Bourgogne, França)

Teresinha Fróes Burnham (Universidade Federal da Bahia)

Vera Menezes (Universidade Federal de Minas Gerais)

Victos Giraldo Valdés Pardo (Universidad Central de las Villas – UCLV, Cuba)

Vilson José Leffa (Universidade Católica de Pelotas)

Yves Schwartz (Universidade de Provence, França)

Pareceristas *Ad Hoc* 2020 – v.23 n.1

Aline CAMPOS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Aline Silva Bona (Instituto Federal do Rio Grande do Sul)

Arlise Moraes de Almeida Lopes (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Carolina Müller (Instituição Evangélica de Novo Hamburgo)

Celina Abar (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo)

Cintia Inês Boll (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Clarice Wolff (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Daniela Barros (Universidad Nacional de Educación a Distancia - Espanha)

Ederson Luiz Locatelli (Rede Marista)

Emilcy Juliana Hernández Leal (Universidad Nacional de Colombia)

Eromi Hummel (Universidade do Estado do Paraná)

Fabília Damando Santos (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul)

Flavia Wagner (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Felipe Becker Nunes (Antonio Meneghetti Faculdade)

Gilmara Barcelos (Instituto Federal Fluminense)

Giulia Crippa (Universidade de Bolonha)

Glauco Menezes (Universidade Federaç Paraná)

Gladis Falavigna (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul)

Greici Cañete Reginatto (UNISINOS, Universidad de la Empresa)

Ilse Abegg (Universidade Federal de Santa Maria)

João Antonio Vargas de Souza (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

José Aires de Castro Filho (Universidade Federal do Ceará)

Karla Marques da Rocha (Universidade Federal de Santa Maria)

Leandro Krug Wives (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Luciane Corte Real (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Maurício Mendes (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

Marcos Ribeiro (Universidade Federal de Jataí)

Marcos Zandonai (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

Maria Angélica Figueiredo Oliveira (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Maria Rosangela Bez (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Marly Krüger de Pesce (Universidade da Região de Joinville)

Querte Mehleck (Faculdade de Ciências Contábeis e Administrativas de Taquara)

Rafael Wild (Universidade Tecnológica Federal do Rio Grande do Sul)

Rodrigo Girardeli Souza (Faculdade Vale do Cricaré)

Rosalie Barreto Belian (Universidade Federal de Pernambuco)

Rosangela Garcia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Rosa Maenza (Universidad del Centro Educativo Latinoamericano)

Rosangela Silveira Garcia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Sílvio Cazella (Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre)

Tiane Aguiar (Rede Municipal de Educação de Três Coroas-RS)

Thelma Alves (Universidad de Deusto - Espanha)

Valentina Tabares Morales (Universidad Nacional de Colombia)

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

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

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

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

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

Comissão de Publicação
José Valdeni de Lima
Raquel Salcedo Gomes

Diagramação e Editoração
Rosana Martins Madalena

Bibliotecária Responsável
Kátia Soares Coutinho
CRB: 10/684

Revisão Final
Raquel Salcedo Gomes
José Valdeni de Lima
Rosana Martins Madalena

Publicação online
Raquel Salcedo Gomes

Capa, Projeto Gráfico
Airton Cattani

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

Revista Informática na Educação: teoria & prática

Av. Paulo Gama, 110 – prédio 12105 – 3º andar, sala 327

90040-060 – Porto Alegre (RS) – Brasil

Telefone: (51) 3308-3986 (Secretaria)

E-mail: revista@pgie.ufrgs.br

URL: <http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica>

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

Diretrizes para Autores

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

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

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

Editorial

Raquel Salcedo Gomes

José Valdeni de Lima

Seja bem-vindo à primeira edição da revista *Informática na Educação: Teoria & Prática* do ano de 2020. Nesta edição, apresentamos como palavras-chave **Aprendizagem Ativa e Práticas Pedagógicas com Jogos Digitais**. Neste momento de pandemia devido ao COVID-19, parece que nunca foi tão necessário o uso da Educação a Distância (EaD) e das tecnologias digitais para a continuidade da formação das pessoas.

O primeiro artigo, **Metodologias de Aprendizagem Ativa Aplicadas à Computação: Uma Revisão da Literatura**, é de autoria de Diego Teixeira Witt. O artigo apresenta resultados de uma pesquisa bibliográfica com o intuito de investigar produções acadêmicas que relataram o uso de metodologias ativas no ensino de computação, suas áreas de aplicação dentro da computação e as formas de avaliação empregadas. Como resultado, foi identificado que, dentre as áreas de aplicabilidade na computação, o maior interesse recai no ensino de programação, devido à complexidade dos conceitos e à falta de motivação dos alunos. Também foi identificada a necessidade de se trabalhar com propostas de avaliações ativas com as metodologias ativas de aprendizagem.

Em seguida, a edição traz o relato de experiência **Práticas Educativas: relato de experiência na unidade curricular de Engenharia de Software**, escrito por Ana Sara Castaman e Lis Ângela De Bortoli. O texto relata práticas educativas implementadas na unidade curricular de Engenharia de Software, no Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Sertão. Para tanto, foi realizada uma descrição do curso de ADS e da unidade curricular de Engenharia de Software, por meio do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e das diretrizes internacionais para a área de Engenharia de Software; e também foram analisadas as estratégias de ensinagem desenvolvidas na unidade curricular de Engenharia de Software, compreendidas como práticas educativas. As autoras concluíram que as práticas educativas privilegiaram o emprego e o desenvolvimento dos processos mentais e a formação de um sujeito autônomo, que partilha da construção do conhecimento.

O terceiro texto da edição tem como autores Roberto Tenorio Figueiredo, Vivianni Marques Leite dos Santos e Jorge Luis Cavalcanti Ramos. Trata-se do artigo **Speed Schedule - Jogo para auxílio no estudo das políticas de escalonamento em Sistemas Operacionais**, que tem como objetivo geral apresentar o jogo "Speed Schedule", o qual visa auxiliar a aprendizagem e fixação dos conceitos estudados na disciplina de Sistemas Operacionais no que diz respeito às políticas de escalonamento de processos. O texto inicia pela apresentação da problemática dos alunos no aprendizado do conteúdo e das estratégias abordadas por alguns autores. Em seguida, o jogo é apresentado, bem como resultados de testes preliminares com algumas turmas de Sistemas Operacionais do curso de Ciência da Computação de uma instituição de ensino superior. Os resultados apontam que o jogo estimula o aprendizado e dá ao estudante uma visão real do funcionamento dos processos no processador dentro de um sistema operacional.

O quarto artigo da edição intitula-se **Abstração Refletida no Processo de Gênese Instrumental em Ambiente 3D**, de autoria de Margarete Farias Medeiros e Marcus Basso. O texto apresenta um estudo de caso em que foi investigada, na formação inicial de professores de matemática, a apropriação do Ambiente de Geometria Dinâmica (DGE) GeoGebra 3D na construção de conhecimento geométrico espacial. Os autores estabelecem uma conexão entre a Abstração Refletida (Piaget) e o processo de Gênese Instrumental do sujeito (Rabardel), quando submetido a

uma sequência de tarefas, em um modelo para essa conexão entre as duas teorias. Os resultados do estudo indicam que o sujeito se apropriou do ambiente 3D quando tomou consciência das características do ambiente: dependência funcional geométrica; variação dinâmica para destacar a invariância geométrica; compreensão da limitação do lápis e papel (ambiente estático) em relação ao ambiente dinâmico 3D.

O próximo artigo foi escrito por Daniele Beatriz Leite Silva, Larissa Lima Liqui, Paula Mello Pacheco, Marco Cesar Cunegundes Guimarães e Marcos da Silva Pacheco, sob o título: **Novas Tecnologias Educacionais: a Elaboração e Avaliação de um Livro Digital de Histologia**. Seu trabalho teve como objetivo analisar o efeito da apresentação de um livro digital de Histologia sobre estudantes de nível superior. Foi desenvolvido um livro digital de Histologia, o qual foi apresentado para análise e avaliação por estudantes de uma instituição pública e uma instituição privada. A análise mostrou que a receptividade pelos alunos quanto a esse recurso é muito boa, entretanto, os livros digitais devem coexistir com o livro tradicional, uma vez que o impresso ainda é um formato bem estabelecido e presente nos hábitos dos estudantes, sugerindo que, embora uma transição esteja ocorrendo, ela não foi efetivada.

O sexto texto dessa edição trata-se do artigo intitulado **Uma Revisão das Diferentes Abordagens Computacionais para Detecção de Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas para Educação a Distância**. Seus autores são Arthur Machado França de Almeida, Luciana Pereira de Assis e Alessandro Vivas Andrade. O artigo apresenta uma revisão sobre as diferentes abordagens computacionais para detecção de estilos de aprendizagem presentes na literatura. As abordagens apresentadas são baseadas em técnicas da Inteligência Artificial capazes de realizar a detecção dos estilos de aprendizagem de forma automática a partir do comportamento do aluno em um ambiente virtual de aprendizagem. Foram identificadas 15 abordagens diferentes para detecção de estilos de aprendizagem, dentre as quais, a mais utilizada foi a abordagem por Redes Bayesianas.

Esta edição traz também um ensaio especial da seção Ponto de Vista. Abordando o contexto atual da pandemia do coronavírus e o potencial das tecnologias digitais para a educação a distância e/ou remota, José Valdeni de Lima discute a personalização da aprendizagem mediada pelas TICs no texto: **Mais Tutoria sem Aglomeração de Pessoas: Em tempos de COVID-19**. Considerando que a atividade de Tutoria é o esforço que o tutor (frequentemente o próprio professor) deve fazer para acompanhar cada aluno em suas especificidades, o autor argumenta que lhe cabe disponibilizar atividades e conteúdos significativos (Ausubel) e na dosagem sob medida (Bloom's 2 Sigma Problem), o que permite ao docente conhecer bem o estudante e ir ao encontro de seus saberes prévios e das necessidades de sua estrutura cognitiva.

Esta primeira edição de 2020 encerra com os tradicionais **Resumos de Teses**, com um panorama de todas as pesquisas de doutorado homologadas no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação entre janeiro e abril de 2020. Acompanhar os resumos de teses de cada edição é também acompanhar um pouco da trajetória do próprio programa, que completa em 2020 seu vigésimo-quarto ano, e do CINTED, nosso Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, que abriga o PGIE e celebra seu vigésimo ano de existência com muitos eventos e palestras online.

Boa leitura.

Metodologias de Aprendizagem Ativa Aplicadas à Computação: Uma Revisão da Literatura

Active Learning Methodologies Applied to Computer Science: A Literature Review

Diego Teixeira Witt

Instituto Federal Catarinense - IFC

Avanilde Kemczinski

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Resumo: As metodologias ativas de aprendizagem trazem o aluno para o papel central do ensino-aprendizagem, instigando o autoaprendizado e motivando o estudante em seu próprio processo de aprendizado. O artigo objetiva apresentar os resultados de uma pesquisa que utilizou o método de pesquisa bibliográfica com o intuito de investigar produções acadêmicas que relataram o uso de metodologias ativas no ensino de computação, suas áreas de aplicação dentro da computação e as formas de avaliação empregadas. O levantamento bibliográfico (LB) analisou 46 produções, nas quais foi constatado o emprego de metodologias ativas, identificando a PBL (*Problem Based Learning*) como uma das metodologias mais utilizadas. Entre as áreas de aplicabilidade na computação, o grande interesse está no ensino de programação. Isso se deve à complexidade dos conceitos e à falta de motivação dos alunos. Por fim, foi identificada a necessidade de se trabalhar com propostas de avaliações ativas e com as metodologias ativas de aprendizagem.

Palavras-chave: Metodologias Ativas, Ensino de Computação, Aprendizagem Ativa.

Abstract: The active learning methodologies brings the student to the central role of teaching-learning, instigating self-learning and motivating the student in his own teaching process. The article aims to present the results of a research that used the method of bibliographic research to investigate academic productions that reported the use of active methodologies in computer teaching, its application areas within the computation and the forms of evaluation employed. The literature review (LB) analyzed 46 productions in which the use of active methodologies was used, in which Problem Based Learning (PBL) was identified as one of the most used methodologies. Among the areas of applicability in computing the great interest is in the teaching of programming, due to the complexity of the concepts and lack of motivation of the students. Finally identified the need to work with proposals for active assessments along with active learning methodologies.

Keywords: Active Learning Methodologies, Computer Education, Active Learning.

1 Introdução

As metodologias de ensino-aprendizagem vêm se adequando à realidade da sociedade atual, principalmente ao ambiente educacional na qual estão inseridas. Gil (2008) informa que a partir da segunda década do século XX, é que ocorreram grandes mudanças na didática, quando esta passa a dar valor ao princípio da atividade, ao conceito de liberdade e à individualização do aluno.

O termo aprendizagem, segundo Gil (1997), remete à aquisição de conhecimento ou de habilidades e atitudes que são resultantes de suas experiências. Bernheim e Chaui (2008) definem a aprendizagem como um processo que vem da construção do conhecimento, que é vivido e assimilado em sua estrutura cognitiva. Portanto, diante da busca do aprendizado, se faz necessária a adoção de teorias de ensino-aprendizagem para a concretização de uma educação crítica e dialética. Nessa perspectiva, compreende-se que uma metodologia de ensino deve ser adotada, buscando com isso alcançar os objetivos educacionais de aprendizagem (GIL, 1997).

Marin et al. (2010) abordam essa mudança na didática por meio da utilização de metodologias ativas, nos métodos de ensino-aprendizagem, frisando a importância do papel do aluno, e dando destaque às relações de troca de informação e comunicação. Diante dessas mudanças, o ensino da Ciência da Computação vem aplicando esse novo modelo como ferramenta para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

O presente artigo objetiva apresentar as metodologias ativas empregadas no ensino de Computação por meio do levantamento bibliográfico (LB), bem como observar o seu uso e a etapa de avaliação dentro do processo de ensino-aprendizagem. Esses objetivos são motivados pelo interesse de fomentar e identificar metodologias ativas para se trabalhar em sala de aula com um processo avaliativo que esteja de acordo com uma abordagem ativa.

Outros levantamentos bibliográficos referentes ao emprego de metodologias ativas podem ser encontrados em outras obras (Rocha e Lemos, 2014). Estes autores realizaram um levantamento das principais metodologias ativas aplicadas em cursos de engenharia. Fonseca e Mattar Neto (2017) apresentaram uma revisão da literatura sobre as metodologias ativas aplicadas à educação a distância, identificando as principais metodologias que se adequam à essa modalidade de ensino-aprendizagem. Já Paiva et al. (2016) fazem uma revisão das metodologias ativas, buscando identificar as modalidades de ensino-aprendizagem, os benefícios e os desafios de sua operacionalização.

Voltado à área de estudo deste artigo, é possível citar o trabalho de Silva, Pereira e Odakura (2008), que faz um mapeamento sistemático das estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem do pensamento computacional no Brasil, abordando também a aprendizagem ativa. Entretanto, esse trabalho é direcionado para o Ensino Fundamental. Outro estudo que se aproxima deste artigo é a publicação de Witt, Kemczinski e Santos (2018), que apresenta o emprego de metodologias de resolução de problemas para o ensino de computação focado na PBL (*Problem Based Learning*).

As metodologias ativas no ensino de Computação têm sido um tema de estudo que se ampliou nos últimos anos. Observa-se com isso o interesse de pesquisadores na busca de alternativas para os problemas clássicos da área, como a evasão e a falta de motivação dos estudantes. Assim, o presente artigo faz um levantamento bibliográfico para identificar as metodologias ativas que dão suporte ao processo de ensino-aprendizagem da área de computação em diversos níveis de ensino. Para tanto, o artigo está dividido em: fundamentação, na seção 2; procedimentos metodológicos, na seção 3; resultados, na seção 4; e, por fim, a conclusão, na seção 5, seguida das referências bibliográficas.

2 Fundamentação

O avanço no processo de ensino-aprendizagem é uma atividade que exige esforço (Sobral e Campos, 2012). Há a proposta de romper com o modelo tradicional de ensino, que visa transmitir o conhecimento por meio da fala do professor para o aluno. A aprendizagem ativa vem com a ideia de mudar o papel central no processo de ensino e aprendizagem, colocando o aluno como protagonista. Gil (2008) menciona que foi a partir da segunda década do século XX que se desenvolveu esse movimento ou essa mudança, partindo para as metodologias ativas.

A mudança veio com a necessidade de “envolver o aluno enquanto protagonista da sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, bem como competências para relacionar esses conhecimentos ao mundo real” (PINTO et al., 2012, p.78). Portanto, o professor passa a ser visto como um mediador, com a responsabilidade de preparar e orientar as pessoas para a vida em sociedade, deixando de ser o elemento central e passando a ser um facilitador da aprendizagem. Bellan (2008, p. 56) destaca que “o papel do facilitador é apresentar informações por meio de técnicas de ensino e criar um ambiente adequado para a aprendizagem”.

Assim, a aprendizagem ativa, conforme apontam Barbosa e Moura (2013), ocorre no momento em que o aluno interage com o assunto em estudo, seja ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo ou ensinando. O estudante é estimulado a construir o seu próprio conhecimento e não somente recebê-lo de forma passiva pelo professor. Na explicação, os autores supracitados reforçam que nesse ambiente de aprendizagem ativa o papel do professor muda para o papel de orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, tirando-o da função de ser apenas fonte única de informação e conhecimento. Sendo assim, a aprendizagem ativa é obtida por meio do uso de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem.

Mitre et al. (2008) propõem, em sua perspectiva de educação, que o aluno tem que possuir a capacidade de autogerenciar o seu processo de formação. Para que isso ocorra, deve ser inserido no processo de forma ativa. De acordo com Berbel (2011), isso pode ocorrer por meio da utilização de experiências reais ou simuladas, com a resolução de desafios encontrados no ambiente social do aluno e nos mais diferentes contextos.

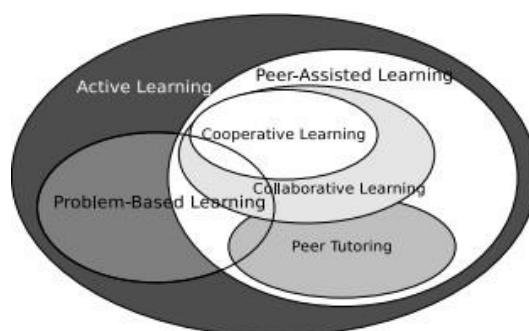
Diante disso, Kane (2004) define características importantes, a exemplo de: (a) procurar incentivar o pensamento independente e crítico; (b) encorajar os estudantes a assumirem a responsabilidade por seu aprendizado; (c) inserir os estudantes em atividades, garantindo a

eles o papel de protagonista; (d) considerar importante o papel do educador como promotor e organizador das atividades.

A metodologia ativa vem com um caráter motivacional para o aluno. Atualmente, o curso de computação no Brasil tem obtido índices altos de reprovação, o que afeta o processo de aprendizado dos alunos. Ramos et al. (2015) apresentam uma revisão sistemática de âmbito nacional, que aponta uma média de 45,6% de estudantes reprovados quando se trata da abordagem de estudo tradicional. Destacam, porém, uma diminuição para 32,6% nos índices de reprovação quando são empregadas estratégias diferenciadas.

Moran (2015) afirma que “alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa”. Essas propostas ativas acabam se tornando mais eficazes que as tradicionais (Ramos et al., 2015). Para se alcançar a aprendizagem ativa, existem muitas teorias e métodos que podem ser trabalhados. Uma representação dessas relações pode ser vista na diagramação de Bishop e Verleger (2013), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Teorias e métodos de aprendizagem ativa



Fonte: Bishop e Verleger (2013, p. 7).

O esquema (Figura 1) de Bishop e Verleger (2013) apresenta a complexidade da relação das teorias de aprendizagem, e como elas estão inseridas no contexto das metodologias ativas de aprendizagem. Na Figura 1 pode-se observar a intersecção entre as metodologias de *Problem Based Learning* e *Collaborative Learning*, pois ambas possuem características semelhantes na sua definição, a exemplo da utilização de grupos de trabalho.

Grabinger e Dunlap (1995) apontam que as metodologias ativas são apoiadas pela Teoria de Aprendizagem Construtivista. Piaget (2011) explica que o aprendiz, nessa teoria, passa a ter um papel ativo em seu aprendizado, no qual ele constrói o seu conhecimento. Conforme Mizukami (1986), o aluno ativo exerce as funções de observar, experimentar, comparar, relacionar, analisar, justapor, compor, levantar hipóteses e argumentar, sendo ativo no seu processo de aprendizagem.

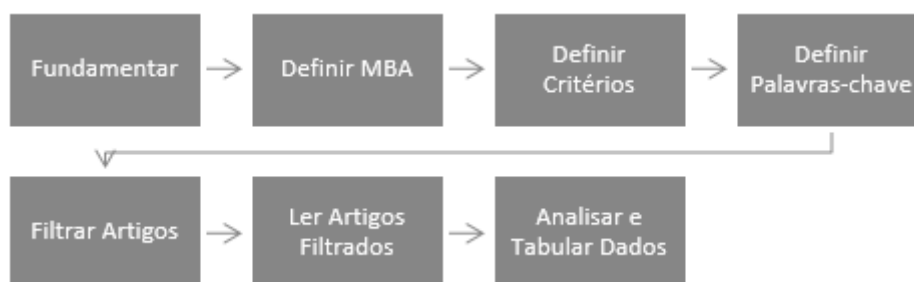
Entre as metodologias ativas (MA), podemos elencar algumas, tais como (do inglês): *Problem-Based Learning* (PBL), *Peer-Assisted Learning* (PAL), *Cooperative Learning* e *Collaborative Learning* (CL) e *Peer Tutoring* (PT). Sabendo da existência dessas práticas ativas

de ensino-aprendizagem, na seção seguinte apresentaremos os procedimentos metodológicos, a fim de investigar essas propostas empregadas no ensino de Computação.

3 Procedimentos Metodológicos Adotados

Para conduzir a pesquisa, foi necessário definir os métodos e condições que permitiriam identificar materiais que agreguem informações úteis ao objetivo central de estudo. O processo adotado para isso pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Procedimentos Metodológicos



Fonte: os autores.

O primeiro passo adotado foi a fundamentação sobre a definição de metodologias ativas de aprendizagem. Após o estudo sobre as metodologias ativas, foram definidos os mecanismos de busca acadêmica (MBA) a serem utilizados. Os mecanismos para esta pesquisa foram: *Scholar*, *ACM*, Periódicos *CAPEs* e *ScienceDirect*. De acordo com Buchinger et al. (2014), esses mecanismos estão entre os 10 melhores e mais importantes em termos de busca por conteúdo científico, considerando recursos de busca, de refinamento e auxiliares.

Para que fossem selecionados os materiais condizentes com a pesquisa, definiu-se como palavras-chave de busca os termos "Ciência da Computação", "Ensino de Computação", "Aprendizagem Ativa" e "Metodologia Ativa". A escolha das palavras-chave ocorreu por serem a forma mais genérica dos temas abordados e que também traziam um maior número de resultados na filtragem das buscas.

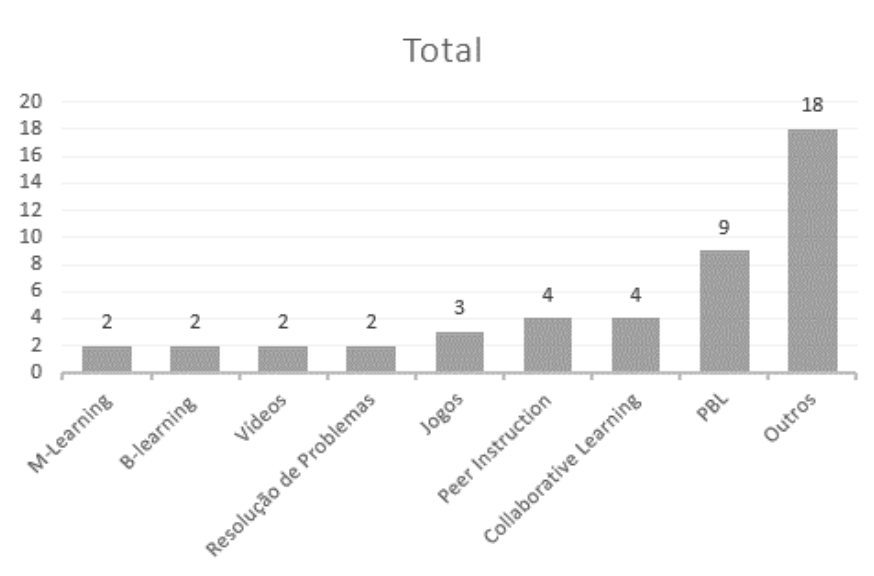
Para a investigação bibliográfica tradicional foram definidos critérios para identificar se o material da base de dados é considerado válido. Assim, os artigos selecionados foram publicações em inglês, português e espanhol, publicadas após 2007, disponíveis para download e com mais de 4 páginas. Para a seleção dos trabalhos, os autores fizeram uma leitura do título, do resumo e da metodologia de cada trabalho, e escolheram aqueles que apresentavam metodologias ativas empregadas no ensino de computação (sem restrição quanto ao nível de ensino) e que contivessem a descrição do processo metodológico utilizado.

Após a filtragem inicial, foram lidos na íntegra 46 artigos com informações consideradas relevantes à pesquisa (<https://goo.gl/rJ4eoA>) – A partir dessas leituras, os dados foram extraídos e tabulados para serem analisados, conforme pode ser visto na seção 4.

4 Resultados

Esta seção apresenta os resultados observados com base nos dados coletados. A pesquisa foi executada no primeiro semestre de 2018. O primeiro item observado nas produções selecionadas foi que propostas de ensino-aprendizagem ativas estão sendo empregadas no ensino de computação. Com base nos artigos, constatou-se que a técnica mais empregada foi a PBL (*Problem Based Learning*), com 9 publicações, conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Proposta de Ensino-Aprendizagem Ativas Mapeadas



Fonte: os autores.

A PBL como metodologia ativa trabalha com a resolução de problemas, colocando o aluno como centro do processo. Angelo et al. (2014) relatam que o método PBL pode ser aplicado com sucesso ao ensino de programação de computadores. A análise revelou que os alunos demonstraram que desenvolveram a capacidade de “aprender a aprender”, tanto individualmente quanto em grupo, com isso afirmando que acreditam na efetividade proposta dos autores.

Oliveira et al. (2010) trazem na conclusão três aspectos referentes ao uso da PBL que devem ser considerados: a necessidade de adaptação ao método da PBL para os tutores/professores; comprometimento dos tutores/professores; e, por fim, a adequação da complexidade dos problemas utilizados na aplicação do método. Ainda: relatam os ganhos para os alunos, como habilidades de expressar e ouvir opiniões e tomar decisões e comunicar-se colaborativamente como pontos importantes da metodologia.

Seguindo a PBL, a *Collaborative Learning* e *Peer Instruction* foram as propostas de ensino-ativas mais utilizadas. Entretanto, foi possível constatar uma variação de métodos ativos de ensino-aprendizagem, tais como: *Active-Learning Exercises*; *Judge-based Methodology*; *Motivational Active Learning (MAL)*; *Team-Based Learning*; *Project Based Learning*; *Think-Pair-Share* e outros, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Metodologias Ativas Mapeadas no Ensino de Computação

Metodologia	Autor	Descrição
<i>Collaborative Learning</i>	Valdivia e Nussbaum (2007); Anderson et al. (2007); Hakimzadeh, Adaikkalava, Battinger (2011); Lopez-guede et al. (2015)	O aprendizado colaborativo baseia-se na visão de que o conhecimento é uma construção social, em que o estudante é o principal foco de instrução. Utiliza-se do trabalho em grupos em abordagens estruturadas para desenvolver soluções para problemas do mundo real.
<i>Peer-Led Team Learning</i>	Roach e Villa (2007); Sperry e Tedford (2008)	Grupos de 6-8 estudantes que trabalham juntos para resolver problemas e são liderados na sua resolução por um de seus pares.
Exercícios ativos	Davis (2007)	Criação de exercícios sobre a temática abordada pelo professor e resolvida pelos alunos; forma clássica de aprendizagem.
<i>Problem Based Learning</i>	Chinn, Spencer e Martin (2007); Oliveira et al. (2010); Chang e Lee (2010); O'Grady (2012); Arbelaitz, Martín e Muguerza (2014); Angelo et al. (2014); Fragoso et al (2015); Giannakos, Krogstie, Aalberg (2016); Mourão (2017)	<i>Problem Based Learning</i> trata-se de uma metodologia de ensino ativa que se utiliza de problemas do universo real do estudante para a construção do conhecimento. São levantadas hipóteses de solução, busca-se o aprendizado autônomo, a resolução do problema e o compartilhamento dos resultados.
Resolução de Problemas	Rogonis e Hazzan (2008); Riek (2013)	A metodologia de resolução de problemas consiste em promover a aprendizagem ativa em que os estudantes trabalham e desenvolvem o conhecimento. Isso se dá com base em problemas da realidade dos estudantes.
<i>Scaffolding Technique</i>	Jin (2008)	Método em andaime que descreve o apoio adaptativo e temporário fornecido por uma pessoa mais competente (por exemplo, professor ou adulto) a uma pessoa menos capacitada.
Metodologia	Autor	Descrição
Jogos	Anewalt (2008); Papastergiou (2009); Voss (2015)	Utilização de jogos como ferramentas de ensino-aprendizagem.
<i>Collaborative Learning Communities</i>	Anderson e Lin (2009)	Criação de uma comunidade de aprendizagem colaborativa, com a ideia de conectar estudantes fora da sala de aula e, assim, melhorar a aprendizagem deles por meio dessa conexão.

<i>Judge-based Methodology</i>	García-Mateos e Fernández-Alemán (2009)	Metodologia que se utiliza de recursos de julgamento online. Os estudantes resolvem problemas predefinidos e os submetem às ferramentas que permitem o julgamento <i>online</i> . Este julgamento pode ser automático, possuindo entradas e saídas predefinidas, ou então um sistema que permita a análise da resolução por outros.
<i>Active-Learning Exercises</i>	Gehring e Miller (2009)	Os exercícios de aprendizagem ativa consistem em aplicar abordagens ativas. O autor usa <i>Think-Par-Shared</i> em atividades de sala de aula.
<i>Team-Based Learning</i>	Lasserre (2009)	Forma de aprendizagem colaborativa. Trabalha com formação de equipes permanentes, aplicação de atividades e avaliações em pares.
Sessões Práticas e Teóricas	Muresano, Rexachs e Luque (2010)	A metodologia integra aulas teóricas e práticas, nas quais os alunos podem aprender e praticar os conceitos.
<i>M-learning</i>	Morais, Alencar e Souza (2011); Lindquist et al. (2007)	O <i>mobile learning</i> é uma modalidade da educação a distância. Usufrui de ferramentas móveis para dar suporte às atividades de ensino.
<i>Inductive instruction</i>	Moura e Van Hattum-Janssen (2011)	Metodologia que, ao invés de o professor explicar um determinado conceito e seguir essa explicação com exemplos, apresenta aos estudantes muitos exemplos que mostram como o conceito é usado. A intenção é que os estudantes "notem", por meio dos exemplos, como o conceito funciona.
<i>Peer Instruction</i>	Porter, Lee e Simon (2013); Grissom (2013); Zingaro e Porter (2014); Lima et al. (2016)	<i>Peer Instruction</i> trata-se de uma metodologia que tem a necessidade de que cada estudante leia, pense e reflita antes da aula o assunto a ser abordado. Assim, já em sala de aula, será posta a problematização e discutida a temática entre os pares.
<i>Pedagogical Code Reviews</i>	Hundhausen, Agrawal e Agarwal (2013)	Metodologia inspirada na inspeção do código utilizado na indústria de software. Trata-se de uma atividade colaborativa em que uma pequena equipe de estudantes, liderada por um moderador, caminha por meio de segmentos de soluções de programação para cada integrante. Em que, se verifica o código em relação a uma lista de melhores práticas de codificação, permitindo discutir e registrar os problemas que surgem no desenvolvimento.
Metodologia	Autor	Descrição
Vídeos	Largent (2013); Silva et al. (2015)	Método de ensino por meio de elaboração de vídeos educacionais ou utilização destes como instrumento de ensino (videoaula).
Tutoria/Curso Introdutório	Zhang et al. (2013)	Curso introdutório. Utiliza-se do conceito de tutoria antes de abordar o assunto em sala de aula.

<i>Think-Pair-Share</i>	Kothiyal et al. (2013); Dol (2014)	<i>Think-pair-share</i> (TPS) é uma estratégia de aprendizagem colaborativa em que os estudantes trabalham juntos para resolver um problema. Exige que os estudantes pensem individualmente sobre um tópico ou respondam a uma pergunta e compartilhem ideias com os colegas de classe. Dentro do processo, ao discutir com um parceiro, maximizará a participação.
<i>Motivational Active Learning</i> (MAL)	Pirker, Riffnaller-Schiefer e Gütl (2014)	Modelo pedagógico que incorpora estratégias de aprendizagem a partir de aprendizagem ativa e aprendizagem colaborativa, combinada com estratégias de <i>gamificação</i> .
<i>Socially-Inspired Learning</i>	Burh et al. (2015)	Proposta de aprendizagem dentro de uma comunidade e para uma comunidade.
<i>Test Driven Development</i> (TDD)	Souza-Concilio, Corrêa e Pacheco (2015)	Metodologia de Desenvolvimento Orientado a Testes, do inglês <i>Test Driven Development</i> (TDD). A metodologia TDD consiste em um conjunto de técnicas que encoraja projetos simples e conjuntos de testes com o intuito de agregar confiança, de acordo com Souza-Concilio, Corrêa e Pacheco (2015). Há duas regras básicas que precisam ser seguidas: primeiro, deve-se escrever um teste automatizado que falhe antes de escrever algum código; a outra regra diz que se deve remover código duplicado.
<i>B-learning</i>	Gonzáles (2013); Olelewe e Agomuo (2016)	O <i>blended learning</i> consiste na junção dos conceitos de aula <i>e-learning</i> , ensino online a distância, com o modelo presencial. Assim, trata-se de uma proposta mista de ensino.

Fonte: os autores.

Entre os resultados supracitados, a aprendizagem colaborativa, na qual o conhecimento surge devido ao envolvimento e à contribuição ativa dos estudantes, dialoga com as metodologias ativas. A metodologia *Peer Instruction* é um exemplo. Esta possui dois objetivos básicos, conforme apontam Araujo et al. (2016). Quais sejam: explorar a interação entre os estudantes e trabalhar com problemas propostos em sala, promovendo uma aprendizagem colaborativa.

Dentro das metodologias colaborativas e ativas, observa-se também a *Peer-Led Team Learning* (PLTL), definida por Roach e Villa (2007) como uma proposta que promove a interdependência positiva, individual e responsabilização em grupo; além disso, aprimora as habilidades sociais. Snyder et al. (2016) a definem como um modelo de aprendizagem ativo bem definido, envolvendo pequenas interações entre os estudantes, podendo ser usada em conjunto com o formato tradicional de palestras.

As propostas que empregaram vídeos e jogos foram classificadas como ativas devido à forma de aplicação. Largent (2013) propõe que os estudantes construam videoaulas como tática de ensino. Anewalt (2008), Papastergiou (2009) e Voss (2015) usam a gamificação como uma abordagem ativa.

Já os exercícios de aprendizagem ativa (*Active-Learning Exercises*), listados como metodologia ativa, consistem em abordagens ativas em sala de aula, a partir das quais, de acordo com Gehringer e Miller (2009), os estudantes realizam atividades ativas com base em problemas dados pelo professor, de modo que a resolução lhes permita descobrir novos conhecimentos ou ampliar os conhecimentos existentes, utilizando recursos escolhidos pelos próprios aprendizes.

A metodologia *Think-Pair-Share* (TPS) pode ser empregada como uma metodologia ativa ou ainda como um método dentro dos *Active-Learning Exercises*. Conforme explica Dol (2014), o próprio acrônimo do nome é dividido em três etapas: *think*, cuja finalidade é apresentar a problemática do tema; *pair*, na qual os envolvidos se dividem em pares e discutem as soluções para a problemática; *share*, na qual as soluções são trazidas ao grande grupo, sendo compartilhadas com a turma.

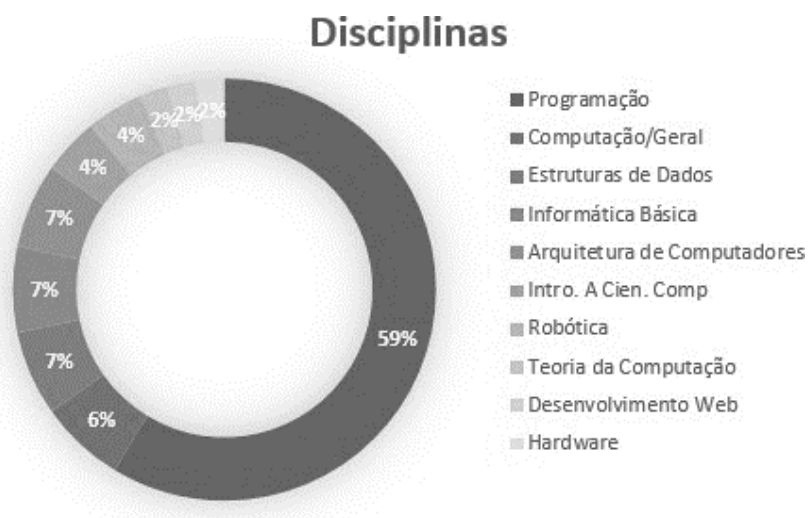
Outro exemplo de metodologia ativa aplicada à computação é descrito por García-Mateos e Fernández-Alemán (2009), denominado *Judge-based Methodology*. De acordo com os estes autores, consiste em utilizar o sistema de julgamento online para avaliar a solução de problemas desenvolvidos pelos estudantes.

Hundhausen, Agrawal e Agarwal (2013) apresentam outra metodologia ativa para o ensino de computação: *Pedagogical Code Reviews*. Essa metodologia, de acordo com estes autores, surgiu inspirada no método de inspeção de código de área de engenharia de software. A proposta consiste em trabalhar com uma pequena equipe de estudantes, liderada por um moderador treinado que deve percorrer segmentos das soluções de programação de outro aluno e verificar o código, para isso seguindo as melhores práticas de codificação.

As obras apontam várias características referentes às metodologias ativas. Um grande foco está no protagonismo do aprendiz em sala de aula, na sua independência e na autonomia dentro do processo, mas também na colaboração e no compartilhamento de conhecimento com os demais alunos.

Com base nesses 46 artigos selecionados, foi possível identificar as áreas de ensino de computação nas quais foram empregadas as metodologias ativas (MA). Esse resultado comprovou um grande foco voltado para a área de programação, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Áreas de aplicação de MA no ensino de computação



Fonte: os autores.

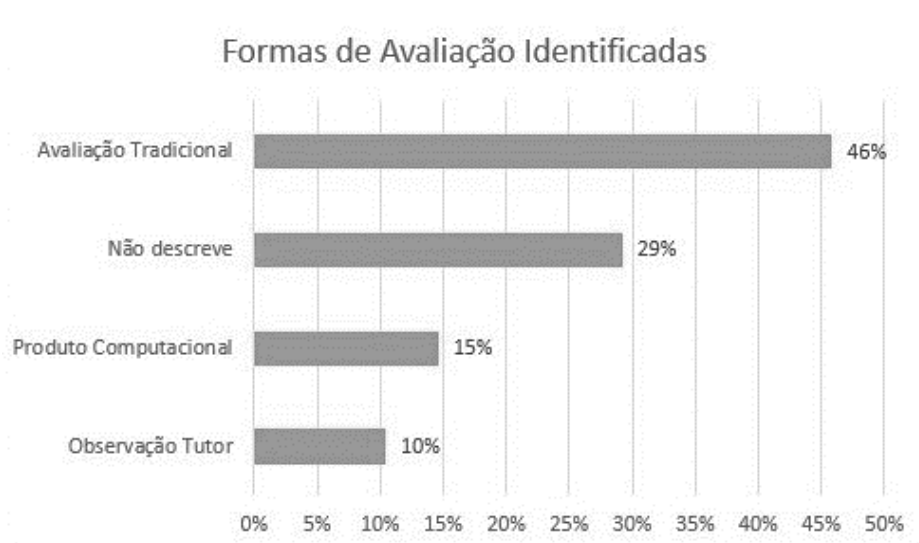
O ensino de programação representa o maior enfoque na utilização de metodologias ativas. De acordo com Piekarski et al. (2015), o conteúdo de programação é considerado um dos mais complexos na área de computação, sendo uma das bases mais importantes para a futura atuação profissional dos estudantes. Para Mourão (2017), o grau de dificuldade dessa área se reflete nos índices de desistências e no alto índice de reprovação.

Com esse pensamento, Souza et al. (2016) elaboraram uma revisão sistemática, identificando dentro das literaturas os problemas com relação às dificuldades do ensino de programação. Nos resultados obtidos, observou-se que os problemas relacionados à aplicação desses conceitos de programação estão na construção de programas e na motivação. Dessa forma, a aprendizagem ativa, na sua essência, se encaixa como alternativa solucionadora para o aprendizado.

Isso pode ser observado na proposta de Gehringer e Miller (2010), que, para o ensino de programação, utiliza o método de *Active-Learning Exercises*, apresentando uma adaptação da metodologia e colocando os alunos na elaboração dos exercícios ativos a serem trabalhados, tanto na sua correção quanto na organização. Com isso, adapta-se o papel de professor, passando o aluno a ter um papel central. Ao final, os autores relatam a experiência de que, com a utilização da aprendizagem ativa, os alunos estavam mais atentos às aulas, sendo um dos pontos-chave da sua aplicação, além do sucesso de que os mesmos trabalharam para suprimir suas deficiências colaborativamente. Entre os processos de avaliação discente que estavam sendo utilizados, constatou-se que a forma de avaliação não teve uma variação das metodologias tradicionais.

Na Figura 5, os resultados das produções apontam que, em sua maioria, na forma de avaliação discente, os autores utilizavam avaliações no formato tradicional, mesmo que no processo de ensino-aprendizagem tenha sido utilizada uma metodologia ativa.

Figura 5 - Formas de avaliação identificadas no levantamento bibliográfico

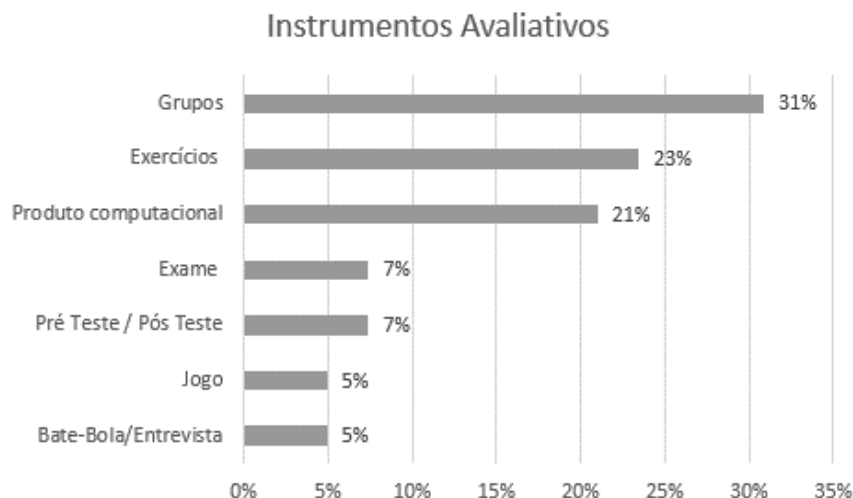


Fonte: os autores

Em nossa análise, consideramos tradicional a avaliação fazendo uso de provas teóricas de conhecimento e destacando a utilização de testes de conhecimento, que podem ser vistos em Angelo et al. (2014); Isomottonen e Tirronen (2013); Oliveira et al. (2010); Valdivia e Nussbaum (2017); Chang e Lee (2010); Anderson e Lin (2009); Hundhausen et al. (2013); Zhang et al. (2013); Olelewe e Agomuo (2016); Mourão (2017); Gonzáles et al. (2013); Jin (2008); Lassere (2009); Porter e Lee (2013); Dol (2014); Papastergiou (2009).

Conforme a Figura 6, percebe-se a utilização de formação de grupos como uma estratégia didático-pedagógica dentro das metodologias ativas de aprendizagem. Isso se dá devido ao processo de ensino-aprendizagem colaborativo, que é reforçado e mais utilizado dentro das propostas apresentadas. O segundo instrumento que apareceu em maior número foi a realização de exercícios, sendo esta uma abordagem tradicional de ensino, principalmente como forma de avaliação.

Figura 6 - Instrumentos de avaliação utilizados



Fonte: os autores.

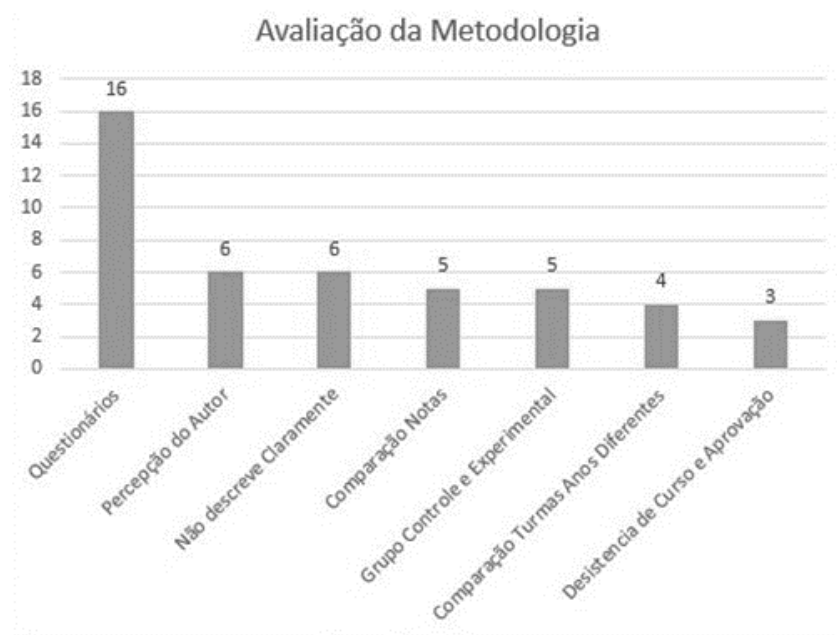
Entre os instrumentos de avaliação empregados, foi possível observar o desenvolvimento de um produto computacional, visto como uma forma de avaliação não tradicional adotada pelo pesquisador (avaliação escrita), mas utilizado como um instrumento de obtenção de nota. Trata-se de algo que corresponde à atividade de criação de um software, uma rotina, uma codificação, a fim de resolver um problema determinado ou um relatório de arquitetura de um sistema. A técnica de construção de um produto computacional é uma abordagem comum dentro do ensino de computação, sendo um resultado esperado como processo de avaliação do aluno.

Dentro do contexto de avaliação, uma das técnicas que se destaca é a aplicação de pré-testes e pós-testes para a quantificação do aprendizado na utilização da metodologia, conforme observadas em Papastergiou (2009); Zhang et al. (2013); Dol (2014); Hundhausen et al. (2013); Gonzáles et al. (2013); Olelewe e Agomuo (2016). O emprego desses pré-testes e pós-testes é uma técnica na qual se aplica um teste do que se deseja medir, antes e depois da aplicação. Por exemplo, um teste de conhecimento prévio, no qual, após a execução do processo, é feito um novo teste com o intuito de compara-lo ao teste inicial, permitindo a observação de dados comparativos entre as situações inicial e final da pesquisa.

Nos resultados obtidos, é possível destacar uma das técnicas de avaliação, cuja proposta consiste na ideia de uma entrevista a partir da qual a medição do conhecimento se dá pela verificação do diálogo com o professor. A proposta nesse aspecto que chamou atenção foi a técnica apresentada por Oliveira et al. (2010), denominada "bate bola", na qual, além de uma avaliação tradicional, também se aplica uma avaliação sobre o produto computacional e sobre os conhecimentos mensurados segundo a percepção do professor. Isso se dá por meio de uma conversa com o aluno.

Dentro da questão avaliativa, no processo de avaliação da metodologia, constatou-se que o instrumento mais utilizado foi a realização de questionários, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Instrumentos de Avaliação da Metodologia Ativa Aplicada



Fonte: os autores.

O questionário aparece como um instrumento que permite uma forma mais acessível de coleta de dados, sendo o mais empregado na maioria dos casos. O intuito de sua aplicação nesse cenário foi de validação da metodologia como uma proposta para o ensino de computação. Esses questionários, em sua maioria, foram aplicados aos alunos, dando-lhes voz e identificando a percepção do estudante quanto à utilização da metodologia.

Angelo et al. (2014), quanto à proposta de questionário, apresentam questões que deixam claro a abordagem da validação da metodologia, como na questão "Como você avalia seu aprendizado durante as sessões de tutoriais e os estudos com os colegas?". Esse aspecto é medido por meio de uma questão fechada que apresenta as alternativas: péssimo, ruim, bom, muito bom e ótimo. Para esse caso, o resultado da classificação pelos alunos foi "bom".

O resultado indicou que os alunos perceberam o aprendizado deles em uma proposta colaborativa. Porém, no que se refere ao processo de aprendizagem extraclasse e às tutorias, Angelo et al. (2014, p. 36) explicam que o resultado "parece indicar que a efetividade do método, para os alunos, está mais associada às sessões tutoriais do que ao aprendizado extraclasse, embora este seja um dos momentos principais do método".

Ainda buscando identificar a percepção dos alunos quanto à metodologia empregada, Angelo et al. (2014) fazem a seguinte pergunta: "Você acredita que a aplicação do método PBL no Estudo Integrado de Programação foi efetiva para aprender o que você aprendeu?". Como possibilidade de resposta, apresentou-se as seguintes opções: não acredito, acredito parcialmente ou acredito totalmente. Nessa questão, a maioria dos estudantes informou que acredita parcialmente. Assim, de acordo com o Angelo et al. (2014), o resultado mostra a insegurança dos alunos quanto a percepção do próprio aprendizado, correspondendo a um ponto a ser melhorado no futuro.

Com base nos resultados encontrados na pesquisa, é possível compreender a abordagem das metodologias ativas e seus impactos no ensino de computação. É igualmente possível identificar a diversidade de metodologias que apoiam de forma ativa o processo ensino-aprendizagem de alunos e professores, e que estão sendo aplicadas e avaliadas como propostas aos desafios encontrados por professores e pesquisadores da área de computação.

6 Considerações finais

O ensino de computação está em busca de novas metodologias que permitam o desenvolvimento do processo de aprendizagem. A metodologia ativa, nesse aspecto, vem se tornando cada vez mais uma alternativa viável para a área em relação à metodologia tradicional que ainda vem sendo empregada.

A pesquisa mostrou como resultado um interesse claro em explorar os métodos ativos de aprendizagem, em especial focado no ensino de programação, que hoje é uma das áreas com maior histórico de reprovação.

Como resultado, o artigo revelou que, entre as abordagens ativas identificadas, constatou-se o interesse no uso da PBL (*Problem Based Learning*). A PBL é apontada como uma das metodologias mais utilizadas entre as abordagens ativas empregadas no ensino de computação.

Observou-se uma variedade de metodologias ativas, tais como: *Collaborative Learning Communities*; *Judge-based Methodology*; *Pedagogical Code Reviews*; *Test Driven Development*; *Think-Pair-Share*; *Active Learning Exercises* entre outras. Essa variedade mostra o interesse dos professores e pesquisadores pelo estudo e busca de uma metodologia eficaz para os problemas no ensino de computação, a exemplo das dificuldades de aprendizagem devido à complexidade do assunto, abstração de problemas, alto índice de reprovação nos cursos, entre outros.

Mesmo com o interesse em abordar o desenvolvimento de uma proposta centrada no aluno, a pesquisa mostrou que, na avaliação dos estudantes, os autores adotaram uma abordagem que vai ao encontro a proposta tradicional, com a aplicação de testes, provas de conhecimento ou exames, como pôde ser observado em Angelo et al. (2014); Isomottonen e Tirronen (2013); Oliveira et al. (2010); Valdivia e Nussbaum (2017); Chang e Lee (2010); Anderson e Lin (2009); Zhang et al. (2013); Olelewe e Agomuo (2016); Mourão (2017); Gonzáles et al. (2013); Jin (2008); Lassere (2009); Porter e Lee (2013); Dol (2014); Papastergiou (2009).

Percebe-se que o processo de avaliação com base em testes não foi descartado pelos profissionais da área, mas, sim, aliado à outras abordagens, a exemplo da avaliação "bate bola", produção de vídeos, desenvolvimento computacional, entre outras. Assim, como resultado, identificou-se um campo a ser discutido e estudado a fim de gerar propostas alternativas quanto à aplicação de uma avaliação formal, no sentido de que, ao utilizar uma metodologia que foge dos padrões tradicionais, o processo de avaliação deveria seguir uma proposta que se ajuste à essa ideologia.

Com relação às limitações e às ameaças a esta pesquisa, é cabível destacar neste trabalho o intervalo de anos de pesquisa - de 2007 a 2018 - e a quantidade de MBAs utilizados. Tais

limitações, mesmo que necessárias para a condução de qualquer pesquisa, podem deixar de retratar a realidade mundial do tema pesquisado. Dessa maneira, de acordo com as restrições à esta investigação e como sugestão para estudos futuros, recomenda-se que as próximas pesquisas nessa área devem considerar um número maior de MBAs e utilizar processos formais e validados de mapeamentos sistemáticos, expandindo, assim, o número de possíveis trabalhos a serem analisados, bem como atualizar o período de busca, incrementando estudos mais recentes.

Ainda em termos de futuros trabalhos, os pesquisadores veem como uma área de interesse a aplicação híbrida entre metodologias ativas, reforçando a aprendizagem ativa pelo estudante. Igualmente veem a criação ou instrumentalização dessas propostas, auxiliando o professor no emprego dessas metodologias em sala de aula.

Referências

ARAUJO, A. V. R. de et al. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [s.l.], v. 39, n. 2, 7 nov. 2016. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0184>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ARBELAITZ, O.; MARTÍN, J. I.; MUGUERZA, J. Analysis of Introducing Active Learning Methodologies in a Basic Computer Architecture Course. *IEEE Transactions on Education*. 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6851215/>>

ANDERSON, R. et al. Supporting active learning and example based instruction with classroom technology. SIGCSE, 2007. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1227338>

ANDERSON, N.; LIN, C.-C. Exploring technologies for building collaborative learning communities among diverse student populations. *ITiCSE '09 Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, páginas 243-247. 2009.

ANGELO, M. F. et al. Aplicação e avaliação do método pbl em um componente curricular integrado de programação de computadores. *Revista de Ensino de Engenharia* (2), páginas 31-43. ISSN 2236-0158. 2014.

ANEWALT, K. Making CS0 fun: an active learning approach using toys, games and Alice. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2008. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1295133>>

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. *XIII International Conference on Engineering and Technology Education*(1), páginas 16-19. ISSN 2317-4382. 2014.

BELLAN, Z. S. *Andragogia em ação: Como ensinar adultos sem se tornar maçante*. SOCEP Editora, no 3. Santa Bárbara d'Oeste, SP. pags. 156. ISBN 8598486167. 2008.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), página 25-40. 2011.

BERNHEIM, C. T; CHAUI, M. S. Desafios da Universidade na Sociedade do Conhecimento: cinco anos depois da Conferencia sobre ensino superior. Brasília: UNESCO, 2008. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000134422_por. Acesso em: 12 fev. 2018.

BISHOP, J.; VERLEGER, M. The flipped classroom: A survey of the research. *In ASEE National Conference Proceedings*. 2013.

BUCHINGER, D; CAVALCANTI, G. A. de S.; HOUNSELL, M da S. 2014. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, [s.l.], v. 6, n. 1, p.108-120, 28 abr. UPF Editora. 2014.

BURH, J. et al. Engaging non-traditional students in computer science through socially-inspired learning and sustained mentoring. 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2015. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2677266>>

CHANG, L.-C.; LEE, G. A team-teaching model for practicing project-based learning in high school: Collaboration between computer and subject teachers. *Computers And Education*, 55(3), páginas 961-969. ISSN 0360-1315. 2010.

CHINN, D.; SPENCER, C.; MARTIN, K. 2007. Problem solving and student performance in data structures and algorithms. *12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. 2007. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1268854>>

DAVIS, J.; rebelsky, S. A. Food-First Computer Science: Starting the First Course Right with PB&J. *38th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. Kentucky, USA. 2007. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1227440>>

DOL, S. M. TPS (think-pair-share): an active learning strategy to teach theory of computation course. *International Journal of Educational Research and Technology*, 5(4), páginas 62-67. ISSN 0360-1315. doi: 10.15515. 2014.

FONSECA, S. M.; MATTAR NETO, J. A.. Metodologias ativas aplicadas à educação a distância: revisão de literatura. *Revista Edapeci*, São Cristóvão (se), v. 17, n. 2, p.185-197, ago. 2017.

FRAGOSO, M. L. P. G. et al. *Viabilizando uma Produção de Obra de Arte Robótica por Meio de Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos*. ART Encontro Internacional de Arte e Tecnologia – Brasília DF. 2012. Disponível em: <<https://art.medialab.ufg.br/up/779/o/JuliaZ-all.pdf>>

GÁRCIA-MATEOS, G., FERNÁNDEZ-ALEMÁN, J. L. A course on algorithms and data structures using on-line judging. *14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*. 2009. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1562897>>

GARAY, G. R. et al. Visualization of VHDL-based simulations as a pedagogical tool for supporting computer science education. *Journal of Computational Science*. 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187775031730385X>>

GEHRINGER, E. F.; MILLER, C. S. Student-generated active-learning exercises. *SIGCSE '09: Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education*, 41(1), páginas 81-85. ISBN 978-1-60558-183-5. 2009.

GIL, A. C. Metodologia do Ensino Superior. 3. ed. - São Paulo: Atlas, 1997.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa*. 6 ed. Editora Atlas. São Paulo - SP. ISBN 8522451427. 2008.

GONZÁLES, A.-B. et al. Experimental evaluation of the impact of b-learning methodologies on engineering students in Spain. *Computers in Human Behavior*, 29(2), páginas 370-377. ISSN 0747-5632. 2013.

GRABINGER, R.; DUNLAP, J. Rich environments for active learning: A definition. *Association for Learning Technology Journal*, 3(2), páginas 5-35. 1995.

GRISSOM, S. Introduction to special issue on alternatives to lecture in the computer science classroom. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*. 2013. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2499948>>

HAKIMZADEH, H.; ADAIKKALAVAN, R.; BATZINGER, R. Successful implementation of an active learning laboratory in computer science. *39th annual ACM SIGUCCS conference on User services (SIGUCCS '11)*. 2011. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2070386>>

HUNDHAUSEN, C. D., AGRAWAL, A.; AGARWAL, P. Talking about code: Integrating pedagogical code reviews into early computing courses. *ACM Transactions on Computing Education*. 2013.

ISOMOTTONEN, V.; TIRRONEN, V. Teaching programming by emphasizing self-direction: How did students react to active role required of them? *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 13(2). 2013.

JIN, W. Pre-programming analysis tutors help students learn basic programming concepts. *SIGCSE '08 Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 40(1), páginas 276-280. 2008.

KANE, L. Educators, learners and active learning methodologies. *International Journal of Lifelong Education*, 23(21), páginas 275-288. 2004.

LARGENT, D. L. Flipping a large CS0 course: an experience report about exploring the use of video, clickers and active learning. *Journal of Computing Sciences in Colleges*.2013. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2527164>>

LASSERRE, P. Adaptation of team-based learning on a first term programming class. *ITiCSE '09 Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, 41(3), páginas 186-190. 2009.

LINDQUIST, D. et al. Tabela1 Exploring the potential of mobile phones for active learning in the classroom. *38th IGCSE technical symposium on Computer science education*, pag. 384-388. 2007. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1227445>>

LIMA, S. J. S. De, et al. "Aplicação de uma Metodologia Ativa para o Ensino de Lógica de Programação". Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e STIN – Simpósio de tecnologia da Informação da Região Noroeste do RS, Frederico Westphalen – RS, Ano 6 n. 1 p. 209-212. 2016. Disponível em: <<http://eati.info/eati/2016/assets/anais/Curtos/209.pdf>>

LOPEZ-GUEDE, J. M. et al. Educational Innovation in the Computer Architecture Area. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281502354X>>

MARIN, M.J et. al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. *Revista brasileira de educação médica*. p. 13 – 20. 2010.

MITRE, S. M. E. A. Metodologias ativas de ensino aprendizagem na formação profissional em saúde: Debates atuais. *Ciência Saúde Coletiva*, 13(2).2008.

MIZUKAMI, M. d. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986. 119 p. (Temas básicos de educação e ensino).1986.

MORAIS, D. C. S. de; ALENCAR, A. D. P. C.; SOUZA, R. de. Jogo baseado em m-learning e aprendizado tangencial para auxílio ao ensino de Teoria da Computação. *XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. 2011. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1838/1600>>

MORAN, J. *Mudando a educação com metodologias ativas*. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2, páginas 15-33. 2015.

MOURA, I.C.; HATTUM-JANSSEN, N. van. Teaching a CS introductory course: An active approach. *Computers & Education*. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510002617>>

MOURÃO, A. B. Uma proposta da eficiência do uso da metodologia ativa baseada em problemas, utilizando dojo de programação. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE). Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE)*, páginas 667-676. 2017.

MURESANO, R.; REXACHS, D.; LUQUE, E. Learning parallel programming: a challenge for university students. *Procedia Computer Science*. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050910000979>>

O'GRADY, M. J. Practical problem-based learning in computing education. *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 12, no. 3. 2012. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2275599>>

OLELEWE, C. J.; AGOMUO, E. E. Effects of B-learning and F2F learning environments on students' achievement in QBASIC programming. *Computers & Education*. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131516301750>>

OLIVEIRA, W. L. A. D. et al. Aplicando pbl no ensino de arquitetura de computadores. *Congresso Internacional PBL*. São Paulo, Brasil. 2010.

PAIVA, M. R. F. et al. Metodologias Ativas De Ensinoaprendizagem: Revisão Integrativa. *Sanare, Sobral*, v. 15, n. 2, p.145-153. 2016.

PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers and Education*, 52(1), páginas 1-12. ISSN 0360-1315. 2009.

PIAGET, J. *Para onde vai a educação?* 20. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 127 páginas. 2011.

PIEKARSKI, A. E. T.; MIAZAKI, M. e. a. A metodologia das maratonas de programação em um projeto de extensão: Um relato de experiência. *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação 2015*, páginas 1246-10254. 2015.

PINTO, A. S. S., BUENO, M. R. P., SILVA, M. A. F. A., SELLMAN, M. Z.; KOEHLER, S. M. F. *Inovação didática - projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com "peer instruction"*. JANUS(15), páginas 75-87. 2012.

PIRKER, J.; RIFFNALLER-SCHIEFER, M.; GUETL, C. Motivational Active Learning: Engaging University Students in Computer Science Education. *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education (ITICSE'14)*. pp. 297-302. 2014. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2591750>>

PORTER, L.; LEE, B., C.; SIMON. Halving fail rates using peer instruction: A study of four computer science classes. *SIGCSE '13 Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*, páginas 187-182. 2013.

RAMOS, V. et. al. A comparação da realidade mundial do ensino de programação para iniciantes com a realidade nacional: Revisão sistemática da literatura em eventos brasileiros. *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Maceió, AL, Brasil, páginas 318-327. 2015.*

RIEK, L. D. *Embodied Computation: An Active-Learning Approach to Mobile Robotics Education*, *IEEE Trans. Educ.* 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6341863/>>

ROCHA, H. M.; LEMOS, W. M. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. In.: *Simpósio Pedagógico E Pesquisa Em Comunicação*, 9, 2014. Rio de Janeiro: SIMPED, 2014.

ROGONIS, N.; HAZZAN, O. Tutoring Model for Promoting Teaching Skills of Computer Science Prospective Teachers. *13th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. 2008. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1384345>>

SILVA, T. R. et al. Investigando dois formatos de videoaulas de programação de jogos digitais para alunos do ensino médio. *XXI Workshop de Informática na Escola (WIE)*, p.187- 196. 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/5019/3429>>

SILVA, K. dos S.; PEREIRA, N. P.; ODAKURA, V. Mapeamento Sistemático: estratégias para o ensinoaprendizagem do Pensamento Computacional no Brasil. *Nuevas Ideas En Informática Educativa*, Santiago de Chile, v. 14, p.319-329, dez. 2008.

SNYDER, J. J. et al. Peer-Led Team Learning Helps Minority Students Succeed. *Plos Biology*, [s.l.], v. 14, n. 3, 9 mar. 2016. Public Library of Science (PLoS). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1002398>>. Acesso em: 12 out. 2017.

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. *Rev. esc. enferm. USP*, São Paulo, 46(1), páginas 208-218. 2012.

SOUZA-CONCILIO, I. de A.; CORRÊA, A. G. D.; PACHECO, B. de A. Coding Dojo como Metodologia de Ensino: A Visão Dos Educadores. *Educação & Tecnologia*. UTFPR - Curitiba. ISSN Eletrônico 2179-6122. Ed. nº 13. 2015. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1797>>

SOUZA, D. M. D. et al. Problemas e dificuldades no ensino e na aprendizagem de programação: um mapeamento sistemático. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(1), páginas 39-52. 2016.

SPERRY, R. A.; TEDFORD, P. Implementing peer-led team learning in introductory computer science courses. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2008. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1352390>>

VALDIVIA, R.; NUSSBAUM, M. Face-to-face collaborative learning in computer science classes. *International Journal of Engineering Education*, pag. 434-442. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Valdivia3/publication/228957058_Face-to-face_collaborative_learning_in_computer_science_classes/links/0f317531749fd8c5c8000000.pdf>.

VOSS, G.; FERREIRA, C.; DENARDI, R.; POZZEBON, R. Proposta de um Jogo Educacional para o Ensino de Estrutura de Dados. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*. 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6271>>

WITT, D. T.; KEMCZINSKI, A.; SANTOS, L. M. D. Resolução de problemas: Abordagens aplicadas no ensino de computação. In: *Computer on the beach, 2018, Florianópolis. Anais do Computer on the Beach 2018. Florianópolis: Universidade do Vale do Itajaí, 2018.*

ZHANG, Z. et al. Teaching Introductory Programming to IS Students: The Impact of Teaching Approaches on Learning Performance. *Journal of Information Systems Education*. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261213953_Teaching_Introductory_Programming_to_IS_Students_The_Impact_of_Teaching_Approaches_on_Learning_Performance>

ZINGARO, D.; PORTER, L. Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention. *Computers & Education*. pag 87-96. vol 71. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513002777?via%3Dihub>>

Recebido em fevereiro de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Diego Teixeira Witt

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias – Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Brasil. Professor de Informática do Instituto Federal Catarinense – IFC, Brasil. diego.witt@ifc.edu.br

Avanilde Kemczinski

Professora Associada da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Brasil. Atua nos Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada - PPGCA e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias - PPGECDT. avanilde.kemczinski@udesc.br

Práticas Educativas: relato de experiência na unidade curricular de Engenharia de Software

Educational Practices: report of experience in the curricular software engineering unit

ANA SARA CASTAMAN

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*

LIS ÂNGELA DE BORTOLI

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*

Resumo: O presente ensaio tem por finalidade apresentar um relato de experiência de práticas educativas implementadas na unidade curricular de Engenharia de Software, no Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus Sertão*. Para tanto, está pautado em uma metodologia de pesquisa de abordagem qualitativa empreendida em duas partes: a) apresenta o curso de ADS e a unidade curricular de Engenharia de Software, por meio do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e das diretrizes internacionais para a área de Engenharia de Software, b) analisa as estratégias de ensinagem desenvolvidas na unidade curricular de Engenharia de Software, compreendendo-as como práticas educativas. Conclui-se que as estratégias de ensinagem, enquanto práticas educativas, privilegiaram o desenvolvimento dos processos mentais, a formação de um sujeito autônomo e que partilha da construção do conhecimento.

Palavras-chave: Práticas educativas. Estratégias de ensino. Educação Profissional e Tecnológica. Engenharia de Software

Abstract: The purpose of this essay is to present an account of the experience of educational practices implemented in the Software Engineering course, in the Advanced Course in Technology in Analysis and Systems Development (ADS), at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande (IFRS) - *Campus Sertão*. For this, it is based on a research methodology of qualitative approach undertaken from two parts: a) presents the course of ADS and the curricular unit of Software Engineering, through the Pedagogical Course Project (PPC) and international guidelines for the area of Software Engineering, b) analyzes the teaching strategies developed in the course of Software Engineering, understanding them as educational practices. It is concluded that teaching strategies, as educational practices, have privileged the development of mental processes, the formation of an autonomous subject that shares the construction of knowledge.

Keywords: Educational practices. Teaching strategies. Professional and Technological Education. Software Engineering.

CASTAMAN, Ana Sara; DE BORTOLI, Lis Ângela. Práticas Educativas: relato de experiência na unidade curricular de Engenharia de Software. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 32-44, jan./abr. 2020.

1 Introdução

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) fundamentam-se em princípios que anseiam por uma formação omnilateral do indivíduo e do coletivo (AGUIAR; PACHECO, 2017). Têm por objetivo assumir as exigências “[...] por formação profissional, por difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos e de suporte aos arranjos produtivos locais” (BRASIL, 2010, p. 02), pautando-se em ações que se ocupam com a relação entre conhecimento e trabalho, por meio de uma compreensão de mundo na formação de seus sujeitos (RAMOS, 2014).

Logo, para dar conta deste princípio educativo, os IF necessitam difundir práticas educativas que permitam a mediação de conteúdos sedimentados à realidade do educando. Entende-se por práticas educativas aquelas que privilegiam a constituição do sujeito, mas não significa fazê-lo em detrimento da construção do conhecimento sobre o mundo. Assim, atrelam-se ambos os objetivos na proposta pedagógica da instituição educacional.

[...] o objeto da educação diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados pelos indivíduos da espécie humana para que eles se tornem humanos e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas para atingir esse objetivo (SAVIANI, 2008, p. 13).

Remete a reconhecer a identidade cultural dos mesmos, considerando a situação concreta, o meio existencial (FREIRE, 1996). Logo, o desafio da profissão docente é formar “[...] sujeitos pensantes, criativos, capazes de lidar com o novo, de transferir recursos conceituais e procedimentais, que lhes permitam criar soluções para os desafios que se manifestam” (CASTAMAN; VIEIRA, 2013, p. 08). Porém, grande parte do trabalho docente na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) ainda reflete práticas de ensino tradicionais que não consideram as determinações sócio-históricas, inscritas no processo educacional.

Diante deste escopo e como servidoras no IF, atuando no curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), problematiza-se: os professores que atuam na EPT, mais especificamente, no curso de ADS, incorporam/operam/desenvolvem práticas educativas que permitem a formação de um sujeito autônomo e que partilha da construção de seu conhecimento? Destarte, neste ensaio, tem-se por finalidade apresentar um relato de experiência das práticas educativas implantadas na unidade curricular de Engenharia de Software, no Curso Superior de ADS, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Sertão. A referida unidade curricular é ministrada no terceiro semestre e preocupa-se com a aplicação de teoria e prática para o desenvolvimento efetivo e eficiente de sistemas de software que satisfaçam os requisitos dos usuários, a partir de práticas educativas.

Para tanto, o presente artigo está pautado em uma metodologia de pesquisa de abordagem qualitativa empreendida em duas partes: a) apresenta o curso de ADS e a unidade curricular de Engenharia de Software, por meio do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e das diretrizes internacionais para a área de Engenharia de Software e b) analisa as estratégias de ensinagem

desenvolvidas na unidade curricular de Engenharia de Software, compreendendo-as como práticas educativas.

2 O Curso de ADS e a Unidade Curricular de Engenharia de Software

O Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), do IFRS, *Campus Sertão*, foi autorizado em 2013, está reconhecido pela Portaria nº 1.038, de 23 de dezembro de 2015 e desenvolve-se no turno da manhã. Os estudantes são oriundos de várias cidades da região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul e quatro turmas já o concluíram.

O curso foi concebido e estruturado para proporcionar aos discentes uma formação voltada ao desenvolvimento de sistemas de informação em instituições públicas e privadas, estudando a área de informática como atividade-meio. Atualmente, o curso possui trinta e sete componentes curriculares, distribuídos ao longo de seis semestres, totalizando uma carga horária de 2.230 horas. Tem por finalidade preparar profissionais para atuarem no mundo do trabalho, particularmente em uma área de forte impacto como a da Análise e Desenvolvimento de Sistemas, apresentando, assim, as características do meio em que esse profissional estará inserido (IFRS, 2014).

Ainda conforme informações coletadas no PPC (IFRS, 2014), por muito tempo, algumas instituições de ensino superior (IEs) têm criado um mundo virtual, para o qual a resolução de problemas independe ou precede estes. Porém, na realidade das organizações e, cada vez mais, no futuro, problemas e soluções devem ser negociados e entendidos de forma clara pelos envolvidos. Sendo assim, não é possível preparar estudantes para que dominem somente um método, metodologia ou ferramenta, mas, sim, contribuir para que se tornem aptos a resolver os infortúnios do mundo real. Não se pode formar profissionais preparados para integrarem-se em um mundo sem interagirem com ele, criando bolhas que os manteriam longe dos problemas e da dinâmica cada vez mais complexa e mutante do mundo e das organizações em que se atua.

Desta forma, o desafio está em preparar os estudantes para operarem em ambientes, nos quais as habilidades de relacionamento interpessoal, comunicação e de trabalho em grupo são as chaves para o bom exercício profissional. É preciso valorizar a relação entre reflexão, ação e, novamente, reflexão, destacando que os conhecimentos teóricos e conceituais são a base para a atuação na área, mas não suficientes para garantir o sucesso de suas ações no mundo profissional. Ressalta-se a necessidade de articular o campo intelectual ao trabalho produtivo, formando assim, trabalhadores capazes de atuar como dirigentes e cidadãos (GRAMSCI, 1991).

Nesse intuito, a Formação Cidadã precede a formação para o trabalho, buscando através da educação para a emancipação e autonomia a construção de sujeitos críticos, conhecedores de seu papel no mundo do trabalho e nas relações de produção, comprometidos com a superação das desigualdades historicamente estruturadas (IFRS, 2018, p. 05).

Pensando em dar conta de uma formação cidadã apontada no perfil do egresso (IFRS, 2014), na matriz curricular do curso de ADS, a área de engenharia de software é abordada por

meio de seis componentes curriculares, assim nomeados: Engenharia de Software (60h), Análise e Projeto de Sistemas (60h), Interação Homem-Computador (30h), Teste e Qualidade de Software (60h), Gerência de Projetos (60h) e Laboratório de Sistemas de Informação (60h). Ainda, a unidade curricular de Ética e Legislação Aplicadas à Informática (60h) trata do conceito de ética na engenharia de software, a partir da proposta do *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE)¹ e da *Association for Computing Machinery* (ACM)² (GOTTERBARN *et al.*, 1999), demonstrando a interdisciplinaridade no curso.

No que tange a este estudo, toma-se como nicho a Unidade Curricular de Engenharia do Software, ministrada no terceiro semestre. Em seu ementário o foco está na mediação dos seguintes conteúdos: princípios fundamentais da Engenharia de Software; processo de software; modelos de processos de software; engenharia de requisitos; ferramentas CASE (IFRS, 2014).

A Engenharia de Software é uma área que se preocupa com a aplicação de teoria, conhecimento e prática para o desenvolvimento efetivo e eficiente de sistemas de software que satisfaçam os requisitos dos usuários (ACM/IEEE, 2014). Segundo as diretrizes da ACM/IEEE (2014) para cursos de Engenharia de Software, os estudantes precisam realizar tarefas que envolvam atuar como um indivíduo, mas também aquelas em que trabalham em grupo. Para o trabalho em grupo, os estudantes devem ser informados sobre a sua natureza, atividades e funções tão explicitamente quanto possível. Isto deve incluir uma ênfase na importância de questões como uma abordagem disciplinada, cumprimento de prazos, comunicação e avaliações de desempenho individual e de equipe.

Uma das diretrizes do referido documento aponta claramente que a educação em Engenharia de Software precisa ir além do formato tradicional de aula e considerar uma variedade de abordagens de ensino e aprendizagem (IFRS, 2014). Esta concepção está em consonância com a metodologia apresentada no PPC de ADS quando destaca a necessidade de constante relação entre teoria e prática, aulas expositivo-dialogadas, trabalho com diferentes tecnologias da área de informática, emprego de recursos audiovisuais, construção de referenciais teóricos e práticos por meio de coletânea de textos sobre temas abordados, participação em atividades de ensino, pesquisa e extensão, visando a integração das atividades curriculares previstas no curso e das atividades extracurriculares, participação em palestras, seminários e visitas técnicas (IFRS, 2014).

Diante do exposto, percebe-se que o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), o PPC de ADS do IFRS - Campus Sertão e as diretrizes internacionais, definem uma visão de homem e de profissional que se pretende permitir na EPT; a função social da instituição escolar; os modos de ensinar e aprender; a organização curricular; os objetivos, os quais, em seu escopo, estão pautados em uma formação omnilateral. É neste contexto que, na seção que segue,

¹ O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) é uma organização profissional sem fins lucrativos, fundada nos Estados Unidos, em 1963 pela fusão do IRE e do AIEE. Atualmente, é a maior organização profissional do mundo em número de sócios. Seu objetivo é promover conhecimento no campo da engenharia elétrica, eletrônica e computação.

² A *Association for Computing Machinery* (ACM) é uma das maiores e mais reputadas associações científicas e educacionais dedicadas à computação. Foi fundada em 1974 e conta atualmente com mais de 100.000 associados em todo o mundo. A sua sede é em Nova Iorque, nos Estados Unidos da América.

apresentam-se experiências desenvolvidas no componente curricular de Engenharia do Software no curso de ADS, do IFRS - *Campus* Sertão. Visa-se a retratar o trabalho docente, com a organização e operacionalização de estratégias ³ de ensinagem ⁴ (PIMENTA; ANASTASIOU, 2002) que se configuram como práticas educativas, no intuito da formação integral do sujeito.

3 Práticas Educativas: uma experiência na Engenharia de Software

Para dar conta das prerrogativas contidas no PDI, do perfil do estudante abarcado no PPC de ADS e das diretrizes internacionais para a área de Engenharia de Software, no plano de ensino, no descritor metodologia, a docente responsável apresenta que suas práticas educativas estarão sustentadas na concepção de aprendizagem sócio-histórica, num processo de interação, discussão e sistematização a partir de estudo teórico e prático. Assim, no plano de ensino está sendo prevista a possibilidade de realização de leituras, reflexões, painel integrado, aulas expositivo-dialogadas, mapas conceituais, seminários, sistematizações individuais e, no coletivo, o uso do laboratório de informática para a exploração de recursos dos softwares na prática, sendo um aluno por computador (DE BORTOLI, 2019).

Deste modo, na sequência, apresentam-se as estratégias de ensinagem empregadas na unidade curricular de Engenharia de Software, analisando-as enquanto práticas educativas. Foulin (2000) admite o conceito de estratégia de ensino, enquanto uma seleção entre vários procedimentos, a fim de alcançar um bom desempenho no processo de ensino e aprendizagem. Enfatiza-se que as estratégias de ensino distinguem-se em: cognitivas e metacognitivas.

As primeiras consideram os elementos da tarefa. Já as estratégias metacognitivas remetem às características do indivíduo. Dito de outro modo, o estudante emprega o conhecimento que há em seus processos mentais ⁵, refletindo conscientemente acerca de seu pensar, da capacidade e funcionamento do mesmo. Este processo possibilita a autonomia e a construção do conhecimento (FOULIN, 2000).

Almeja-se em cada mediação de conteúdos estimular e/ou construir os processos mentais ou as operações do pensamento, tomando a síncrese inicial como ponto de partida e a síntese a ser construída como ponto de chegada, por meio da análise. Ainda, permite-se ao estudante sensações ou estados de espírito repletos de vivência pessoal e de renovação (ANASTASIOU; ALVES, 2015). Assim, passa-se ao relato do caso.

³ Adota-se neste ensaio o termo estratégias, enquanto a arte de aplicar ou explorar os meios e condições favoráveis e disponíveis, com a finalidade de efetivação da ensinagem. No entanto, matem-se a nomenclatura adotada por outros autores, quando tratam desse conceito.

⁴ “[...] processo compartilhado de trabalhar os conhecimentos, no qual concorrem conteúdo, forma de ensinar e resultados mutuamente dependentes, é que estamos denominando de processo de ensinagem.” (PIMENTA; ANASTASIOU, 2002, p. 214)

⁵ Rath, Rothsteins e Jonas (1977) remetem a alguns processos mentais: comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisão e construção de resumos.

3.1 Onde você se encaixa?

Para Oliveira e Chadwick (2001), cada estudante desenvolve um modo próprio para aprender, sendo este chamado de estilo de aprendizagem. Logo, o docente ao identificar o estilo de aprendizagem, poderá planejar as situações de aprendizagem.

O processo de ensino-aprendizagem é basicamente interativo e cabe ao educador fazer o papel de mediador entre o sujeito que aprende e o que se quer e busca aprender. Ter conhecimento das diferentes formas de aprender e respeitá-las é um aspecto que atinge diretamente a aprendizagem. O profissional que considera os estilos de aprendizagem de seus alunos tem condições de ajustar formas diferenciadas de como apresentar informações (BALECHE, 2015, p. 03).

Com base nesse aporte teórico, no primeiro dia de aula, para realizar um diagnóstico da turma e dos estilos de aprendizagem, realiza-se a dinâmica “Onde você se encaixa?”, baseada no texto produzido pelo autor Celso Antunes, intitulado “Estilos de aprendizagem”. O texto apresenta quatro estilos diferentes: poeta, soldado, estatístico e o compositor. Para tanto, distribuiu-se aos estudantes folhas contendo os referidos estilos com as devidas características, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Estilos de Aprendizagem

Estilos de Aprendizagem	Características
Poeta	[...] valoriza bem mais a jornada que o ponto de chegada, o encanto da procura que a sede de descoberta. [...] fixa-se, [...], em analogias. [...] mais o ajuda quem é capaz de bem compreendê-lo, ajudando-o a ir do que lhe parece “difícil” ou “complicado” ao que acha mais fácil, e de bem ensiná-lo a construir significações a partir de exemplos concretos. [...] o estilo de aprendizagem [...] manifesta-se com intensidade para questões que envolvem a pessoa e, [...] Interessadíssimos nas relações interpessoais, eles possuem valores éticos fortemente estabelecidos e, entre estes, a empatia ou a “capacidade de sentir o outro em si mesmo”; [...] aprendem com facilidade as disciplinas humanas, [...]. Alunos com essas características precisam de professores que lhes “acordem” a curiosidade, [...] buscam aqueles que oferecem desafios pela diversidade de linguagens. Produzem melhor se integrados em grupos [...].
Soldado	Extremamente racionais e, geralmente organizados, usam sua capacidade de atenção de maneira determinada e focada no alvo que desejam. Não se dispersam por quase nada, não vagueiam pela criatividade e utilizam sempre, com extrema eficiência, o pensamento lógico-dedutivo; [...] Adeptos fiéis da racionalidade [...] necessitam de educadores objetivos que em tudo que lhes ensinar mostrem sempre as relações de causa e efeito, os “porquês” das coisas, o “antes”, o “agora” e o “depois” de cada tema, em cada aula. Muito bons em comparar, analisar, sintetizar e classificar, necessitam de aulas em que essas habilidades operatórias se apresentem claras e jamais se mostram atentos quando a objetividade que sempre procuram se mostra perdida. [...]
Estatístico	[...] A atenção do estatístico é a objetividade dos fatos e a concretização das ações. Muito bons na habilidade de descrever, são ainda melhores na capacidade de organizar e de sistematizar. Sua atenção e seu interesse exigem reforços de diferentes linguagens; dessa forma, quando aprendem um texto, transformando-o em gráfico ou figura, ou aprendem uma figura ou um gráfico, transformando em texto, aprendem com mais segurança e guardam melhor na memória. Ávidos por experiências [...] uma prática docente magnífica em todos os níveis de escolaridade é justamente propor a todos os estudantes esse mágico exercício de perceber um tema e imaginá-lo expresso por diferentes linguagens. [...] Extremamente pragmáticos, acreditam que toda ação corresponde a uma reação [...]

Compositor	[...] o compositor não presta a atenção sem apelo à imaginação, sem um diálogo que, enriquecido por imagens, permitam livre associações. Estudantes observados de maneira rápida ou superficial parecem apresentar distúrbios do déficit atenção por buscar sempre se afastar do concreto e do racional à procura da transformação e da mudança. [...] são incapazes de ouvir alguma coisa sem aprendê-la associando a outras e imprimindo formas diferentes em concebê-la. [...] sua atenção se apoia na captação do todo por meio dos caminhos do imaginário.
------------	---

Fonte: Antunes, 2018.

Após a leitura individual, cada um autoavalia e identifica os traços que melhor compõem seu comportamento. Destarte, diante dos dados coletados, a docente responsável pode estudar, escolher, organizar e propor as estratégias de ensinagem para que os estudantes apropriem-se do conhecimento, contemplando os inúmeros estilos de aprendizagem em sala de aula. Segundo Anastasiou e Alves (2015), o conhecimento do estudante pelo professor e seu crescente autoconhecimento são ações primordiais para a seleção e a operacionalização das estratégias de ensinagem, com seu modo de ser, de agir, de estar e de sua dinâmica pessoal.

3.2 Maratona do Conhecimento

A Maratona do Conhecimento⁶ em Engenharia de Software qualifica-se como um evento que ocorre durante todo o semestre letivo. Pelos procedimentos é semelhante a uma gincana, na qual os estudantes desenvolvem atividades práticas e de pesquisa, acerca das temáticas abordadas na unidade curricular. São participantes da Maratona todos os estudantes matriculados no componente curricular de Engenharia de Software no semestre vigente. Os conteúdos estudados podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Conteúdos da Unidade Curricular de Engenharia de Software

Item	Conteúdos
1	Software: Importância. Evolução. Características e componentes. Aplicações. Problemas e suas causas. Mitos.
2	Engenharia de Software: Histórico. Objetivos. Definições. Problemas encontrados.
3	Processos de desenvolvimento de software: Conceitos. Atividades. Modelos tradicionais. Modelos ágeis.
4	Engenharia de requisitos: Conceitos. Problemas. Processo.
5	Manutenção de software: Definição. Características. Problemas. Manutenibilidade. Tarefas. Efeitos colaterais.
6	Ferramentas CASE: Conceitos. Benefícios. Problemas.

Fonte: Autoras, 2019.

⁶ Esta é uma versão adaptada das análises empreendidas acerca da Maratona do Conhecimento, apresentada no artigo "Non-conventional dynamics in a Software Engineering Course: practical and ludic activities", escrito por De Bortoli (2018).

A atividade tem características de gamificação, que nada mais é do que o uso de elementos de *design* de jogos em contextos não-jogo. Na gamificação há elementos de pontuação (pontos, níveis e conquistas), como nos videogames, no entanto aplicados no contexto educacional. Programas de gamificação podem ampliar a utilização de um serviço e alterar o comportamento, a fim de que os usuários trabalhem para alcançar esses objetivos e para atingir recompensas externas (NICHOLSON, 2017).

No início da Maratona a turma é dividida em equipes, de forma espontânea, e cada equipe deverá indicar um nome que a identifique e um coordenador. A equipe vencedora será a que *conseguir* o maior número de pontos (disponibilizados e controlados por planilha pelos participantes) e, no final do semestre, os pontos serão convertidos em uma nota, correspondente a um terço da média semestral. Por fim, os estudantes avaliam, individualmente, a Maratona, apontando potencialidades, limitações e indicando sugestões. Também realizam uma autoavaliação e avaliam seus colegas de grupo, atribuindo uma nota de 1 a 10. Os critérios considerados são: comprometimento, cooperação, organização, interesse e relacionamento com os colegas.

Apesar da Maratona do Conhecimento, enquanto ação macro, ser semelhante à gamificação e tipificada como uma abordagem comportamentalista, as tarefas empreendidas são independentes e possuem um princípio dialético (da síntese à síntese). Logo, as estratégias escolhidas permitem que os estudantes efetivem inúmeras operações mentais, a partir do ponto de partida, que é a prática social dos mesmos.

Vasconcellos (1995) apresenta categorias que possibilitam conhecer a trajetória inter-relacional da construção do conhecimento: a significação, a problematização, a criticidade, a práxis, a continuidade-ruptura, a historicidade e a totalidade. A elaboração da síntese do conhecimento será o momento final da metodologia dialética, já que haverá a consolidação de conceitos e sistematização dos conhecimentos, a partir da síntese individual ou em grupo da temática abordada.

Partindo da lógica dialética, a prática educativa deve ensinar a pensar, mais do que somente memorizar, ensinar a questionar o mundo mais do que aceitá-lo passivamente, ensinar a criticar a Ciência mais do que recebê-la pronta (RONCA; TERZI, 1995, p. 51). Assim, as tarefas abordam perguntas e/ou desafios, relacionados aos assuntos do componente curricular e da prática social dos estudantes. Além disso, os alunos exercitam o trabalho em grupo, autonomia, responsabilidade, habilidades de comunicação nas formas oral e escrita, leitura e compreensão de textos em língua inglesa. Em qualquer aula do semestre pode ser proposta uma tarefa, sem prévio aviso. O quadro 3 apresenta exemplos de tarefas da Maratona, as quais tentam contemplar os estilos de aprendizagem verificados na atividade apresentada na seção 3.1.

Quadro 3 - Estratégias da Maratona em Engenharia de Software

Tarefa	Pontos	Estratégia de Ensino	Operações Mentais
1	170	Tempestade cerebral + Expositivo-dialogada: O professor questiona o que os estudantes conhecem acerca da temática para que expressem em palavras ou frases curtas, evitando atitudes críticas. Em seguida, registra e organiza as ideias apresentadas no quadro. Essa é uma forma de mobilizar as estruturas mentais do estudante (busca conhecer a experiência vivencial). De forma expositivo-dialogada, o professor contextualiza o tema, articulando o conteúdo com a exposição apresentada pelos estudantes. Na sequência, estabelece o diálogo abrindo o espaço para reflexão sobre o tema. Por fim, para que os estudantes realizem a síntese integradora do diálogo, apresentam-se as seguintes questões: 1) Identificar outras 4 características importantes que um software deve possuir. Explique cada uma e justifique. (40 pontos) 2) Elaborar um conceito sobre Engenharia de Software. (30 pontos) 3) Explicar o(s) porquê(s) desenvolver softwares é considerado um desafio. (30 pontos) 4) Explicar como o uso da internet mudou os sistemas de software. (30 pontos) 5) Refletir acerca da diferença entre o desenvolvimento de um produto genérico de software e o desenvolvimento de software sob demanda (ou sob encomenda)? Considere características gerais, tempo, custo e adaptação do software. (40 pontos)	Imaginação e criatividade, busca de suposições, classificação. Obtenção e organização de dados, interpretação, crítica, decisão, comparação e resumo.
2	100	Seminário: em um primeiro momento, o professor apresenta e justifica o tema ou seleciona com o auxílio dos estudantes. Após, o docente desafia e orienta os estudantes para que realizem pesquisas (bibliográficas, campo ou laboratório) e registros acerca do tema. Organiza-se o calendário das apresentações. No caso da Unidade Curricular em estudo, solicitou-se que pesquisassem sobre os modelos de processo, considerando: as características, a representação gráfica, os pontos fortes, as limitações e as aplicações. Por fim, o professor dirige a sessão de crítica ao final de cada apresentação, fazendo comentários de cada trabalho e exposição, organizando uma síntese integradora do que foi apresentado.	Análise, interpretação, crítica, levantamento de hipóteses, busca de suposições, obtenção de organização de dados, comparação, aplicação de fatos a novas situações.

3	80	Jogo "Processando": o professor apresenta a temática ou o tema intitulado processo de software, bem como os modelos (tradicionais e ágeis) de processo de software. Na sequência, a turma é dividida em equipes que, após estudar o assunto do jogo, elaboram questões subjetivas e compartilham com os colegas. Cada equipe deverá ter um coordenador e os estudantes estudam o material e as questões elaboradas. Em data marcada, o professor apresenta as questões em formato de quiz (pode ser via <i>power point</i>, <i>prezi</i>, <i>kahoot</i>, entre outros). Cada equipe responderá as perguntas sorteadas e deverá haver um rodízio no grupo para responder, não sendo possível ficar nenhum estudante sem responder as perguntas. O estudante que estiver respondendo poderá solicitar dois tipos de ajuda: a) aos colegas de equipe: neste caso a pontuação fica dividida pela metade; b) a um coordenador de equipe (exceto o seu coordenador): neste caso, o coordenador da outra equipe responderá a pergunta, podendo atribuir uma resposta verdadeira ou uma resposta falsa. O estudante que solicitou irá avaliar e aceitar ou não a resposta. Se aceitar e estiver correta, a equipe ganhará pontos, caso contrário os pontos vão para a equipe do coordenador que respondeu. As ajudas descritas em a e b poderão ser solicitadas duas vezes cada uma durante o jogo. O professor avalia as respostas e atribui a pontuação para as questões. Os casos não mencionados nas regras serão decididos pela Comissão do Jogo, formada pelo professor e pelos coordenadores das equipes. Exemplos de questões são: a) Quais são as atividades fundamentais do processo de software? b) Explique pelo menos três dos principais problemas encontrados no modelo Cascata. c) Qual é a principal característica do modelo Incremental? d) Como é iniciado um ciclo no modelo em Espiral? e) O RUP divide um projeto em quatro fases diferentes. Quais são elas e qual a ênfase de cada uma? O estudante que estiver respondendo é incentivado a usar o quadro e expor sua resposta, a partir do seu entendimento sobre o assunto. Não é definido tempo mínimo ou máximo para cada aluno responder, mas o bom senso deve ser utilizado; se necessário, o professor pode intervir. Durante a semana de estudos dos "jogadores", o professor fica à disposição para esclarecer dúvidas.	Identificação, obtenção e organização de dados, interpretação, crítica, decisão, análise, reelaboração, resumo.
4	100	Estudo de texto: o professor apresenta um texto com data, tipo de texto, autor e dados do autor. Na sequência, sugere-se ao estudante a análise textual, visando ao esclarecimento quanto a gramática e temática. Após, realiza-se um levantamento e discussão de problemas relacionados com a mensagem do autor, problematizando-o. Por fim, o professor solicita aos estudantes a síntese sobre os requisitos funcionais e não funcionais para um sistema a ser definido.	Identificação, obtenção e organização de dados, interpretação, crítica, análise, reelaboração, resumo.
5	200	Oficina: o professor organiza o grupo, o ambiente e o material didático necessário à oficina. O grupo não deve ultrapassar a 15/20 pessoas. Pode ser desenvolvida por meio das mais variadas atividades, como: os estudos individuais, a consulta bibliográfica, as palestras, as discussões, a resolução de problemas, as atividades práticas, a redação de trabalhos, as saídas a campo, entre outras. Nesse caso, a proposta para a turma foi o desenvolvimento de uma aplicação usando o processo ágil XP.	Obtenção e organização de dados, interpretação, aplicação de fatos e princípios a novas situações, decisão, planejamento de projetos e pesquisas, resumo.

Fonte: Autoras, 2019.

Em todas as aulas, um estudante é responsável pela 'memória de aula', ficando encarregado de registrar, em um documento compartilhado no *Google Drive* com toda a turma e com a professora, o que foi mediado naquele encontro (como compreendeu) e as tarefas recomendadas para a semana. Esta estratégia, que também é conhecida como Portfólio, tem

por objetivo mobilizar as operações de pensamento de: identificação, obtenção e organização de dados, interpretação, crítica, análise, reelaboração e resumo. Por esse registro, que é analisado pela professora, o estudante recebe 20 pontos e, assim, todos podem ter acesso ao que foi trabalhado em aula, mesmo aqueles que não estiveram presentes.

Para o desenvolvimento de algumas atividades, os estudantes são incentivados a utilizar outros espaços disponíveis na instituição além do laboratório de informática, como salas de reuniões, salas de estudos em grupo da biblioteca e auditórios. Além disso, nas tarefas que envolvem trabalhos extraclasse, é necessário o uso de ferramentas de comunicação diferenciados como videoconferências, fórum e chats, uma vez que, conforme já mencionado, os estudantes residem em cidades geograficamente distantes do IFRS. Estas listas de discussões por meios informatizados promovem as operações mentais de comparação, observação, interpretação, busca de suposições, construção de hipóteses, obtenção e organização de dados.

Todas as tarefas são pensadas de modo que o estudante seja partícipe e construtor do conhecimento. Para Saviani (1995), a interação do professor e a participação ativa do aluno no processo ensino-aprendizagem são um meio de facilitar a aquisição de conhecimentos. A ideia é permitir que cada sujeito construa seu conhecimento e não simplesmente o repita. Nesta perspectiva, o estudante atua "[...] de forma significativa, responsável e com crescente autonomia, na busca da construção do conhecimento: supera-se o assistir pelo fazer aulas" (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p.80).

4 Considerações Finais

Frente às considerações proferidas ao longo deste ensaio, chega-se a algumas constatações que, apesar de inconclusivas, conduzem a reflexões sobre a temática recortada. O objetivo deste artigo foi relatar experiências adotadas na unidade curricular de Engenharia de Software do curso de ADS do IFRS - *Campus* Sertão, utilizando práticas educativas que priorizam a formação omnilateral. Verificou-se que as estratégias de ensinagem apresentadas no plano de ensino como base metodológica e no relato de experiência estavam em consonância às prerrogativas apensadas no PDI, no PPC e nas diretrizes internacionais para a área de Engenharia de Software.

Foi possível constatar que as práticas educativas, a partir de uma metodologia dialética, pautada na abordagem sócio-cultural, compreendem que o trabalho pedagógico deve ser construído em parceria entre professor e estudante, ou seja, ensinando os educandos a refletir e a criticar, por meio de desafios ao funcionamento pleno e criativo de seu pensamento. Além disso, quando se elegem estratégias de ensinagem metacognitivas, tais como a Maratona do Conhecimento e o Jogo Processando, privilegiam-se o emprego e o desenvolvimento dos processos mentais, bem como a formação de um sujeito autônomo que partilha da construção do conhecimento. Este processo possibilita que o estudante compreenda o estudo e, por sua vez, os conteúdos como uma necessidade para a sua constituição autônoma, histórica e crítica.

Embora todas as estratégias de ensino tenham potencialidades e fragilidades, o importante é que o professor busque variar para atender aos estilos de aprendizagem em sala de aula, considerando os objetivos e a finalidade de sua participação na formação dos sujeitos. Não obstante, este relato de experiência seja apenas o início de um processo de mobilização nos espaços da EPT, em especial, no curso de ADS do IFRS - *Campus Sertão*, acenam-se possibilidades de um trabalho pedagógico articulado a uma base conceitual atenta ao caráter teórico e prático, bem como contribuindo para uma Formação Cidadã e para o trabalho.

As considerações apresentadas neste ensaio são recentes e, portanto, necessitam ser aprofundadas e mais bem avaliadas em outros trabalhos de pesquisa. Contudo, entende-se que constituem apontamentos relevantes, pois parte-se de uma temática fecunda que permitirá outras investigações e análises de dados para pensar e contribuir sobre as práticas educativas. Pretende-se, ainda, explorar, em um próximo estudo, mais deste tema, de modo a mais bem compreender acerca das práticas educativas na EPT e verificar se há uma didática especial que orienta o trabalho pedagógico nesta modalidade.

Referências

AGUIAR, L. E. V. de; PACHECO E. M. Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia como política pública. In: ANJOS; M. B. dos; RÔSAS, G. *As políticas públicas e o papel social dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia*. Natal: IFRN, 2017.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. *Processos de ensinagem na universidade*. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2015.

ANTUNES, C. Estilos de Aprendizagem. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.celsoantunes.com.br/estilos-de-aprendizagem-onde-voce-se-encaixa/>. Acesso em: 27 mar. 2019.

BALECHE, F. L. K. Estilos de aprendizagem: um olhar para o aprendiz na prática pedagógica. In: Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), XII, 2015, Curitiba/PR. Anais eletrônicos do Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), XII. Curitiba/PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2015. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16034_8033.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019.

BRASIL. Um novo modelo em educação profissional e tecnológica: concepção e diretrizes. Brasília, F: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2010. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=6691-if-concepcaoediretrizes&category_slug=setembro-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 set. 2018.

CASTAMAN, A. S.; VIEIRA, M. M. M.. Formação continuada de professores da educação profissional. *Regae: Rev. Gest. Aval. Educ.* Santa Maria v. 2 n. 3 Jan./jun. 2013 p. 7-15.

DE BORTOLI, L. A. Non-conventional dynamics in a Software Engineering Course: practical and ludic activities. In: Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2018, São Carlos/SP. Anais eletrônicos do Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES), XXXII. São Carlos/SP: Universidade Federal de São Carlos, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3266237.3266257>. Acesso em: 27 mar. 2019.

DE BORTOLI, L. A. *Plano de Ensino da Unidade Curricular de Engenharia do Software*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus Sertão*. 2019. Mimeo.

FOULIN, Jean-Noël. *Psicologia da educação*. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 35 ed., São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOTTERBARN D. *et al.* How the new Software Engineering Code of Ethics Affects you, 1999. Disponível em <https://pdfs.semanticscholar.org/a907/6d45189d8e7d86dde73c6c7e80519f8fc2ec.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.

GRAMSCI, A. *Os Intelectuais e a Organização da Cultura*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

IFRS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus Sertão*. 2014. Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Disponível em http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20154713116670ppc_ads-2014.pdf. Acesso em: 20 fev. 2019.

IFRS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Plano de Desenvolvimento Institucional 2019-2023. 2018. Disponível em: https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2019/03/PDI-FINAL-2018_Arial-1.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019.

NICHOLSON, S.. A User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification. 2017. Disponível em pdf <http://scottnicholson.com/pubs/meaningfulframework.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2019.

OLIVEIRA, J. B. A.; CHADWICK, C. *Aprender e ensinar*. 1. ed. São Paulo: Global, 2001.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C.. *Docência no ensino superior*. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Docência em Formação).

RAMOS, M. N. Ensino Médio integrado: da conceituação à operacionalização. *Cadernos de Pesquisa em Educação* - PPGE/UFES, Vitória, EX, v. 19, n. 39, p. 15-29, jan/jun. 2014.

RATHS, L.; ROTHSTEINS, A. M.; JONAS, A. *Ensinar a pensar: teoria e aplicação*. São Paulo: EPU, 1977.

RONCA, P. A. C.; TERZI, C. do A. *A Aula Operatória e a Construção do Conhecimento*. São Paulo: Editora do Instituto Esplan, 1995.

SAVIANI, D. *Escola e Democracia*. São Paulo: Autores Associados, 1995.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. Campinas: Autores Associados, 2008.

VASCONCELLOS, C. dos S. Metodologia dialética em sala de aula. *AEC*, v. 21, n. 83, abr./jun. 1995.

Recebido em abril de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Ana Sara Castaman

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão* - IFRS, Brasil, ana.castaman@sertao.ifrs.edu.br

Lis Ângela De Bortoli

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão* - IFRS, Brasil, lis.debortoli@sertao.ifrs.edu.br

Speed Schedule - Jogo para auxílio no estudo das políticas de escalonamento em Sistemas Operacionais

Speed Schedule - Game to aid in learning the scheduling policies in Operating Systems

ROBERTO TENORIO FIGUEIREDO

Universidade Federal do Vale do São Francisco

VIVIANNI MARQUES LEITE DOS SANTOS

Universidade Federal do Vale do São Francisco

JORGE LUIS CAVALCANTI RAMOS

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Resumo: Em cursos da área de exatas, disciplinas essencialmente teóricas muitas vezes se apresentam como uma dificuldade. Este artigo tem como objetivo geral apresentar um jogo que visa auxiliar a aprendizagem e fixação dos conceitos estudados na disciplina de Sistemas Operacionais, no que diz respeito às políticas de escalonamento de processos, o "Speed Schedule". Inicialmente, é mostrada a problemática dos alunos no aprendizado do conteúdo, as estratégias abordadas por alguns autores, e por fim o jogo é apresentado, sua descrição, funcionamento e como pode ser utilizado em sala de aula. Foram feitos testes preliminares com algumas turmas de Sistemas Operacionais do curso de Ciência da Computação de uma instituição de ensino superior e os resultados são apresentados. A conclusão é de que o jogo estimula o aprendizado e dá ao estudante uma visão real do funcionamento dos processos no processador dentro de um sistema operacional real.

Palavras Chave: Sistemas Operacionais. Escalonamento. Jogos Educativos

Abstract: In courses of the area of exact, essentially theoretical disciplines are always as a difficulty. This article has as general objective to present a game that aims to help the learning and fixation of the concepts studied in the discipline of Operating Systems, with regard to process scheduling policies, the "Speed Schedule". Initially the problem of students in content learning, the strategies addressed by some authors, and finally the game is presented, its description, how it works and how it can be used in the classroom. Preliminary tests were done with some classes of Operating Systems of the Computer Science course of a higher education institution and the results are presented. The conclusion is that the game stimulates learning and gives the student a real insight into how the processes work in the processor within an actual operating system.

Keywords: Operating Systems, Schedule, Educational Games.

1 Introdução

Muitos dos conteúdos passados em um curso superior vão se perdendo com o tempo, principalmente aqueles ministrados de maneira essencialmente teórica. Uma grande parcela dos alunos tende a memorizar os conteúdos para realizar as avaliações e depois simplesmente não os veem mais e acaba simplesmente esquecendo. Para estudantes de tecnologia, entender como funciona um Sistema Operacional tanto no alto nível, como baixo nível, pode ser determinante no desenvolvimento de sistemas e de dispositivos automáticos (KIOKI, SANTIAGO e SOARES, 2008). Na criação de grandes aplicações, estar preparado para utilizar os recursos oferecidos pelo sistema pode ser a diferença na viabilidade desta aplicação, que podem simplificar o desenvolvimento e melhorar o desempenho de requisições e rotinas (TANENBAUM, 2010).

De maneira geral, a disciplina de Sistemas Operacionais é ministrada apenas repassando conceitos teóricos, sem que seja dada ao aluno uma experiência prática para consolidação da aprendizagem. O acesso a esta experiência prática torna-se praticamente impossível dado que os estágios oferecidos nesta área são extremamente escassos e projetos de pesquisa envolvendo o funcionamento interno dos sistemas operacionais não alcançam sua totalidade (MACHADO e MAIA, 2005), gerando dificuldade no aprendizado e na abstração do conteúdo, fato este que vem sendo verificado dentro e fora das salas de aula.

Diante desta problemática e sendo notório que jogos eletrônicos despertam o interesse de uma grande parcela de estudantes de computação, conjecturou-se que a criação de uma ferramenta atrativa e facilitadora, um jogo, feito de acordo com os métodos pedagógicos do curso, pode ajudar aos alunos a aprender melhor o conteúdo, fixando este na memória e despertando habilidades nos estudantes (MUÑOZ, 2009).

Assim, o desinteresse quanto ao conteúdo apresentado em sala de aula e as consequências para o aprendizado, percebe-se a necessidade de se criar algum meio para estimular os estudantes a participarem mais e a fixar os conteúdos.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar uma ferramenta de apoio à disciplina de Sistemas Operacionais, denominada "Speed Schedule", com foco nas políticas de escalonamento de processos, demonstrar sua utilização em sala de aula e mensurar ganhos no aprendizado.

O trabalho está dividido nos seguintes tópicos: Trabalhos Relacionados, que apresenta uma análise de outros trabalhos e pensamentos sobre o tema; Políticas de Escalonamento, que mostra os conceitos trabalhados no jogo; O Jogo, que descreve o funcionamento do jogo em si e suas contribuições para o aprendizado e as considerações finais, com as conclusões da pesquisa.

1.1 Metodologia do Trabalho

O presente artigo tem natureza aplicada (YIN, 2015), uma vez que objetiva gerar ferramenta de apoio para aplicação prática para solução de problemas relacionados ao processo

de aprendizagem. Também tem caráter terá caráter descritivo por apresentar o desenvolvimento e análise de uma ferramenta para melhoria do ensino, levando em consideração aspectos qualitativos, referentes aos efeitos causados durante sua implementação.

Quanto aos procedimentos técnicos, se caracteriza como um estudo de caso (YIN, 2015), pois é incluí validação com alunos de três turmas referentes à disciplina de Sistemas Operacionais, cujos resultados são específicos para as turmas em análise. Entretanto, deve-se ressaltar que os resultados poderão ser utilizados como referência para indicação de sua viabilidade em quaisquer outras turmas que se enquadrem na temática.

Para desenvolvimento do jogo, inicialmente foi escolhido o tópico das políticas de escalonamento de processos. Em seguida, foi realizada pesquisa na literatura sobre o que está sendo desenvolvido em relação aos jogos estimuladores de aprendizado, com foco na disciplina de Sistemas Operacionais. Esta pesquisa foi realizada em periódicos, revistas especializadas e anais de eventos. Tendo como base essas referências e também livros utilizados na disciplina em foco, foi idealizada uma forma de transformar o conteúdo em um jogo, que não fosse um mero jogo de perguntas e respostas.

A partir da ideia central do que seria o jogo e considerando um incentivo relacionado a velocidade com que o aluno precisa acertar as respostas do escalonador, foi nomeado o jogo.

Adicionalmente, foi desenvolvido o jogo com base nos seguintes critérios: agregar conhecimento à agilidade no pensamento; criar um sistema lúdico e competitivo; dimensionar o jogo para pudesse ser finalizado em uma aula de até uma hora.

Definidos as etapas anteriores, seguiu-se o planejamento do jogo, com elaboração do esboço e toda sua descrição. Por fim, a implementação e os testes feitos em três turmas de estudantes da disciplina.

2 Trabalhos Relacionados

Uma gama grande de trabalhos apresenta a criação e uso de jogos e aplicativos simuladores no auxílio do aprendizado de matérias específicas em cursos de tecnologia. Um exemplo disso pode ser lido no artigo *"Desenvolvimento de Jogos Educacionais para o Ensino de Engenharia de Software"* (LIMA, PACHECO, et al., 2011), que nos mostra informações sobre o desenvolvimento de um jogo para a disciplina de Engenharia de Software e faz uma análise do jogo "UbiRE".

Outro artigo nesta mesma área é o *"Tira-Teima, um software educacional para o ensino de programação em C"* (SENA, 2011), onde o estudante tem a chance de visualizar, a cada linha de código, informações gráficas do que ocorre com o algoritmo em execução. Ainda relacionado ao tema, temos o artigo: *"Construção de simuladores gráficos para Teoria da Computação: uma proposta para auxiliar a aprendizagem da construção lógica das Máquinas de Turing"* (OLIVEIRA e MARCO, 2007), com o objetivo de facilitar a compreensão do alto grau de abstração presente nas máquinas de Turing e por fim, é interessante falar do artigo *"WarGrafos – Jogo para Auxílio na Aprendizagem da Disciplina de Teoria dos Grafos"* (FIGUEIREDO e

FIGUEIREDO, 2011), que apresenta um jogo de War, modelado ao estudo de diversos conceitos da disciplina de Teoria dos Grafos.

Falando especificamente de Sistemas Operacionais, tem-se o artigo "*SOSim, um framework construtivista no aprendizado da disciplina de Sistemas Operacionais*" (MACHADO e MAIA, 2005), onde o discente pode fazer experimentações, através de simulações gráficas visuais, de vários conceitos da disciplina, inclusive do escalonador de processos.

O artigo "*OS Simulator: Um Simulador de Sistema de Arquivos para Apoiar o Ensino/Aprendizagem de Sistemas Operacionais*" (GADELHA, AZEVEDO, et al., 2010) nos mostra um simulador para auxílio na aprendizagem especificamente de temas relacionados ao sistema de arquivos. Nesta mesma ideia, o artigo "*Simulador para a Prática de Sistemas Operacionais*" (CARVALHO, BALTHAZAR, et al., 2012) apresenta o desenvolvimento do S²O, um simulador das principais funcionalidades de um sistema operacional que permitirá uma interação com o usuário/aluno de forma a facilitar a assimilação dos conceitos ensinados na disciplina.

Com um tema mais próximo deste trabalho, temos o artigo "*TBC-SO/WEB: Software educativo para aprendizagem de políticas de escalonamento de processos e de alocação de memória em sistemas operacionais*" (REIS e COSTA, 2009) que nos mostra um simulador que trata especificamente das Políticas de Gerência de Memória (First-Fit, Next-Fit, Best-Fit e Worst-Fit) e das Políticas de Escalonamento de Processos: FIFO, SJF, HRRN, Por Prioridade Preemptiva e Não-Preemptiva, SRTF e Round-Robin. O artigo "*Sistema Operacional Integrado Simulado: Módulo de Entrada e Saída*" (CRUZ, SILVA e GONÇALVES, 2007) apresenta o SOIS, um simulador abrangente dentro da disciplina, mas com foco principal nos conceitos de Entrada e Saída.

O artigo "*Sistema Operacional Integrado Simulado: Módulo de Entrada e Saída*" (KIOKI, SANTIAGO e SOARES, 2008) propõe a utilização de um simulador de sistema operacional genérico em sala de aula, ainda em desenvolvimento. Já o artigo "*Simulador de Rotinas do Sistema Operacional para Auxílio às Aulas Teóricas*" (RIBEIRO, BERNARDES e LOBO, 2014) apresenta um simulador que trata especificamente das rotinas de gerenciamento de memória real e virtual e do escalonamento de processos em arquiteturas com multiprocessadores ou com processadores multicore de forma gráfica e interativa. E por fim, mas sem esgotar a totalidade de artigos, o "*Simulador para o aprendizado de sistemas operacionais*" (TONINI e LUNARDI, 2006) que apresenta o desenvolvimento de uma aplicação, idealizada como um simulador para o aprendizado da disciplina de sistemas operacionais.

Estas pesquisas nos mostram ferramentas com o mesmo objetivo do Speed Schedule, todavia, na grande maioria dos trabalhos encontrados, quando se fala em aplicação para auxílio na aprendizagem da disciplina de Sistemas Operacionais, muito se fala em "simulador" e pouco se fala especificamente em jogos. Neste caso um simulador tenta mostrar ao aluno como as coisas acontecem dentro de um sistema, mas um jogo propõe uma situação competitiva, estimulando os estudantes a vencer através do seu conhecimento.

Este artigo soma em apresentar uma ferramenta jogável, com bons resultados em sala, que pode ser trabalhado em uma única aula, e bem diferente do que foi apresentado em outros

artigos, porém, todos eles mostram a necessidade de se alterar as técnicas tradicionais de ensino e fazer da sala de aula um local, de certa forma, prazeroso e instigante aos estudantes.

2.1 Aspectos pedagógicos

Antes de trabalhar um jogo como um elemento lúdico, deve-se deixar de lado a ideia do jogo pelo jogo e fazer desta ferramenta, mais um instrumento de trabalho (RIEDER, ZANELATTO e BRANCHER, 2004).

Os jogos educacionais possuem objetivos pedagógicos bem específicos no desenvolvimento dos estudantes (RIEDER, ZANELATTO e BRANCHER, 2004). Esses tipos de jogos, além do entretenimento, têm como finalidade principal trazer novos conhecimentos ou auxiliar a fixação de conceitos anteriormente estudados. Eles, por definição, devem explorar o máximo possível, o processo de ensino e aprendizagem. Educadores e profissionais pedagógicos concordam que jogos educativos, quando bem aplicados, trazem diversos benefícios para os alunos e professores no dia-a-dia de sala de aula (RODRIGUES, 2006).

Algumas pesquisas apresentam, de maneira mais efetiva, a importância dos jogos na aprendizagem e como fazê-los. Neste sentido, o trabalho *"Jogos Eletrônicos na Sala de Aula"* (RODRIGUES, 2006), apresenta as possibilidades de ensino através do lúdico e do digital, mostrando as técnicas de aprendizagem com o uso de jogos eletrônicos. Já o artigo *"Por que ter Jogos Eletrônicos em Sala de Aula"* (MUÑOZ, 2009) defende a utilização de jogos eletrônicos no dia-a-dia do aprendizado e seus benefícios no processo de ensino. Enquanto que o artigo *"Análise de métodos de avaliação de jogos educacionais"* (TSUDA, SANCHES, et al., 2014) apresenta um estudo realizado com o objetivo de analisar diferentes métodos de avaliação que possam ser utilizados para apoiar o desenvolvimento de jogos educacionais que efetivamente ajudam no aprendizado.

3 Políticas de Escalonamento de Processos

Neste tópico, serão apresentadas as políticas de escalonamento apresentadas pelos autores Tanenbaum (2010) e Deitel (et al., 2008). Todas foram contempladas no Speed Schedule.

- **FIFO:** (Primeiro a chegar, primeiro a ser servido – FCFS) organiza a fila por ordem cronológica de requisição a CPU, ou seja, o primeiro que solicitou será o primeiro a ser atendido. Possui uma estratégia Não-Preemptiva. Dentre as vantagens estão a simplicidade
 - **Prós:** É simples entendimento e de fácil implementação. Boa para processos I/O Bound;
 - **Contras:** Baixo desempenho e fácil degradação (processos curtos podem demorar muito tempo na fila);
- **Round Robin (RR):** também chamado de alternância circular (ou chaveamento circular), assim como o FIFO, organiza a fila por ordem cronológica de requisição a CPU, porém, no RR, é atribuído a cada processo que entra na CPU um quantum.

Quando o quantum acaba, esse processo é retirado e outro é escolhido para entrar na CPU. É o chamado FIFO Preemptivo ou FIFO de estratégia preemptiva.

- **Prós:** É indicado para processos curtos e interativos, além de ser simples e de fácil implementação;
- **Contras:** Gasta tempo fazendo o chaveamento de processos. Não é recomendado para processos de tamanho equivalente, pois processos pequenos terão seu tempo de execução aumentado devido a várias interrupções do fim do quantum, além de não ser fácil estabelecer o valor do quantum. Se o quantum for pequeno demais, o tempo do chaveamento será percebido pelo usuário (o desempenho do sistema é comprometido devido à quantidade de chaveamentos realizados), se o referido tempo for grande demais, o processo monopoliza os recursos do sistema, pois pode gerar um aumento no tempo de resposta dos processos com requisições interativas. Um quantum em torno de 20ms a 50ms é bastante razoável.
- **SPN – STCF (*Shortest Process Next - Shortest Time to Completion First*):** Também conhecido como Processo Mais Curto Primeiro (em inglês *Shortest Process First – SPF*) ou Menor Job Primeiro (em inglês, *Shortest Job First – SJF*). Organiza a fila por ordem do tamanho do tempo de uso da CPU, ou seja, para cada processo, é estimado o tempo de toda sua execução e os menores processos ficam na frente da fila. Essa estimativa é realizada pelo escalonador com base em diversos parâmetros, como tamanho do processo, histórico de execução, quantidade de espaço ocupado em memória real e virtual, entre outros. Possui uma estratégia não preemptiva;
 - **Prós:** Menor tempo de resposta dos processos curtos, obtendo assim uma fila de escalonamento mais curta;
 - **Contras:** É impossível estimar com precisão o tempo de todos os processos, essas estimativas podem gastar tempo de CPU e ter uma margem de erro elevada em sistemas interativos;
- **SPN – SRTCF (*Shortest Process Next – Shortest Remaining Time to Completion First*):** Também conhecida como Menor Tempo de Execução Restante (em inglês *Shortest-Remaining Time*). Assim como a política anterior, também organiza a fila por ordem do tamanho do tempo de uso da CPU, porém, usa o quantum, ou seja, é uma estratégia preemptiva;
 - **Prós:** Menor tempo de resposta entre os processos. Quem gasta mais tempo de CPU, virá mais vezes para frente da fila;
 - **Contras:** É impossível estimar com precisão o tempo de todos os processos, essas estimativas podem gastar tempo de CPU e ter uma margem de erro elevada em sistemas interativos;
- **HRRN (*Highest Response Ratio Next*):** Também conhecida como Próxima Taxa de Resposta Mais Alta. Este algoritmo corrige algumas das deficiências do SPN-STCF, principalmente o favoritismo excessivo dos processos curtos. Nele, é definido um fator (prioridade) para cada processo. Esse fator é calculado com a fórmula:

(Tamanho do Tempo + Tempo de Espera na Fila) / Tamanho do Tempo.

Como o tempo de serviço está no denominador, os processos curtos ainda terão privilégios, mas como o tempo de espera aparece no numerador, os processos longos também terão sua chance e não serão sempre preteridos, evitando que o escalonador adie esses processos indefinidamente. Possui uma estratégia não preemptiva.

- **Prós:** Equilibra o tempo de resposta entre os processos curtos e longos e impede que o escalonador adie processos indefinidamente;
- **Contras:** É impossível estimar com precisão o tempo de todos os processos, essas estimativas podem gastar tempo de CPU e ter uma margem de erro muito grande;
- **Com Prioridade:** Dentro de um sistema, principalmente os multiusuários, processos podem ter diferentes importâncias devido a fatores externos como ordem hierárquica da empresa. Para esses casos, o escalonamento por prioridade é muito indicado. Nele, é atribuído a cada processo um número chamado de Prioridade (ver o tópico: Características dos Processos Escalonados) e quem estiver pronto e tiver recebido a maior prioridade, entra na CPU. Para processos com a mesma prioridade e sub-prioridade é usada a Política *Round Robin (RR)*. O escalonador pode reduzir a prioridade do processo a cada pulso do relógio ou pode ser atribuído um quantum máximo ao processo e este fica na CPU até o quantum acabar. Possui uma estratégia preemptiva;
 - **Prós:** Considera fatores externos, importantes para definição da ordem de execução pelos processos de usuário;
 - **Contras:** Processos de prioridade baixa podem ficar esperando indefinidamente. Para reduzir esse fator contra, em prioridades dinâmicas, o escalonador poderá reduzir a prioridade de processos com alta prioridade para dar lugar a processos de baixa prioridade na CPU. Essa redução de prioridade deve ser calculada a cada interrupção do sistema.
- **Múltiplas Filas:** Também conhecido como Filas Multiníveis de Retorno (em inglês, *Multilevel FeedBack Queues*). Essa estratégia foi pensada para:
 - Favorecer processos pequenos;
 - Favorecer processos limitados por E/S para atingir uma boa utilização dos dispositivos de E/S;
 - Determinar a natureza de um processo tão rápido quanto possível e escalonar o processo de acordo.

Nesta política, cada processo é associado a uma fila, de acordo com a sua prioridade, ou seja, ao invés de uma única fila para todos os processos, temos várias filas menores de acordo com os níveis de prioridade. O processo de uma fila só é executado quando todas as filas mais altas estão vazias. Cada fila é feita baseada nas características dos processos (CPU Bound, I/O Bound, Batch, etc.) e poderá ter seu próprio escalonador. Quando a prioridade for dinâmica, os processos podem mudar de fila, caso mudem seu comportamento inicial (um processo I/O Bound pode passar a ser CPU Bound, por exemplo), aumentando assim a desempenho do sistema. Essa mudança de fila não acontece no caso da prioridade ser estática. Possui uma estratégia preemptiva.

- **Prós:** Considera fatores externos, importantes para definição da ordem de execução pelos processos de usuário. Favorece processos pequenos e limitados por E/S, além de agilizar a determinação da característica de um processo escalonado;
 - **Contras:** Processos em filas de baixa prioridade podem ficar esperando indefinidamente;
- **Escalonamento Garantido:** Organiza a fila por ordem do tamanho do tempo de uso da CPU, assim como o SPN-SRTCF, porém o quantum que é atribuído aos processos é igual para todos, ou seja, os processos ficaram o mesmo tempo na CPU. Para o cálculo do quantum de cada processo é dividido o tempo total calculado para os processos pela quantidade de processos, o resultado dessa divisão será o quantum de cada um dos processos. Sempre que um novo processo chega à fila de escalonamento ou um processo conclui sua execução, esse cálculo é refeito e os quantuns dos processos são atualizados. Possui uma estratégia preemptiva.
 - **Prós:** Facilita e agiliza o cálculo do quantum. Permite que o sistema saiba exatamente quando um processo irá entrar na CPU.
 - **Contras:** É difícil estimar com precisão o tempo de todos os processos o que dificulta a sua implementação;
- **Escalonamento Por Fração Justa (*Fair Share Scheduling* – FSS):** Organiza a fila por ordem de prioridade, e faz o cálculo do quantum da mesma forma que o Escalonamento Garantido. Porém, o resultado da divisão é atribuído, não a um processo, mais a um grupo de processos. Esses grupos são definidos devido a sua afinidade na execução, mas principalmente a identificação do usuário que o criou. Por exemplo, imagine uma rede de computadores onde os usuários dos terminais fazem várias requisições ao servidor, através de vários processos. O S.O do servidor criará um grupo para conter cada requisição de um mesmo usuário e atenderá esses grupos em um tempo que será igual a todos. Dentro de um grupo o atendimento será por ordem de prioridade. Possui uma estratégia preemptiva.
 - **Prós:** Facilita e agiliza o cálculo do quantum. Permite que o sistema saiba exatamente quando um processo irá entrar na CPU. Usuários de mesma prioridade terão tempos iguais de uso do sistema;
 - **Contras:** Processos em filas de baixa prioridade podem ficar esperando indefinidamente.
- **Escalonamento Por Loteria.** Neste algoritmo, bilhetes de loteria são atribuídos aos processos, cujos prêmios são os vários recursos do sistema, como tempo de CPU. O escalonador escolhe aleatoriamente um bilhete de loteria e o processo que tiver o bilhete, receberá o recurso. Quando aplicado somente ao escalonamento da CPU, o sistema pode fazer 50 sorteios por segundo e cada vencedor ganhará o quantum (que pode ser de 20ms) como prêmio. É possível entregar mais bilhetes a processos mais importantes (que teriam mais prioridade). Caso queiram, os processos podem trocar

bilhetes entre si. Quando um processo é escolhido, perde alguns bilhetes que são redistribuídas com os demais. Possui uma estratégia preemptiva.

- **Prós:** É um algoritmo altamente responsivo e de fácil implementação;
- **Contras:** Processos de baixa prioridade podem ser escolhidos e um processo que acabou de sair pode ser escolhido novamente para entrar;

4 O Jogo

O jogo Speed Schedule é baseado no cálculo do tempo de retorno médio. Com base nos tempos totais de cada processo e na ordem com que os processos chegam à CPU, dependendo da política de escalonamento indicada, o estudante terá que ordenar os processos e calcular o tempo de retorno médio no menor tempo possível. Neste jogo, quem responder certo uma maior quantidade de vezes e em menos tempo será o campeão.

Diferente de outros projetos para auxílio da disciplina de Sistemas Operacionais, onde o estudante cria um ambiente e a aplicação simplesmente mostra o que acontece dentro do kernel naquele ambiente, o Speed Schedule coloca o aluno na posição do sistema, de modo que o aluno passa a ser o escalonador. Assim, o jogo apresenta ao aluno um conjunto de processos e suas informações pertinentes e o jogador, na posição de sistema, ordenará os processos de acordo com a política escolhida e calculará o tempo médio de retorno naquela situação específica.

4.1 Criação do Jogo

Inicialmente, como qualquer outro jogo, a primeira atividade a ser realizada é a idealização do jogo em si e sua descrição no papel, criando um *Game Designer Document*. Esta tarefa é feita pelo profissional conhecido como Projetista do Jogo (Game Designer).

Para a criação do Speed Schedule, depois de realizadas as pesquisas no referencial teórico sobre jogos educacionais na área de tecnologia, principalmente para a disciplina de Sistemas Operacionais, foi realizada uma pesquisa informal junto aos discentes sobre quais tópicos são mais complicados em aprender. Com um estudo mais aprofundado do tópico escolhido para desenvolvimento, foi feita a ideia da dinâmica do jogo.

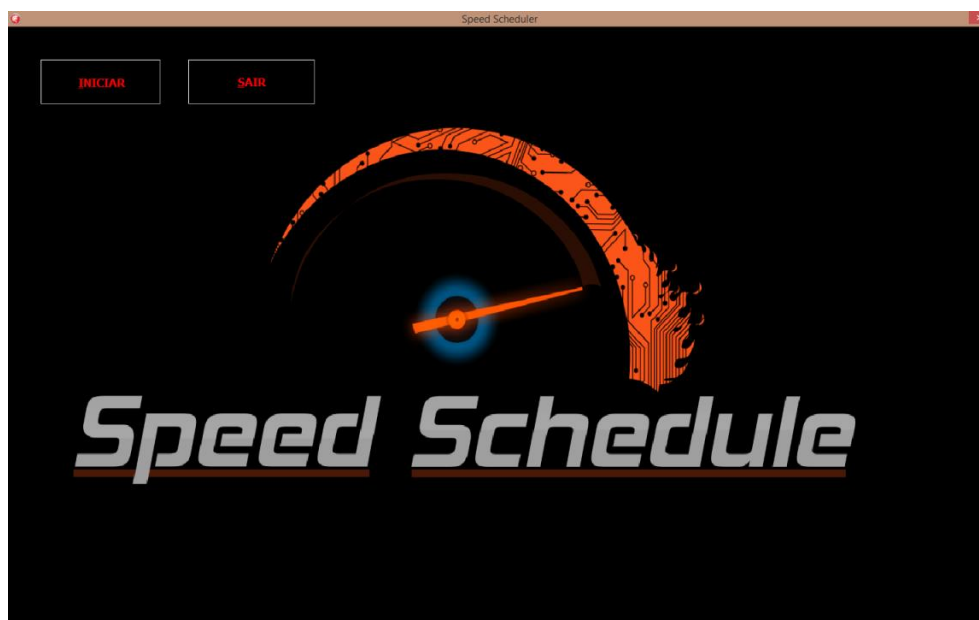
Após da definição do jogo estar pronta, foram analisadas algumas *engines* de programação, entre elas o *Game Maker* e o *Flash*, porém, a linguagem de programação escolhida foi o Delphi RAD Studio XE5, por ser de fácil desenvolvimento, devido à larga experiência do *Game Designer* na linguagem, que é compatível com todas as versões do Windows, sistema operacional mais utilizado pelos alunos no campus e em suas residências.

4.2 Telas do jogo

No início do jogo, os alunos são divididos em equipes. Cada equipe escolhe um nome, que a identificará no jogo e a ordem em que cada grupo irá jogar, pois as equipes não jogam simultaneamente, e sim em rodadas alternadas.

Ao iniciar, o jogo abre a tela inicial, mostrada na Figura 1. O clicar no botão “INICIAR”, o jogo leva à tela de inserção dos grupos, apresentada na Figura . Nesta tela, é possível informar a quantidade de equipes e, na ordem da jogatina, o nome com que cada uma será identificada.

Figura 1: Tela inicial do Jogo Speed Schedule



Fonte: O autor

Figura 2: Tela de formação das equipes

Fonte: o autor

Depois que a quantidade e os nomes forem inseridos, clica-se em “Iniciar Jogo” e o jogo começa de fato, abrindo a tela do jogo mostrada na

Figura .

Figura 3: Tela principal, onde o jogo acontece.

Speed Schedule

FECHAR JOGO

INICIAR JOGO

PARCIAIS

INICIAR RODADA - JÁ

Processos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	EXPLICAÇÃO DA POLÍTICA RESPOSTAS
T. do Tempo	16	55	45	98	13	27	
Prioridade	2,3	6,2	6,8	1,1	2,2	5,5	
Turnaround	45	31	91	27	67	48	
Bilhetes	58	81	54	50	44	73	

Política: LOTERIA

Rodada: 1

A resposta deve ser escrita com vírgula e com precisão de duas casas decimais
Cada resposta errada soma 500 pontos.

Equipe: Guerreiros

Resposta

OK

Fonte: O autor

A tela do jogo é composta por quatro botões superiores, o primeiro "FECHAR JOGO" é para ser clicado quando o jogo terminar. O segundo, "INICIAR JOGO", reinicia uma partida com as mesmas equipes cadastradas. O terceiro, "PARCIAIS", mostra os resultados parciais (quantidade de acertos e pontos) de cada equipe até o momento em que o botão foi clicado e o quarto, "INICIAR RODADA - JÁ", inicia a rodada de uma equipe.

Abaixo dos botões superiores, temos cinco ou seis colunas (a quantidade de colunas é aleatória entre cinco e seis), com as informações referentes aos processos, que estão em ordem de chegada (tempo entre uma chegada e outra é insignificante). Na primeira linha, são listados os processos a partir do processo P1. Na segunda linha, o tempo de retorno, na terceira linha, a prioridade dos processos, conforme conceitos de Tanembaum (2010). Na

quarta linha temos o turnaround relativo dos processos e na última linha a quantidade de bilhetes que cada processo recebeu. Para manter um valor constante para a política de Loteria, foi combinado que o processo que tiver mais bilhetes será o primeiro a ser escolhido para entrar na CPU.

Todas as informações do processo são geradas de maneira aleatória, dentro de um intervalo estabelecido, ao clicar no botão "INICIAR RODADA - JÁ".

Ao lado das colunas, temos o botão "EXPLICAÇÃO DA POLÍTICA" que pode ser clicado quando a resposta for computada e o jogo apresenta uma explicação teórica sobre aquela política apresentada. Também possui o botão "RESPOSTAS", onde o jogo, também após a resposta ser computada, apresenta as respostas corretas na aplicação de cada uma das políticas de escalonamento para a situação apresentada no jogo. Estes dois botões não são úteis durante a jogatina, mas são de grande importância aos alunos, quando utilizam a ferramenta para estudos fora da sala de aula.

Abaixo, temos a política aleatoriamente escolhida, em vermelho, no canto direito, a equipe que deve jogar naquele momento, o campo para colocar a resposta e o botão "OK", que deve ser clicado quando a resposta for digitada no campo Resposta.

No rodapé da tela, temos a rodada atual, que pode ser no máximo 10, mas depende do tempo da aula, podendo se ajustar a aulas de uma hora até aulas de quatro horas. Uma informação de como as respostas devem ser escritas e a pontuação recebida caso a equipe erre a resposta. Mais adiante, veremos que quanto mais pontos, pior no jogo.

4.3 Dinâmica do Jogo

O professor conduz a partida. Após inserir os dados das equipes, o condutor dá início às rodadas. A primeira equipe eleger um representante na rodada que irá escrever a resposta. O professor clica em "INICIAR RODADA - JÁ".

Os estudantes devem analisar a situação que se apresenta e calcular, naquela situação, qual é o tempo de retorno médio. A resposta deve ser escrita no campo abaixo do nome de sua equipe e em seguida clicar em "ok". Enquanto o botão "ok" não é clicado, a cada segundo, a equipe ganha um ponto. Após o clique do "ok", o sistema analisa a resposta digitada e apresenta a informação do acerto ou erro. Caso o aluno tenha acertado, é incrementado o número de vitórias da equipe, caso contrário, o sistema informa qual é a resposta correta e a equipe ganha 500 pontos extras. Em seguida, um representante da segunda equipe é escolhido e repete a operação, ou seja, o condutor clica em "INICIAR PARTIDA - JÁ" e o novo aluno deve escrever a resposta no campo e clicar em "ok". Todos os alunos da equipe ajudam no cálculo, mas apenas o eleito digita a resposta. Quando todas as equipes tiverem jogado uma vez (colocado uma resposta), fecha-se um ciclo, de um total de dez ciclos. Um membro de uma equipe só pode jogar novamente, se todos os membros já tiverem jogado. Todos os membros da equipe devem jogar a mesma quantidade de vezes, ou, no máximo, uma vez a mais que os demais, caso a quantidade de membros não seja divisível por dez ou não seja múltipla da quantidade de rodadas adequadas ao tempo da aula.

Ao final das rodadas, uma lista com a pontuação geral aparece. Vence quem obteve menos pontos. O nome da equipe vencedora aparece destacado na lista.

Para tornar o jogo mais acessível, é utilizado um teclado numérico móvel, que permita alcançar os estudantes, sem que os mesmos precisem se locomover à mesa do professor. Com isso, os estudantes podem digitar as respostas com mais comodidade.

4.4 Validação do jogo

Depois dos testes de bugs, foi feita a validação do jogo em sala. Esta validação se deu em três turmas de Sistemas Operacionais do curso de Ciência da Computação de uma instituição de ensino superior, e jogado três vezes em cada uma das turmas. O jogo foi aplicado na aula posterior após a explanação do conteúdo teórico pelo professor, o qual foi feito em aulas expositivas, usando projetor multimídia para exibição de slides.

No início da aula, os estudantes foram divididos em equipes com três componentes cada e jogaram por aproximadamente uma hora e trinta minutos. Durante a jogatina, foi observado a reação dos participantes, conforme sugere o modelo de avaliação de jogos educacionais, com base no nível 1, do modelo de avaliação de treinamentos de Kirkpatrick, em que a qualidade do jogo é indicada pela reação dos estudantes durante sua execução (SAVI, BORGATTO e VON WANGENHEIN, 2011).

Em relação às reações dos estudantes, foi observado que, inicialmente eles ficavam dispersos enquanto sua rodada não chegava e muito apreensivos durante sua vez de jogar, mas com o tempo, eles passaram a tentar resolver os desafios das outras equipes como forma de treinamento enquanto esperavam sua vez e também conseguiram reduzir o tempo de resolução dos desafios e com menos consultas as referências permitidas. (livro texto da disciplina).

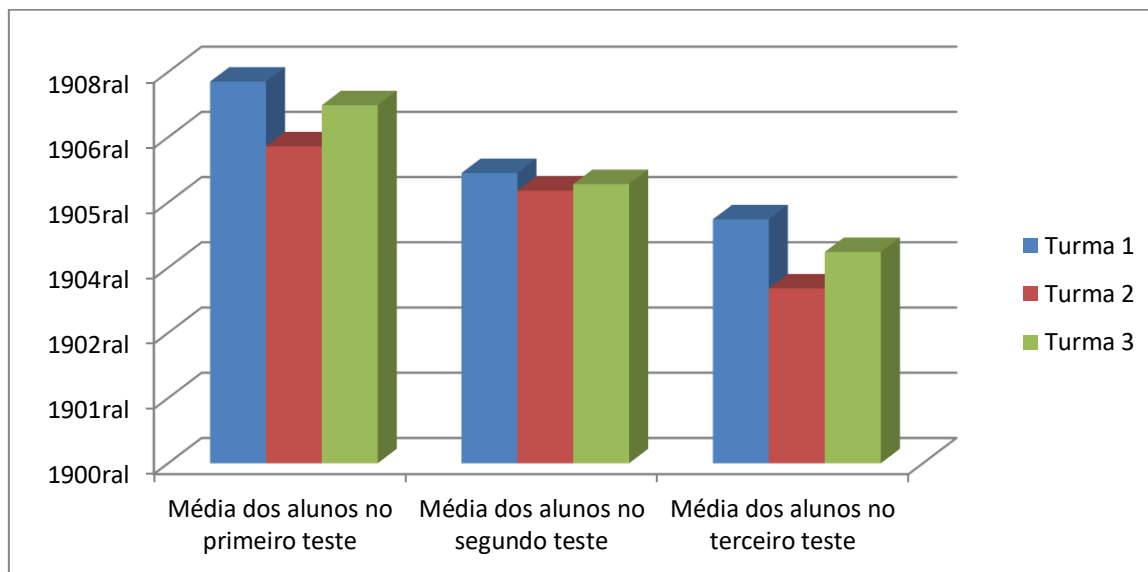
Outros fatores que influenciam na qualidade de um jogo educativo são a capacidade de motivar seu público-alvo a estudar, o ganho em aprendizagem e uma boa experiência de jogo (SAVI, BORGATTO e VON WANGENHEIN, 2011).

O clima de competição entre as equipes e o vislumbre de diminuir os recordes anteriores, foram elementos importantes na motivação do jogo por parte dos estudantes. Tal motivação levou os alunos a memorizarem os conteúdos para conseguir tempos ainda menores, aumentando os acertos e o interesse pelo jogo.

O ganho na aprendizagem das políticas foi verificado através do aumento da taxa de acertos entre os dias em que o jogo foi aplicado em sala e na avaliação escrita da matéria, visto que a taxa de acerto das questões referentes ao tema, dos estudantes que participaram dos jogos, foi de 86%, enquanto dos alunos que faltaram à jogatina, ficou na faixa dos 72%. Recordando que quanto mais pontos, mais erros foram cometidos ou mais demorado foi para impostar a resposta, o ganho na aprendizagem pode ser visto no

Gráfico 1, que mostra a quantidade média de pontos obtidos pelas equipes.

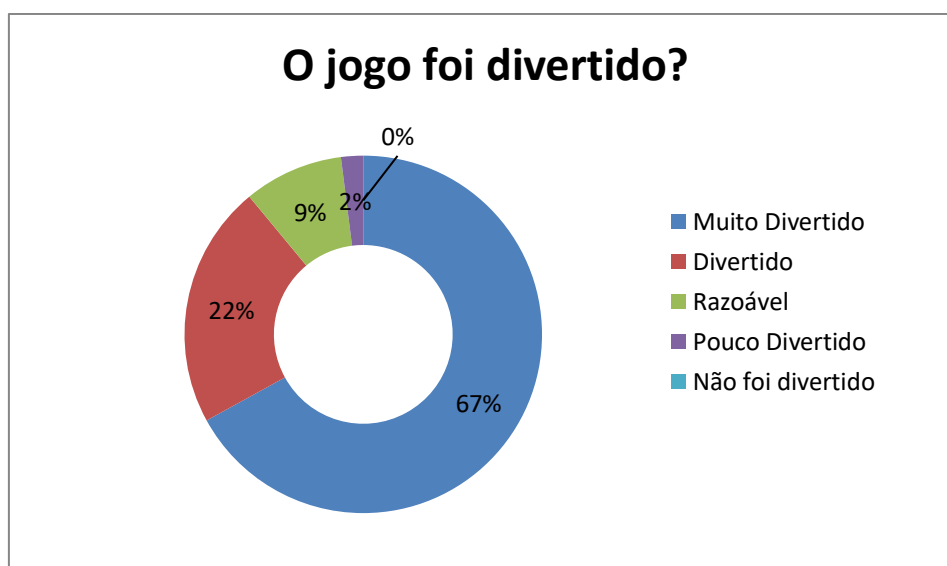
Gráfico 1: Média de pontos das equipes, em cada uma das tentativas.



Fonte: O autor

A experiência dos alunos ao jogar deve gerar imersão e uma satisfação em interagir com o jogo e seus desafios, que são compatíveis com o que foi ministrado em sala. O orientador da matéria fez um comparativo da exposição dos conteúdos em semestres anteriores e neste, em que o jogo foi utilizado em sala e foi percebido um grau de interesse elevado em participar da atividade lúdica e muitos solicitaram que outros conteúdos da disciplina fossem incluídos no jogo. Com isso, foi feita uma pergunta aos participantes sobre o quão divertido foi o jogo e, conforme mostra o Gráfico 2, foi concluído que os estudantes gostaram da iniciativa e se divertiram na jogatina.

Gráfico 2: Gráfico sobre pergunta feita aos alunos.



Fonte: O autor

5 Considerações Finais

O jogo *Speed Schedule* mostrou-se promissor como uma ferramenta para auxiliar os estudantes no estudo das políticas de escalonamento de processos, assunto constante na disciplina de Sistemas Operacionais. Conforme observado junto aos estudantes, o jogo facilitou a compreensão sobre os conteúdos propostos de maneira mais ágil e atrativa.

Conforme as observações feitas em sala, o *Speed Schedule* pode estimular o aprendizado e a concentração dos estudantes em compreender como uma política de escalonamento escolhe qual é o próximo processo a entrar na CPU de maneira lúdica.

Com este artigo foi possível destacar a importância do uso de jogos em sala de aula, com objetivos claros de melhorar o aprendizado dos estudantes e despertar o interesse para as disciplinas, principalmente aquelas em que se tem verificado um maior desinteresse e dificuldades no aprendizado.

Após a análise dos resultados obtidos junto aos estudantes, percebeu-se que o desenvolvimento de jogos não pode se limitar a um tópico da disciplina de Sistemas Operacionais, portanto, para pesquisas futuras, sugere-se desenvolver jogos para outros tópicos da disciplina, como por exemplo, as estratégias de substituição de páginas da memória RAM, os algoritmos de escalonamento do braço de leitura de um disco e a tradução de endereços virtuais em reais. Recomenda-se ainda, priorizar as disciplinas com maior índice de reprovação.

Outro ponto importante para pesquisas futuras é a análise da interface de interação com o jogador, para tornar o jogo mais atrativo e mais fácil de usar. Além disso, estudos futuros devem focar na análise de acessibilidade, para tornar o jogo iniludível aos portadores de deficiência.

Finalmente, após a publicação do trabalho e seu registro, o código fonte será liberado, em acordo com o titular do registro, para utilização de outros pesquisadores que queiram contribuir com seu desenvolvimento.

Referências

CARVALHO, Denise Schimitz; BALTHAZAR, Glauber da Rocha; DIAS, Carlos Rodrigo ; ARAÚJO, Marco Antônio Pereira; MONTEIRO, Paulo Henrique Rezende. Simulador para a Prática de Sistemas Operacionais. **In. Revista Eletrônica da FMG**, Juiz de Fora, 26 out. 2012.

CRUZ, E. H. M.; SILVA, V. P.; GONÇALVES, R. A. L. Sistema Operacional Integrado Simulado: Módulo de Entrada e Saída. **In. Proceedings of XIV ERI-PR 2007**, p. 89-98, 2007.

DEITEL, H. M.; DEITEL, ; CHOFFNES, D. R. **Sistemas Operacionais 3ª Edição**. São Paulo: Pearson, 2008.

FIGUEIREDO, R. T.; FIGUEIREDO, C. B. C. WarGrafos Jogo para Auxílio na Aprendizagem da Disciplina de Teoria dos Grafos. **In. Proceedings of SBGames 2011**, 2011.

GADELHA, R. N. S. et al. OS Simulator: Um Simulador de Sistema de Arquivos para Apoiar o Ensino/Aprendizagem de Sistemas Operacionais. **In. Proceedings of SBIE 2010**, 2010.

KIOKI, E. Y.; SANTIAGO, P. P.; SOARES, A. C. Um Simulador Didático como Ferramenta de Apoio ao Ensino da Disciplina de Sistemas Operacionais. **INICIA**, Santa Rita do Sapucaí (MG), p. 41-48, 2008.

LIMA, Thaiana; PACHECO, Beatriz; SANTOS, Rodrigo; WERNER, Cláudia; LIMOEIRO, Fernando. Desenvolvimento de Jogos Educacionais para o Ensino de Engenharia de Software. **In. Proceedings of SBGames 2011**, 2011.

MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. Um framework construtivista no aprendizado de Sistemas Operacionais – uma proposta pedagógica com o uso do simulador SOSim. **In. Proceedings of 10th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education**, 2005.

MUÑOZ, Y. J. Por que ter Jogos Eletrônicos em Sala de Aula? **In: VII Enpec – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Anais do Evento.**, Florianópolis: UFCS, 2009.

OLIVEIRA, G. P.; MARCO, A. S. Construção de Simuladores Gráficos para Teoria da Computação: uma proposta para o ensino do conceito de Máquinas de Turing. **In: IV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Anais do evento.**, Resende: AEDB, 2007.

REIS, F. P.; COSTA, H. A. X. **TBC-SO/WEB: Software Educativo para Aprendizagem de Gerência de Processos e Gerência de Memória em Sistemas Operacionais.** Universidade Federal de Lavras: Monografia, 2009.

RIBEIRO, T. P.; BERNARDES, R. L.; LOBO, E. A. Simulador de Rotinas do Sistema Operacional para Auxílio às Aulas Teóricas. **In. Proceedings of Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação 2014**, p. 737-748, 2014.

RIEDER, R.; ZANELATTO, E. M.; BRANCHER, D. J. Observação e Análise da Aplicação de Jogos Educacionais Bidimensionais em um Ambiente Aberto. **In: Taller Internacional de Software Educativo. Actas do IX Taller Internacional de Software Educativo.**, Santiago, Chile, 2004.

RODRIGUES, G. D. Jogos Eletrônicos na sala de aula: possibilidades de ensino através do lúdico e do digital. **In: Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação.**, Brasília, 2006.

SAVI, R.; BORGATTO, A. F.; VON WANGENHEIN, C. G. Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software. **In. Proceedings of 25th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)**, São Paulo, 2011.

SENA, V. F. **Um Software Educacional para o ensino de programação em C.** UnB. Brasília. 2011.

TANENBAUM, A. S. **Sistemas Operacionais Modernos 3ª Edição.** São Paulo: Pearson, 2010.

TONINI, G. A.; LUNARDI, S. Simulador para o Aprendizado de sistemas Operacionais. **In. Proceedings of SIRC 2006**, 2006.

TSUDA, Marcos; SANCHES, Vinícius Moro; FERREIRA, Thalles Gonçalves; OTSUKA, Joice Lee; BEDER, Delano Medeiros. Análise de métodos de avaliação de jogos educacionais. **In. Proceedings of SBGames 2014**, p. 158-166, 2014.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos.** Bookman editora, 2015.

Recebido em maio de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Roberto Tenorio Figueiredo

Estudante do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil, vivianni.santos@gmail.com

Dra. Vivianni Marques Leite dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil, vivianni.santos@gmail.com

Dr. Jorge Luis Cavalcanti Ramos

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Brasil, jorge.cavalcanti@univasf.edu.br

Abstração Refletida no Processo de Gênese Instrumental em Ambiente 3D

Abstractions Reflected in the Process of Instrumental Genesis in 3D Environment

Margarete Farias Medeiros
IFC/UFRGS

Marcus Basso
UFRGS

Resumo: Apresenta-se o recorte de uma pesquisa qualitativa e exploratória em curso sob a forma de estudo de caso. Investiga-se a apropriação do GeoGebra 3D pelo estudante de licenciatura em matemática. Tem-se como objetivo identificar uma conexão entre a Abstração Refletida e o processo de Gênese Instrumental do sujeito a partir da observação de condutas cognitivas em duas etapas: numa oficina instrumentada em ambiente 3D e numa de simulação de atividade docente neste mesmo ambiente. Cria-se um modelo para a conexão entre as duas teorias. Considera-se que o sujeito se apropriou do ambiente 3D quando tomou consciência das características do ambiente: dependência funcional geométrica; variação dinâmica para destacar a invariância geométrica; compreensão da limitação do ambiente estático do lápis e papel em relação ao ambiente dinâmico. Ao realizar as tarefas no ambiente e simular atividade docente, concluiu-se que o estudante realizou abstrações refletidas sobre o seu processo de gênese instrumental.

Palavras-chave: Abstração Refletida. Gênese Instrumental. Ambiente 3D.

Abstract: The clipping of a qualitative and exploratory research is presented in the form of a case study. The appropriation of GeoGebra 3D by the mathematics degree student is investigated. It aims to identify a connection between reflected abstraction and the process of instrumental genesis of the subject from the observation of cognitive behaviors in two stages: in a workshop instrumented in a 3D environment and in one simulation of teaching activity in this same environment. A model is created for the connection between the two theories. It is considered that the subject appropriated the 3D environment when he became aware of the characteristics of the environment: geometric functional dependence; dynamic variation to highlight geometric invariance; understanding of the limitation of the static environment of the pencil and paper in relation to the dynamic environment. When performing the tasks in the environment and simulating teaching activity, it was concluded that the student performed abstractions reflected on his process of the instrumental genesis.

Keywords: Reflected Abstraction. Instrumental Genesis. 3D environment.

1 Introdução

As pesquisas sobre a inserção da Tecnologia Digital (TD) na sala de aula (BONA, FAGUNDES e BASSO, 2012; SILVA, BARONE e BASSO, 2014; ABAR, 2017; ALQAHTANI e POWELL, 2017; ROCK, 2017; RUIZ-LÓPEZ, 2017; BACKENDORF e BASSO, 2018; NOTARE e BASSO, 2018) apontam as vantagens para a aprendizagem da matemática.

Pondera-se que o professor deve se utilizar de tais recursos para propiciar a aprendizagem; entretanto, a inserção da TD na prática docente depende da concepção do professor de matemática e da sua apropriação tecnológica, a qual pode ser apresentada sob a forma de resistência a sua inserção. Haspekian (2013) mostra que existem razões mais profundas para a resistência dos professores, sendo estas relacionadas ao impacto que a TD tem sobre a matemática a ser ensinada e a dificuldade, para os professores, na gestão desse impacto. Diante dessas considerações, entende-se que, se existe certa resistência por parte dos professores de matemática nessa inserção tecnológica, poder-se-ia diminuí-la, intervindo-se na formação inicial destes.

Este artigo apresenta um estudo de caso, no qual se investiga a apropriação tecnológica do GeoGebra¹ 3D por um licenciando em matemática. O estudo é parte de uma pesquisa em curso na qual estão sendo analisadas as condutas cognitivas e tarefas de cinco estudantes. Optou-se por expor resultados parciais de um desses casos, considerado como um caso exemplar por ter apresentado resultados positivos na primeira intervenção.

Para amparar o estudo, buscou-se apoio no mecanismo da Abstração Reflexionante e na teoria da Gênese Instrumental. Estabeleceu-se uma conexão entre a Abstração Refletida (PIAGET, 1995) e o processo de Gênese Instrumental (RABARDEL, 1995) do sujeito, quando submetido a uma sequência de tarefas no ambiente 3D e na simulação da função docente neste mesmo ambiente. Criou-se um modelo conectando a abstração refletida com o processo de gênese instrumental, propondo-se investigar o processo de abstração reflexionante, mais especificamente da abstração refletida, com tomada de consciência, quando o sujeito transforma o artefato em instrumento na construção de conceitos de geometria espacial.

Na seção que segue, expõe-se o quadro teórico caracterizando: o processo de gênese instrumental do sujeito; o mecanismo da abstração reflexionante, bem como estudos relacionados, os quais utilizaram-se deste mecanismo na Educação Matemática; a abstração refletida no processo de gênese instrumental.

Nas seções seguintes são destacados os objetivos e a metodologia. Nos resultados e discussões são exibidas as análises do caso em questão: das tarefas no GeoGebra 3D; das escritas do estudante; da conduta cognitiva na oficina instrumentada; da entrevista via formulário; da conduta na oficina de simulação de atividade docente e da entrevista inspirada no método clínico. Dando seguimento, apresentam-se as considerações finais sobre o estudo realizado.

¹ geogebra.org.br

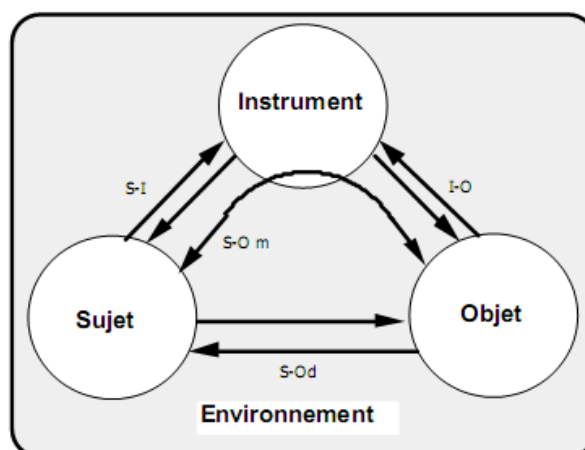
2 Quadro Teórico

Utiliza-se o quadro teórico fornecido pela abordagem instrumental (RABARDEL, 1995), os incrementos de TROUCHE (2000, 2003), os quais propõem ampliar o escopo desta abordagem, geralmente dedicada ao uso da TD e da atividade profissional dos professores. Além disso, a exposição do mecanismo da Abstração Reflexionante (PIAGET, 1995) constitui-se importante na medida que traduz a teoria da equilibração, possibilitando entender a tomada de consciência e, por esta, compreender o processo de abstração refletida do sujeito por ocasião das apropriações tecnológicas. Nas subseções seguintes, exibe-se uma breve explanação deste quadro teórico com exemplos de tarefas realizadas no ambiente 3D.

2.1 De um Artefato a um Instrumento

Rabardel (1995), no campo da ergonomia cognitiva, a partir das ideias tanto de Piaget quanto de Vygotsky, apresentou a abordagem instrumental como importante teoria para compreender a apropriação tecnológica, fazendo a distinção entre artefato e instrumento. Ele propôs um modelo chamado S.A.I. (*Situations d'Activités Instrumentées*) (figura 1), mostrando as diferentes interações entre sujeito, instrumento e objeto.

Figura 1 – Modelo S.A.I.



Fonte: Rabardel (1995, p. 53)

Segundo Curth (2015): "Um modelo na ciência é o resultado do processo de geração de uma representação abstrata para uma parte da realidade, seja esta um objeto, um fenômeno, um processo, um sistema ou qualquer outra coisa de interesse." Nesse modelo (figura 1), Rabardel (1995, p.53) representa o processo de gênese instrumental: "com este modelo ternário mostra-se a multiplicidade e complexidade de relações e as interações entre os diferentes polos (...)", o sujeito, o instrumento e o objeto.

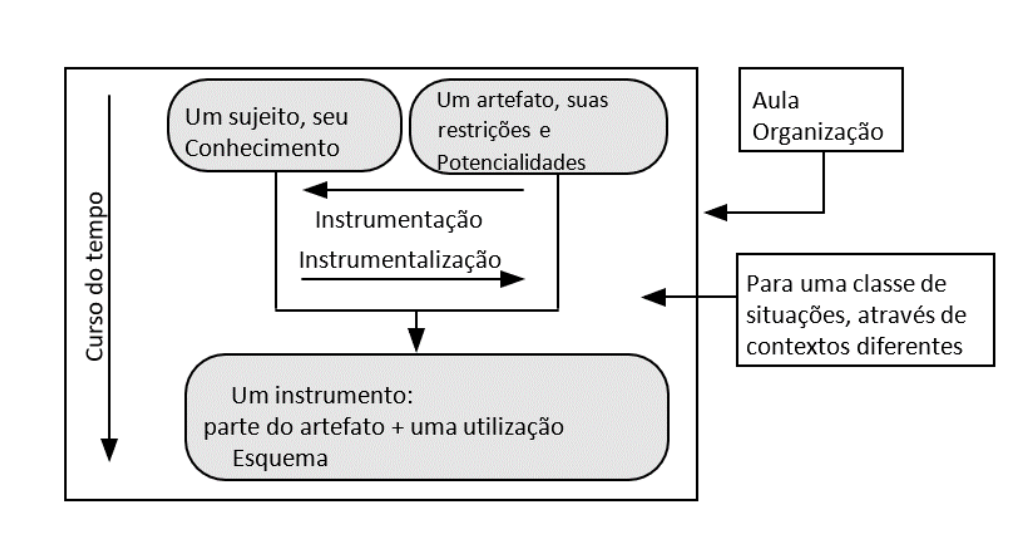
Para Abar e Alencar (2013, p. 353), esse modelo (figura 1) "evidencia as várias interações que intervêm nas atividades instrumentais: sujeito-objeto [S-O], sujeito-instrumento [S-I], instrumento-objeto [I-O] e sujeito-objeto mediada pelo instrumento [S(I)-O] (...)", as quais são desenvolvidas em um ambiente composto pelo conjunto de requisitos que o sujeito precisa considerar para fazer uma tarefa.

No que segue, mostram-se desdobramentos dessa teoria, na concepção de autores embasados em Rabardel (1995), os quais conceituam sujeito, instrumento e objeto, bem como situações em que serão exemplificadas as interações entre eles.

Drijvers e Trouche (2008) definem artefato como um objeto material ou não: um computador é um artefato material, e a linguagem matemática é um artefato abstrato; sendo que ambos são produzidos para a atividade humana. Para realizar essa atividade humana, o sujeito acrescenta a esse artefato um esquema (VERGNAUD, 1996), tem-se então a formação de um instrumento, uma entidade mista formada de artefato mais o esquema criado pelo sujeito (Rabardel, 1995). Essa transformação de artefato em instrumento é chamada por Rabardel (1995) de gênese instrumental (figura 1) formada por dois componentes: a instrumentação (orientada para o sujeito) e a instrumentalização (orientada para o artefato).

Maschietto e Trouche (2009) expõem o modelo (figura 2) embasado em Rabardel (1995), no qual esse processo de gênese instrumental ocorre mediante a realização de uma tarefa específica, sendo que o sujeito poderá utilizar-se apenas de uma parte do artefato no decorrer de um período.

Figura 2 – Gênese Instrumental

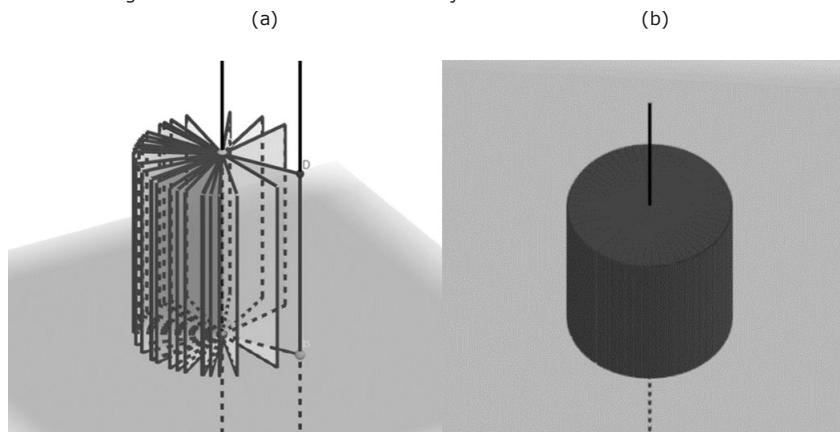


Fonte: Trouche e Maschietto (2009, p. 37)

Para exemplificar este processo (figura 1 e 2), mostra-se a produção de uma tarefa no GeoGebra 3D: a construção do cilindro circular de revolução (figura 3b). Tem-se o licenciando em matemática (o sujeito), o GeoGebra 3D (o artefato), o cilindro circular de revolução (o objeto – figura 3b). Para criar a tarefa, faz-se a restrição do uso das ferramentas automáticas oferecidas pelo *software*, em consequência o sujeito deverá construí-lo a partir das propriedades do objeto (restrições impostas). Inicia uma das componentes do processo de gênese, um artefato com suas restrições e potencialidades (instrumentação – orientada para o sujeito). O sujeito, de posse de seu conhecimento prévio (perpendicularidade e paralelismo: entre retas e planos; retângulo; circunferência; ângulos; rotação; dentre outros conceitos elementares – figura 3a), faz sua

construção respeitando os princípios da geometria dinâmica mantendo a estabilidade sob a ação do movimento.

Figura 3 - Cilindro circular de revolução construído no GeoGebra 3D.



Fonte: Os autores.

Formam-se novos esquemas (GUIN e TROUCHE, 2002) e, de posse desses, o sujeito cria uma ferramenta automática para a construção do objeto cilindro, e considera-se, nessa situação, a instrumentalização (orientada para o artefato), na qual o sujeito personaliza o artefato de acordo com as necessidades. Neste exemplo tratado, simulou-se o processo de gênese instrumental pessoal e, para que ocorra a gênese instrumental profissional, o sujeito, quando docente, deverá incorporar essa TD em sala de aula, oportunizando aos seus alunos a construção do conceito de cilindro circular de revolução.

2.2 O Mecanismo da Abstração Reflexionante

Na obra de Piaget (1995), tem-se a apresentação de diferentes formas de abstração, dentre elas, a abstração empírica, a qual é definida como aquela que retira qualidades observáveis dos objetos antes da ação do sujeito sobre o objeto. Por exemplo, quando se apresenta uma construção pronta no GeoGebra 3D de um cilindro circular reto (figura 3b), o sujeito poderá retirar a cor, ou seja, apenas a qualidade do que foi observado, não gerando, portanto, conhecimento científico.

Na produção realizada pelo sujeito (figura 3a) na qual ele, de posse de seus conhecimentos prévios, faz um *applet* do cilindro levando a construção do conhecimento do conceito cilindro circular reto, trata-se de uma abstração reflexionante do tipo pseudo-empírica, pois o sujeito retira qualidades não do objeto, mas da sua própria ação sobre o objeto.

Neste exemplo se vê a importância da abstração reflexionante do tipo pseudo-empírica, sendo que o conceito formado de cilindro circular não está no objeto construído, mas no próprio sujeito. Becker (2014, p. 106) afirma que a abstração pseudo-empírica é diferente da abstração empírica em profundidade “porque por ela o sujeito retira qualidades, não de objetos, ou de ações observáveis, mas das coordenações das ações que, por se realizarem internamente ao sujeito, não são observáveis”. A abstração pseudo-empírica é um meio para se chegar à abstração

reflexionante do tipo refletida, e nesta direção o GeoGebra 3D possibilita ao sujeito ter uma abstração refletida, uma abstração reflexionante com tomada de consciência.

Para clarear esta afirmação anterior, analisam-se os desdobramentos que a produção do cilindro circular reto (figura 3a) pode fornecer ao sujeito. Ao movimentar o *applet*, o sujeito poderá começar a observar e retirar características das suas ações, levando-o a conjecturar que qualquer cilindro circular reto poderá ser obtido pela rotação de um retângulo em torno de uma reta que contenha um de seus lados, e que, o outro lado deste retângulo, constitui-se do raio do círculo da base desse cilindro. Considera-se, nesse contexto, que o sujeito teve uma abstração refletida, reflexionante com tomada de consciência, pois generalizou para os cilindros circulares retos. Desta conjectura forma-se o conhecimento científico matemático, a partir da qual o sujeito generaliza para o infinito, para todos os cilindros circulares retos.

Diversos estudos têm sido feitos em Educação Matemática utilizando-se do mecanismo da abstração reflexionante e da TD. Dentre estes estudos cita-se o trabalho de Bona, Fagundes e Basso (2012), os quais utilizaram como ambiente de aprendizagem para alunos do segundo ano do ensino médio o *Facebook*, como uma maneira de aprender a aprender matemática. Silva, Barone e Basso (2014) elaboraram um trabalho com alunos da graduação e com professores de matemática utilizando-se do GeoGebra para construção de conhecimento matemático envolvendo as Cadeias de Markov. Também se destaca o trabalho de Backendorf e Basso (2018) expondo uma pesquisa com alunos do curso superior, que tratou da construção do conceito da integral dupla por meio do GeoGebra. E, por fim, Notare e Basso (2018) trazendo uma discussão a partir de uma pesquisa com professores em formação, sobre as contribuições que o GeoGebra pode proporcionar em relação a problemas de geometria, cujos problemas necessitam de argumentação e prova. As referidas pesquisas contribuíram para o estudo em questão, pois mostraram como a TD pode colaborar para o ensino e aprendizagem da matemática em diversos níveis de ensino, além de se utilizarem do mecanismo da abstração reflexionante para compreender a construção de conhecimento do sujeito.

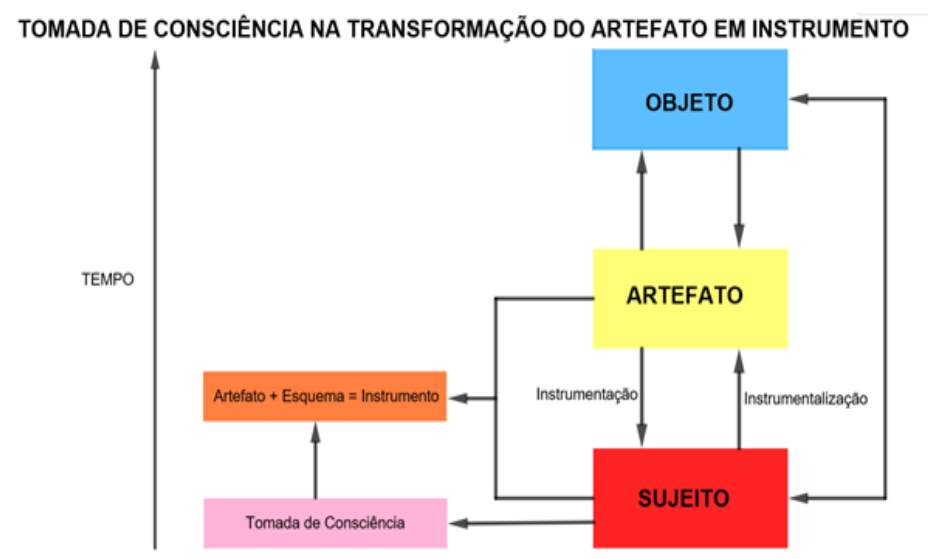
2.3 Abstração Refletida no Processo de Gênese Instrumental

Iniciou-se esse quadro teórico expondo o processo de gênese instrumental (RABARDEL, 1995) e, a seguir, o mecanismo da abstração reflexionante (PIAGET, 1995). Nesta subseção, procurar-se-á aproximar essas duas teorias, destacando-se as características do ambiente GeoGebra 3D para esclarecer como se propõe essa conexão.

O GeoGebra 3D vem de uma família de ambientes de geometria dinâmica (DGE) tendo três características: dependência funcional geométrica; variação dinâmica para destacar a invariância geométrica; diferenças entre o ambiente dinâmico do GeoGebra 3D e o estático do lápis e papel - consideradas fundamentais para a incorporação tecnológica do licenciando em matemática.

Para compreender o objeto de estudo, criou-se um modelo (figura 4), baseado no modelo (figura 1) de Rabardel (1995) e no modelo (figura 2) de Maschietto e Trouche (2009). Um modelo, segundo Curth (2015), pode ser a representação abstrata de um processo por meio de palavras simples, ideias ou esquemas. Procurou-se criar, então, um modelo simplificado (figura 4) utilizando palavras as quais caracterizassem cada componente do processo.

Figura 4 – Abstração refletida no processo de gênese instrumental



Fonte: Os autores.

A gênese instrumental foi representada por: um sujeito (um licenciando e seu conhecimento), um artefato (o GeoGebra com suas potencialidades e restrições), um instrumento (o artefato ou parte dele, acrescido dos esquemas do sujeito), um objeto (uma tarefa de geometria). Neste contexto formam-se os dois componentes da gênese instrumental: a instrumentação (orientada para o sujeito) e a instrumentalização (orientada para o artefato). O sujeito, ao tomar consciência de sua instrumentação, da transformação do artefato em instrumento (artefato mais os esquemas formados pelo sujeito), tem uma abstração refletida, retirando qualidades das coordenações das suas ações. Uma abstração refletida é uma abstração reflexionante com tomada de consciência. Nesta situação tem-se uma abstração refletida sobre o processo de gênese instrumental no curso do tempo (figura 4).

Comparando o modelo de Maschietto e Trouche (2009) com este modelo (figura 4), observa-se que foi acrescentado o mecanismo da abstração reflexionante, uma abstração refletida com a tomada de consciência, no processo de gênese instrumental, se criando, portanto, uma conexão entre estas duas teorias. O modelo (figura 4) segue a ideia de Curth (2015), servindo para analisar, descrever, explicar e simular como funciona este processo. Propõe-se que, quando o sujeito tomar consciência de que transformou o artefato em instrumento, ele terá realizado abstração refletida sobre sua apropriação tecnológica, sobre suas próprias ações, em relação às três características do GeoGebra 3D mencionadas anteriormente. Por meio desta apropriação ele conseguirá inserir na sua vida profissional, podendo-se entender que ocorreu a gênese instrumental profissional. Considera-se que ocorrerá a gênese profissional quando o sujeito tomar consciência de sua própria instrumentação em relação às características elencadas anteriormente do GeoGebra 3D e, assim, incorporar na sua atuação docente.

3 Objetivos

Neste estudo investiga-se, na formação inicial de professor de matemática, a apropriação do GeoGebra 3D na construção de conhecimento geométrico espacial. Nesta apropriação da TD, busca-se identificar uma conexão entre a Abstração Refletida e o processo de Gênese Instrumental do sujeito, quando submetido a uma sequência de tarefas: quando usuário do ambiente 3D e na simulação da função de professor neste mesmo ambiente.

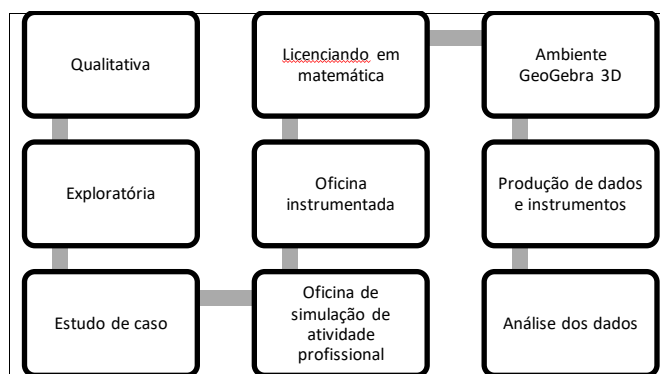
Elencam-se como objetivos específicos: identificar processos de gênese instrumental pessoal e profissional do licenciando a partir da observação de suas condutas cognitivas frente à construção de *applet* e figuras geométricas no GeoGebra 3D; discutir sobre a importância de esse professor em formação ter contato com esse tipo de tecnologia para o ensino e aprendizagem da matemática.

4 Método

Utilizou-se uma metodologia qualitativa e exploratória (Flick, 2009) sob a forma de estudo de caso (Ponte, 2006), com aproximação ao sujeito em seu ambiente natural, no laboratório de informática da instituição de ensino na qual ele estava inserido.

Para dar conta do estudo, traçou-se o curso descrito na figura 5.

Figura 5 – Metodologia da pesquisa



Fonte: Os autores.

O estudo foi realizado em duas etapas, com o intuito de na primeira, observar a conduta cognitiva quanto à gênese pessoal; e, na segunda, quanto à gênese profissional. A primeira etapa foi constituída de cinco oficinas instrumentadas, na disciplina de Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática (TDEM), nas quais o estudante foi submetido às tarefas no ambiente 3D sobre geometria espacial. Cada oficina, com exceção da primeira, a qual tinha seis tarefas, foi formada de cinco tarefas nas quais o estudante deveria construir representações dinâmicas, procurando se apoiar em relações matemáticas e nos princípios da geometria dinâmica (figura 6). A sequência de tarefas compôs-se de uma parte inicial, a qual exibiu ideias sobre a geometria, figuras, conceitos ou fatos para uma breve contextualização, direcionando às construções no GeoGebra 3D.

Figura 6 – Exemplo de tarefa

TAREFA 1: Poliedros

Um poliedro convexo é chamado de poliedro regular quando satisfaz as seguintes condições:

- Todas as faces são polígonos regulares e congruentes entre si.
- De cada vértice partem o mesmo número de arestas.

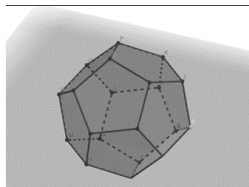


Figura 24 - Dodecaedro – construção no GeoGebra 3D.
Fonte: O autor.

Um cubo (hexaedro regular) pode ser inscrito em apenas um dos poliedros regulares: icosaedro, dodecaedro, octaedro, hexaedro ou tetraedro; de modo que seus vértices coincidam com os centros das faces de tal poliedro. Faça uma construção no GeoGebra inscrevendo o cubo em tal poliedro. Estabeleça a relação entre as arestas do cubo e as arestas do sólido em questão.

Fonte: Os autores.

Na primeira oficina, a primeira tarefa se referiu à exploração mais livre com orientações do pesquisador. A partir da segunda tarefa o estudante teve que produzir no GeoGebra 3D, com a mínima intervenção do pesquisador, sem usar comandos automáticos do software.

Na segunda etapa, o estudante participou de uma simulação de atividade docente, como professor, utilizando o mesmo ambiente 3D, tratando de geometria plana e espacial. A oficina foi ofertada para professores no mesmo laboratório das atividades executadas na primeira etapa. Os ouvintes não fizeram parte da análise de dados, visto que somente o licenciando estava sendo analisado.

As atividades foram individuais, com exceção da oficina de simulação de atividade docente, na qual foram formadas duplas, apenas para que cada estudante auxiliasse no manuseio do computador, isto é, enquanto um era o licenciando formador o outro era somente o auxiliar.

Para responder ao problema de pesquisa e contribuir no processo de análise dos dados, aplicou-se como instrumentos de produção de dados: vídeo (oficina instrumentada – 5 encontros (3h30min cada – disciplina de TDEM)); protocolo de construção das atividades no GeoGebra 3D; entrevista – formulário *Google docs*; entrevista com aproximação ao sujeito sendo inspirada no método clínico; vídeo (oficina – simulação de atividade profissional – sujeito formador – 5 turnos de 3h cada); escrita do sujeito; observação da conduta cognitiva do sujeito *in loco*.

Apresentam-se a seguir os resultados e discussões desta intervenção.

5 Resultados e Discussão

Diante da quantidade de dados produzidos a partir dos instrumentos já descritos, resolveu-se apresentar parte dos dados (de três tarefas e seus protocolos de construção; da escrita do estudante e do vídeo da primeira oficina instrumentada; da entrevista via *Google docs* e da entrevista inspirada no método clínico; do vídeo da primeira e da última oficina de simulação de

atividade profissional) os quais evidenciaram que o licenciando realizou abstração refletida no processo de gênese instrumental.

A escolha do estudante Tiago², com a idade de 19 anos, se deu pelo fato de que ele foi o primeiro a apresentar uma conduta corroborando com o modelo proposto (figura 4). Considerou-se um caso exemplar, sendo que os demais casos da turma estão sendo analisados separadamente, buscando evidências para comprovar o modelo. Pondera-se que, de acordo com o modelo, o processo ocorre num período, sendo que cada sujeito poderá apresentar evidências em tempos diferentes.

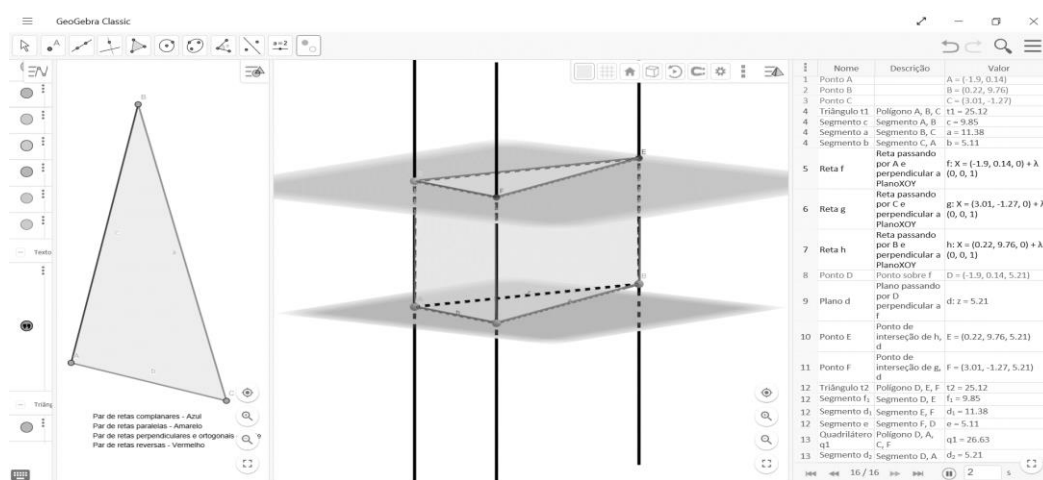
Neste estudo não se está pensando em generalizar para a turma em questão, visto que, segundo Ponte (2006, p. 15), não faz sentido “formular conclusões sob a forma de proposições gerais. Poderá haver, isso sim, a formulação de hipóteses de trabalho a testar em outras investigações”. Considera-se, portanto, que “outras investigações” neste contexto são as “condutas cognitivas dos outros estudantes” da turma em que Tiago estava inserido.

5.1 Análise das Tarefas

Analisaram-se inicialmente as resoluções das tarefas por meio de suas construções e dos seus protocolos, observando as características da DGE já mencionadas anteriormente na seção 2.3.

Da primeira oficina foram analisadas as tarefas de número dois, três e seis. A segunda tarefa (figura 7) apresenta o tema de posição entre as retas no espaço, e Tiago mostrou habilidade para construir, cuja habilidade se evidenciou na forma como os objetos foram criados.

Figura 7 - Tarefa 2 (posição de retas no espaço)



Fonte: Os autores.

Inicialmente criou três pontos distintos e não colineares, A, B e C, a partir dos quais construiu um triângulo para a base de seu prisma. Em seguida traçou retas perpendiculares ao plano, passando pelos pontos A, B e C. Marcou o ponto D em uma das retas e criou um plano *d* paralelo à base do prisma. Achou os pontos E e F de interseção das retas com o plano *d*. Escondeu as

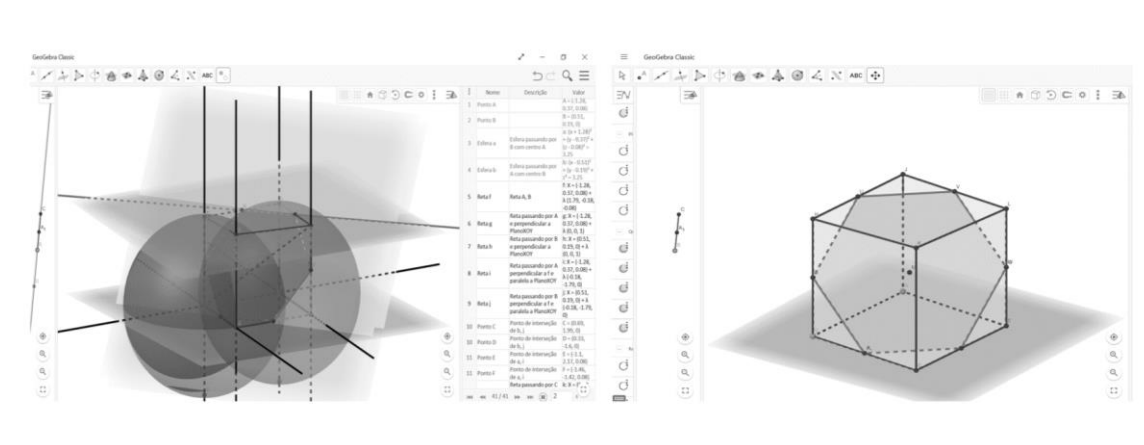
² Nome fictício.

retas suportes, construiu os polígonos constituindo a área lateral do prisma e indicou corretamente com cores os segmentos de retas (arestas do prisma) destacando suas posições.

Tiago forneceu indícios de que planejava suas construções antes de executar, pois não se encontrou nenhum erro na construção, além de ela (a construção) manter a estabilidade sob a ação de movimentos. Realizou-se a movimentação da construção e verificou-se que esta (a construção) manteve a estabilidade, não se deformando. Considerou-se que Tiago mostrou indicativos de que se apropriou do *software*, pois as duas primeiras tarefas foram executadas sem erro e apresentaram evidências de que ele planejou antes de construir, além de ter escondido os objetos que serviram de auxiliares para a construção.

Na terceira tarefa (figura 8), ele construiu primeiro o cubo por meio de suas propriedades: retas paralelas, perpendiculares, planos paralelos, pontos de interseção entre as retas e o plano, polígonos para as faces. Inicialmente ele se utilizou de duas esferas, uma com centro em A passando por B, e outra com centro em B passando por A. O uso da esfera foi feito, segundo Tiago, valendo-se da ideia de como ele sabia construir um quadrado utilizando duas circunferências, e como o cubo é figura espacial, então se utilizou da esfera.

Figura 8 – Tarefa 3 (posição entre planos)

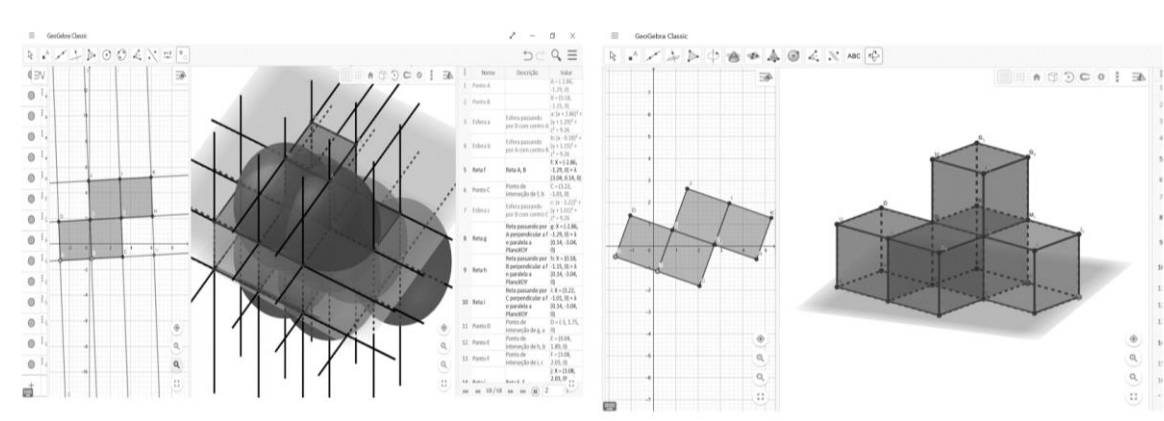


Fonte: Os autores.

A partir do cubo feito ele destacou a sua diagonal com seu ponto médio M, bem como o plano d que passa pelos vértices B, J e E. Em seguida criou um plano n paralelo a d passando por M. Indicando, logo após o polígono formado, ou seja, o hexágono regular. Tiago escondeu os objetos, deixando apenas o que aparece na figura a seguir (figura 8 à direita). Novamente a construção era estável e preservava as propriedades dos objetos geométricos construídos.

Na sexta tarefa (figura 9) ele poderia se utilizar de ferramentas automáticas do cubo visto que já tinha domínio da construção do cubo por meio de suas propriedades; no entanto, preferiu realizar sua construção utilizando sete esferas para a construção dos cubos. Notou-se a disponibilidade para trabalhar no GeoGebra 3D, procurando realizar a tarefa com qualidade. Nos seus arquivos verificou-se que Tiago mostrou corretamente as vistas da construção dada na tarefa.

Figura 9 – Tarefa 6 (vistas).



Fonte: Os autores.

Pode-se afirmar que Tiago, nesta primeira oficina instrumentada, desenvolveu habilidades em relação às características do *software*, evidenciados pelas construções com dependência funcional, estabilidade sob a ação de movimentos e pelas etapas construídas, mostrando fortes indícios de abstração refletida em relação à sua gênese pessoal.

5.2 Análises das escritas

A cada encontro o estudante deveria escrever as etapas de sua construção; suas ideias, seus pensamentos, suas emoções; as dúvidas e dificuldades que surgiram durante a construção; estratégias que usariam para resolver com lápis e papel, caso necessário.

O estudante Tiago fez uma escrita sobre a tarefa dois mostrando a facilidade na utilização do *software*, além de apresentar o conhecimento matemático procurando colocar retas que não coincidisse em duas categorias. Também mencionou a construção do prisma como sendo ações comuns para ele.

"Na tarefa 2, onde pedia-se que construísse um prisma de base triangular, destacando retas paralelas, ortogonais, reversas, perpendiculares e coplanares, não tive muitas dificuldades, pois a construção de retas ortogonais e fazer um plano paralelo a base do triângulo para formar o prisma já eram ações comuns para mim. Fora isso, tive que pensar um pouco em quais pares de segmentos separar, para não coincidir em duas categorias, assim como pensar em como os segmentos perpendiculares também são ortogonais (TIAGO, 2018)."

Notou-se que ele se utilizou de conhecimentos prévios para fazer a construção, e isso se observou quando ele afirmou que se utilizou dos mesmos pensamentos da aula anterior quando foi formar a figura "quadrado".

"Na tarefa 3, onde pedia-se que construísse um cubo, e reparasse na seção formada por determinada intersecção de plano e poliedro, tive um pouco de dificuldade ao pensar em que forma passar do quadrado para o cubo, mas em questão de tempo, e utilizando os mesmos pensamentos que usei na aula anterior para formar o quadrado, consegui tranquilamente. Também perdi um pouco de tempo para achar as intersecções com a secção do plano com o poliedro, mas identifiquei rapidamente o hexágono formado (TIAGO, 2018)."

Em relação à sexta tarefa, ele também buscou seus conhecimentos prévios, quando afirmou que já tinha treino suficiente para a montagem de cubo. Observou-se que em apenas uma oficina ele já considerava que tinha apropriação das características do *software*, evidenciando uma abstração refletida sobre seu processo de gênese instrumental. Além disso, ele mencionou o uso de uma outra ferramenta, a qual não havia sido tratada na tarefa, apresentando-a para mostrar a vista do objeto 3D.

"Na sexta tarefa, que pedia para construirmos a figura que foi mostrada, como eu já tinha bastante treino em montagem de cubo, fiz de forma bastante rápida, interligando os quadrados das faces em retas perpendiculares, fazendo a intersecção entre as retas e entre reta e esfera, entre outros passos. Após finalizar, aprendi então como funcionava a ferramenta 'Vista para frente de' do GeoGebra, que nos permite ter uma visão da construção em determinado ângulo que se peça (TIAGO, 2018)."

De acordo com a escrita dele, ficou evidente em vários momentos a apropriação das características do GeoGebra 3D: o planejamento das construções; a utilização de estratégias anteriores (conhecimentos prévios em relação a construção de outro objeto matemático) para a nova construção; a exploração de novas ferramentas buscando a evolução dos esquemas (GUIN e TROUCHE, 2002).

5.3 Observação da conduta cognitiva na oficina instrumentada

Analisando-se o vídeo do primeiro encontro da primeira etapa, observou-se que Tiago construiu um cubo utilizando-se da ideia de como fazer um quadrado no plano, ou seja, para construir o quadrado ele se utilizou de duas circunferências, e no espaço, de duas esferas, buscando estabelecer o mesmo tamanho de três arestas que partem de um mesmo vértice. Nesse sentido, já se verificou que ele procurou construir suas tarefas observando as propriedades dos objetos matemáticos. No vídeo encontrou-se a conexão entre as atividades construídas e sua escrita, ou seja, verificou-se que sua construção e fala foram comprovadas na análise do vídeo.

Tiago resolveu corretamente a tarefa três, posição entre planos, e sua construção manteve a estabilidade sob a ação de movimentos.

O estudante chamou o pesquisador para explicar que o *software* fez algumas restrições em relação à intersecção de objetos (restrições impostas pelo *software* levam à formação de novos esquemas) (GUIN e TROUCHE, 2002) e mostrou como conseguiu fazer as intersecções, buscando outra forma de resolver o problema. Durante a oficina, ele se concentrou, pesquisou na *web* sobre conceitos matemáticos e, quando não conseguiu sozinho, buscou a ajuda do pesquisador na interpretação do enunciado da tarefa. Observou-se que na primeira oficina Tiago auxiliou os colegas, perguntando como eles fizeram; tirou dúvidas buscando identificar os erros nas construções. Fez indagações para eles levando-os a refletirem sobre as tarefas (evidências de gênese instrumental profissional).

Pela conduta cognitiva apresentada no vídeo, ponderou-se que Tiago tinha apropriação das características do *software* (gênese instrumental pessoal) e, a partir dos auxílios aos colegas,

caracterizando a gênese instrumental profissional, além de apresentar indícios de ter realizado uma abstração refletida sobre o seu processo de gênese instrumental.

5.4 Análise da entrevista via formulário

A partir da entrevista via formulário, constatou-se que Tiago se considerava integrado tecnologicamente em sua vida pessoal, e, se estivesse formado, levaria a TD para a sala de aula. Afirmou que a TD é muito promissora em diversos aspectos dentro da sala de aula, mas se o professor não estiver *"bem apropriado da tecnologia"*, uma *"aula tradicional se sobrepõe. Isso porque sem um devido preparo do professor, pode acabar mais confundindo do que fazendo com que o aluno aprenda"* (TIAGO, 2018)."

Questionado sobre a inserção de TD em seu estágio de docência, ele apontou que era uma situação bem delicada, pois dependia da turma e da estrutura física da escola. Ele achava difícil de aplicar a tecnologia na escola na qual ele pretendia estagiar, porém tinha interesse em inseri-la. O estudante afirmou não ter medo de inserir a TD na prática docente, destacando que todo professor *"deveria sentir é um sentido desafiador. Isso porque sabemos que a tecnologia ajuda bastante, e o medo deve ser convertido em coragem para explorar as tecnologias, apropriá-las e posteriormente integrar a tecnologia em sala de aula, com segurança de que tudo, ou quase tudo, ocorrerá de forma satisfatória"* (TIAGO, 2018).

O estudante não tinha tecno-ansiedade, mostrava atitude positiva em relação à inserção dos computadores na sala de aula, sentia-se preparado, tinha confiança na utilização da TD.

Ele avaliou que um professor que não utilizava TD para ensinar matemática poderia ser um professor de atitude negativa em relação a ela, ou talvez *"mais velho, que não tem a mínima intenção de mudar a forma que sempre deu aula, isso acontece bastante. Eu acho que a comodidade que essas pessoas estão, afeta isso de forma muito negativa, e que dessa forma eles nunca buscarão por mais conhecimento na área da tecnologia. São pessoas estagnadas ou sem a perspectiva de evolução dentro da área da educação"* (TIAGO, 2018)."

Disse que se apropriou do GeoGebra e que já usou a maioria das ferramentas, e as mais importantes. *"Óbvio que se partirmos para questões muito específicas encontrarei dificuldades, mas com o leque de opções que já disponibilizo para realizar no software, considero que consigo sim, produzir muita coisa"* (TIAGO, 2018)."

Ele apresentou características do GeoGebra, tais como *"criar, modelar e manipular livremente formas geométricas, além de estudo de funções, propriedades, (...)"* (TIAGO, 2018)."

Ao finalizar sua fala, apontou algumas dificuldades que considerava ao realizar as construções: *"são no sentido de saber a ordem em que as coisas têm que ser construídas, para que um objeto dependa do outro, e assim formar o que se deseja. (...) figuras espaciais específicas, como um cone equilátero, por exemplo, onde uma parte da figura depende da outra, e não se pode utilizar medidas, e sim as propriedades"* (TIAGO, 2018)". Nessa fala verificou-se que ele tinha consciência da característica da dependência funcional, quando falou da ordem em que os objetos deveriam ser construídos.

5.5 Observação da conduta cognitiva na simulação de atividade docente

A organização das apresentações da oficina obedeceu aos seguintes critérios: formação de duplas para apresentar construções de geometria plana e espacial no GeoGebra 3D; explicação das funções das ferramentas; apresentação da construção mostrando todas as suas etapas.

A formação de dupla foi criada tão somente para que um aluno auxiliasse o outro na inserção de ferramentas, sendo que o apresentador era o responsável por mostrar como a construção deveria ser feita, além de explicar a função de cada ferramenta. Não se fez a análise da conduta da dupla de Tiago, visto que somente a conduta deste era o objeto de análise neste momento.

Tiago atuou como professor em duas oficinas - 20/10 e 27/11 -, além de, nas outras três, dar auxílio diretamente ao cursista em seu computador. Nesse primeiro dia de oficina de simulação de atividade docente (20/10/2018), o pesquisador iniciou apresentando o *software*, o site do *geogebra.org* e trabalhou construções. Após, Tiago e seu parceiro ficaram responsáveis de guiar os cursistas, em torno de 2h de duração. Os demais alunos, os quais faziam parte da pesquisa, ficaram auxiliando os cursistas em seus computadores. Registra-se aqui que os estudantes já tinham participado de três oficinas instrumentadas (04, 11 e 18/10) anteriores ao primeiro encontro da oficina de simulação de atividade docente.

Neste momento tratar-se-á somente da análise da conduta de Tiago em relação ao auxílio prestado ao seu colega. Observou-se que Tiago auxiliou com competência, manipulando rapidamente as ferramentas, mostrando facilidade e tranquilidade. Não se limitou a manipular o computador, em diversos momentos procurou ajudar com explicações sobre as propriedades das figuras construídas. Mostrou que tinha conhecimento das versões do *software* e atalhos do teclado. Houve momentos em que ele questionou os cursistas sobre as propriedades das figuras e como poderia fazer demonstrações (prova). Mesmo atuando como auxiliar, ele explicou como fazer a construção bem como os conceitos matemáticos envolvidos. Enquanto os cursistas foram trabalhando, ele chamava seu colega e lhe dava instruções. Nessa primeira participação, Tiago trabalhou com figuras planas, tais como construção de triângulos equiláteros e quadrados, bem como a utilização do menu das transformações geométricas, sempre por meio das propriedades das figuras.

No dia 27/11/2018, último encontro da oficina de simulação de atividade docente, com os cinco encontros da oficina instrumentada já realizados, Tiago atuou como o apresentador principal (aproximadamente 1h30min), guiando as construções no *software*, enquanto seu colega atuava como auxiliar. Seu colega se limitou a manipular as ferramentas, não interferindo na apresentação de Tiago.

Nessa oficina ele trabalhou com sólidos (cubo e cilindro) inscritos e circunscritos à esfera. O estudante questionou, por exemplo, como circunscrever uma esfera a um cubo: "*E agora como nós vamos fazer para uma esfera passar pelos vértices desse cubo? Alguém tem alguma ideia?*" (TIAGO, 2018)". Foi perguntando e destacando quais as relações entre os elementos do cubo e da esfera, sugerindo estabelecer uma relação entre a aresta do cubo e o raio da esfera.

O pesquisador, à medida que Tiago ia apresentando, foi fazendo questionamentos, procurando verificar as apropriações em relação aos conhecimentos matemáticos e às características do *software*. Um dos objetivos foi provocar o aparecimento de situações as quais ele não tinha se

preparado para responder, situações que o *software* proporcionou além do que tinha programado para trabalhar com os cursistas. Ele conseguiu responder corretamente aos questionamentos dos cursistas e do pesquisador.

Notou-se que Tiago, à medida que foi guiando a construção, também destacou restrições do *software* e apresentou formas de resolver essas situações de restrição. Faz-se aqui uma relação com o componente da gênese instrumental, a instrumentação orientada para o sujeito, a ação instrumental: a instrumentação "é relativa ao surgimento e evolução dos esquemas de um sujeito para a execução de uma determinada tarefa" (GUIN e TROUCHE, 2002, p. 205). Considera-se a evolução dos esquemas de Tiago, contornando as restrições do *software* e atingindo seu objetivo na construção do objeto matemático. Observa-se uma evolução dele em relação ao primeiro encontro da oficina na qual era auxiliar, no sentido de apropriação do *software*, mostrando apropriação dos princípios da DGE, além de apresentar evidências de ter realizado abstrações refletidas sobre essa apropriação.

5.6 Análise da entrevista inspirada no método clínico

No que segue, apresentam-se as falas mais evidentes a partir das quais concluiu-se que Tiago realizou abstrações refletidas sobre o seu processo de gênese instrumental, indicando a validação do modelo (figura 4) aplicado a este caso.

A entrevista, inspirada no método clínico, deu-se numa sala de filmagens da instituição X, sendo que nesta se encontrava apenas Tiago e o pesquisador. Ela foi filmada para melhor análise das falas dele e foi fundamentada nas questões tratadas na entrevista via formulário.

Tiago se considerava inserido tecnologicamente, tanto em conhecimento de *hardwares*, *softwares*, tais como planilha eletrônica; já fez curso de montagem de computadores, porém não quis seguir na área da computação. Seu conhecimento tecnológico foi adquirido por interesse pessoal e por necessidade.

Foi questionado sobre a inserção de TD na sala de aula: *"Com certeza, a ideia seria sempre buscar esse tipo de inserção, acho isso muito válido. Mas, tem outros problemas nessa equação. Então, na medida do possível sim, porque por exemplo, para trabalhar com o GeoGebra, depende muito de estrutura. Porque uma atividade onde o professor está fazendo no GeoGebra e só mostrando para os alunos não difere tanto assim de uma aula em quadro. Então, assim, conforme for possível utilizar, eu tenho muito interesse sim, em utilizar isso (TIAGO, 2018)."* Observou-se que Tiago gostaria de utilizar um ambiente no qual o aluno pudesse estar em ação, ou seja, trabalhando com o software e não um mero expectador. Ele seguiu a ideia de Piaget (1958), na qual a ação leva a construção do conhecimento. Ele destacou o uso da TD para aprendizagem e para a motivação do aluno em relação à matemática. Acrescentou que no GeoGebra, com uma prática boa do professor no sentido que não é só levar a TD para sala de aula, *"é possível fazer os alunos pensarem muito (...) dependendo da idade, eles irão querer comparar resultados, caminhos diferentes, essa possibilidade de interação muito grande, assim, tanto entre o aluno e o objeto, tanto quanto entre os alunos, essa gama de possibilidades que se abre assim com o GeoGebra é muito, muito interessante para o ensino da matemática (TIAGO, 2018)."*

Percebeu-se que o estudante tinha conhecimento da abertura que o *software* proporciona, ou seja, a utilização deste faz com que o aluno não fique limitado à atividade proposta pelo professor. Cria-se, ao utilizar o GeoGebra, uma oportunidade de o aluno ir além do que o professor propõe, gerando no aluno a liberdade de aprender.

Foi questionado sobre as dificuldades encontradas em relação às atividades. De acordo com Tiago, uma das dificuldades foi em relação à interpretação do que deveria ser realizado. No começo ele não via muitos caminhos, porque não conhecia muito bem as ferramentas, depois que ele já pode construir um triângulo por meio das propriedades, observou que poderia levar essa ideia para construir outras figuras, e ir usando rotações, reflexões, translações, dentre outras ferramentas. A partir daí ele teve mais opções e começou a arquitetar como iria construir com as ferramentas que possuía; ele enfatizou que primeiro tinha que assimilar o que precisaria fazer.

Nesta fala inferiu-se que ele já se apropriou das características de dependência funcional e estabilidade sob a ação de movimentos, pois afirmou que poderia se utilizar da ideia de construir um triângulo para construir outras figuras.

Também destacou as restrições que o *software* apresentou quando foi trabalhar com a geometria espacial, o que o software deixava ou não fazer, sendo que teve que achar uma forma de ultrapassar essa restrição e fazer a construção. Percebe-se aqui um dos componentes da gênese instrumental, a instrumentação orientada para o sujeito (GUIN e TROUCHE, 2002).

Falou que teve que relembrar propriedades e citou o conceito do ângulo polédrico, o qual não lembrava, tendo que resgatar esse conhecimento para poder fazer a sua construção no GeoGebra 3D. No início das tarefas ele fazia mais por tentativa e erro; no entanto, sabia que dava para fazer daquele jeito, ia construindo e vendo onde iria parar, posteriormente já fazia um planejamento prévio até certa etapa, além de fazer experimentações.

Comparou-se duas construções: uma de um quadrado feita com compasso, régua e esquadro (físicos) num ambiente lápis e papel e outra, da mesma figura, no GeoGebra. Solicitou-se a ele que destacasse se existia diferença entre essas construções e, caso houvesse, se ele poderia apontar quais. Ele apontou como diferença a precisão na construção no GeoGebra, a posição das figuras, que no papel ficaria "rígida", o que se entende como fixa, e que o GeoGebra tem a movimentação que ajuda a mostrar a invariância. Notou-se que ele mostrou a característica da DGE, a estabilidade sob a ação de movimentos.

Também falou das leituras que fez sobre a utilização do GeoGebra, as quais apoiaram a utilização desse *software*, facilitado a organização lógica dos pensamentos, o pensar; destacou a dependência funcional, contribuindo para a construção do conhecimento.

Quanto à apropriação do GeoGebra 3D ele afirmou que já tinha conhecimento suficiente para dizer que já se apropriou, sendo que conseguiria relacionar os conhecimentos matemáticos com as possibilidades criadas pelo *software*.

Diante de tais considerações feitas por Tiago, identificou-se indícios de que ele teve consciência da sua gênese pessoal e profissional e, nesse sentido, pode-se concluir que devido a essa tomada de consciência das características do *software* ele manifestou essa posição a favor da inserção do GeoGebra em sala de aula. Considerou-se, portanto, que o modelo (figura 4)

reflete que o sujeito irá utilizar o GeoGebra 3D em sala de aula (gênese instrumental profissional) se realizar abstrações refletidas sobre as características do ambiente, ou seja, abstrações refletidas sobre sua gênese instrumental.

6 Considerações Finais

A presente pesquisa seguiu princípios éticos considerando: a aproximação do sujeito em seu ambiente natural; a aplicação do termo de consentimento livre e esclarecido; a aprovação do projeto sob o número 83783818.4.0000.8049 no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH).

Neste estudo, buscaram-se evidências para comprovar o modelo (figura 4) proposto sobre a abstração refletida no processo de gênese instrumental. No artigo apresentam-se as análises preliminares de um estudo de caso a partir do qual concluiu-se que ocorreram abstrações refletidas neste processo. Utilizou-se de vários instrumentos para a produção dos dados, fazendo uma triangulação destes, observando o sujeito sob vários ângulos, investigando como ocorre esta abstração refletida no processo de gênese instrumental.

Finalmente destaca-se que este trabalho é parte de um projeto maior que busca em outros casos, na mesma turma de estudantes, as mesmas evidências, ou até mesmo outras que poderão surgir corroborando com o modelo (figura 4) sobre “Abstração Refletida no Processo de Gênese Instrumental”.

Referências

ABAR, Celina Aparecida A. P.. Tecnologias Digitais e Educação Matemática. In: CONGRESSO URUGUAYO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 7., 2017, Montevideo. *Actas*. Montevideo: Curem, 2017. p. 33 - 41. Disponível em: <<http://semur.edu.uy/curem/actas/pdf/31.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

ALQAHTANI, Muteb M.; POWELL, Arthur B.. Mediatonal activities in a dynamic geometry environment and teachers' specialized content knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior*, [s.l.], v. 48, p.77-94, dez. 2017.

BECKER, Fernando. Abstração pseudo-empírica e reflexionante: significado epistemológico e educacional. *Schéme: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética*, Marília, v. 6, p.104-128, 10 dez. 2014. Disponível em: <<http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/scheme/article/view/4276>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

CURTH, Mónica de Torres. Los reyes de la pasarela, modelos matemáticos en las ciencias. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2015.

DRIJVERS, Paul; TROUCHE, Luc. From artifacts to instruments: a theoretical framework behind the orchestra metaphor. K. Heid & G. Blume Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics, *Information Age*, pp.363-392, 2008.

FLICK, Uve. *Desenho da Pesquisa Qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GUIN, Dominique; TROUCHE, Luc. Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations. *Zentralblatt Für Didaktik der Mathematik*, [s.l.], v. 34, n. 5, p.204-211, out. 2002.

HASPEKIAN, Mariam. Teachers' Instrumental Geneses When Integrating Spreadsheet Software. *The Mathematics Teacher in the Digital Era*, [s.l.], p.241-275, 30 set. 2013.

MASCHIETTO, Michela; TROUCHE, Luc. Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories. *Zdm*, [s.l.], v. 42, n. 1, p.33-47, 29 set. 2009.

NOTARE, Marcia Rodrigues; BASSO, Marcus. Argumentação e Prova Matemática com Geometria Dinâmica. Revista Novas Tecnologias na Educação: *RENOTE*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p.1-10, 2018. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86021>>. Acesso em: 03 set. 2018.

PIAGET, Jean. *Abstração Reflexionante: Relações Lógico-aritméticas e Ordem das Relações Espaciais*. Tradução: Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva Porto Alegre: Artmed, 1995.

PIAGET, Jean. *Psicologia da Inteligência*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1958.

PONTE, João Pedro da. Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, Rio Claro, v. 19, n. 25, p.105-132, 2006. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1880>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

RABARDEL, P.. *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin, 1995. Disponível em: <https://hal.archivesouvertes.fr/file/index/docid/1017462/filename/Hommes_et_technologie_Rabardel1995.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.

ROCK, Ana Isabel Sacristán. Aprender Matemáticas en la Era Digital. In: *Avance y Perspectiva*. México, Cinvestav, 2017. V.2. n.4.

RUIZ-LÓPEZ, Natalia. The instrumental genesis process in future primary teachers using Dynamic Geometry Software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, [s.l.], v. 49, n. 4, p.481-500, 23 out. 2017.

TROUCHE, Luc. New technological environments: new constraints, new opportunities for the teacher. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, Waynesville, v. 3, n. 7, p.167-180, 2000. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01552317>>. Acesso em: 03 fev. 2013.

TROUCHE, Luc. From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators. *Interacting with Computers*, [s.l.], v. 15, n. 6, p.783-800, dez. 2003.

VERGNAUD, G. At the heart of the learning, the conceptualization. *Proceedings of the summer school in didactics of mathematics*. IREM, Université Clermont Ferrand 2, p.174-185, 1996.

Recebido em julho de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Margarete Farias Medeiros

Professora do Instituto Federal catarinense Campus Avançado Sombrio
Doutoranda do PPGIE UFRGS - margarete.medeiros@ifc.edu.br.

Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Professor titular do Instituto de Matemática e Estatística da UFRGS. Docente e orientador nos Programas de Pós-graduação em Ensino de Matemática e Informática na Educação da UFRGS. Atualmente coordena o Centro de Formação Continuada de Professores (FORPROF) da UFRGS e o Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática, mbasso@ufrgs.br.

Novas Tecnologias Educacionais: a Elaboração e Apresentação de um Livro Digital de Histologia

New Educational Technologies: The Elaboration and Presentation of a Digital Book of Histology

Daniele Beatriz Leite Silva

Universidade Federal do Espírito Santo

Larissa Lima Liqui

Universidade Federal do Espírito Santo

Paula Mello Pacheco

Universidade de São Paulo

Marco César Cunegundes Guimarães

Universidade Federal do Espírito Santo

Marcos da Silva Pacheco

Universidade Federal do Espírito Santo

Resumo: A sociedade se mostra cada vez mais imersa no contexto da informação, interatividade, mobilidade e globalização. No campo educacional a apropriação de novas ferramentas vem mobilizando lentamente educadores na seleção e utilização de ferramentas como livros digitais em suas práticas pedagógicas. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar o efeito da apresentação de um livro digital de Histologia sobre estudantes de nível superior. Para isso foi desenvolvido um livro digital de Histologia que foi apresentado para análise e avaliação por estudantes de uma instituição pública e uma instituição privada. A análise dos relatos mostrou que a receptividade pelos alunos quanto a esse recurso é muito boa, entretanto, os livros digitais devem coexistir com o livro tradicional, uma vez que o impresso ainda é um formato bem estabelecido e presente nos hábitos dos estudantes, sugerindo que, embora a transição esteja ocorrendo, ela não foi efetivada.

Palavras-chave: Livro digital. Tecnologia na educação. Histologia.

Abstract: Society is increasingly immersed in the context of information, interactivity, mobility and globalization. In the educational field, the appropriation of new tools has been slowly mobilizing educators in the selection and use of technologies such as digital books in their

pedagogical practices. Thus, this work had as objective to analyze the impact of the presentation of a digital book of Histology with undergraduate students. For that, a digital book of Histology was developed and presented for analysis and evaluation by students of a public institution and a private institution. The analysis of the reports showed that the students' receptivity to this resource is very good, however, digital books must coexist with the traditional one, since the printed book is still a stablished format and present in students' habits, suggesting that although the transition is taking place, it has not been implemented.

Keywords: Digital books. Technology in education. Histology.

SILVA, Daniele Beatriz Leite; LIQUI, Larissa Lima; PACHECO, Paula Mello; GUIMARÃES, Marco César Cunegundes; PACHECO, Marcos da Silva. Novas Tecnologias Educacionais: a Elaboração e Apresentação de um Livro Digital de Histologia. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 82-95, jan./abr. 2020.

1 Introdução

A sociedade vem vivenciando um enorme avanço no desenvolvimento e utilização de novas tecnologias no cotidiano das pessoas e organizações. Vivemos na era da informação em que a interatividade, mobilidade, interconectividade, globalização e velocidade de acesso são apontadas como características principais. Desta forma, o uso das tecnologias passou a ser um evento intrínseco à nossa sociedade e a utilização de dispositivos eletrônicos vem assumindo papel de destaque no mercado consumidor de livros, ultrapassando a materialidade dos livros impressos e trazendo inclusive questionamentos acerca das transformações das obras frente a originalidade destas (RODRIGUES; CHIMENTI; NOGUEIRA, 2014; LEMOS, 2012). Claramente percebe-se que diversas áreas do saber se constituem e atualizam por meio da tecnologia, entretanto a educação tanto básica quanto superior parece não estar acompanhando o ritmo da modernização tecnológica, não conseguindo atualizar seus modos de produzir, adquirir e armazenar conhecimento (ACKER, 2011; RUTH, 2013; MORÁN, 1999; OZELAME, 2016). Tecnologia e educação podem ser integradas de forma bastante ampla no sentido de que o uso de giz sobre um quadro negro poderia ser considerado como tecnologia, entretanto, novas tecnologias surgem com o intuito de produzir novas formas de se educar que estejam em sintonia com os adventos tecnológicos atuais. Neste estudo pretende-se reconhecer os livros digitais como outra forma de tecnologia da educação, no sentido de estar integrada com o mundo o mundo atual em que o uso de ferramentas eletrônicas de todo tipo fazem parte do cotidiano.

Enquanto as indústrias do entretenimento audiovisual se reinventaram e começaram a tomar proveito da tecnologia, as instituições de ensino parecem ter incorporado muito pouco destes benefícios em seu favor. Não é raro nos depararmos com salas de aula tanto no ensino básico quanto no ensino superior que não mudaram muito desde os primórdios da educação

formal. O espaço sofreu poucas mudanças, algumas certamente proveitosas como o uso de projetores de vídeos e imagens, mas o estudante parece não ter tido muitas oportunidades de se apropriar de novas tecnologias em proveito da aprendizagem, uma vez que apenas recentemente vem surgindo ferramentas eletrônicas destinadas exclusivamente à educação. Assim, cria-se a ideia de que a tecnologia digital, o uso de tablets, smartphones ou qualquer outro dispositivo pertencem apenas ao campo do entretenimento enquanto a educação ainda está restrita a tecnologias e recursos mais antigos como quadros negros e escassos recursos audiovisuais. Desta forma, o livro digital pode apresentar muitas ferramentas que vão além da leitura, sendo uma fonte de múltiplas mídias como áudio, vídeo, animações em três dimensões e de uma infinidade de atividades possíveis que não poderiam ser instrumentalizadas pela utilização de um livro impresso. Assim, o livro digital consegue integrar a familiaridade de um livro tradicional ao mundo digital também já tão familiar nos contextos atuais (CHESSER, 2011; CUTSHALL, BLAND & MOLLICK, 2012; SOUSA, 2016; LEMOS, 2018). Nesse cenário vemos que embora a educação pareça não acompanhar os avanços tecnológicos, pode-se perceber o movimento de profissionais comprometidos com a educação buscando promover o desenvolvimento do ser humano e, conseqüentemente, envolvidos na busca de novas formas de se pensar o ensino e a aprendizagem por meio de novas tecnologias (SILVA SOUSA, 2018). A necessidade dessa revisão dos métodos didáticos no sistema de ensino, aliada ao advento de novas tecnologias e sua popularização, especialmente por uso de dispositivos móveis como smartphones trouxe-nos a necessidade de explorar este campo pela elaboração de um livro didático digital em uma área de conhecimento e atuação comum a praticamente todas as carreiras das ciências biológicas.

O livro didático, desde a sua criação, constituiu um elemento de referência para o processo de ensino-aprendizagem. É uma das principais ferramentas didáticas utilizadas e, em algumas situações, acaba representando a única fonte e meio de informação para alunos e professores. Desta forma, utilizar o livro didático como ferramenta tecnológica que se insere facilmente no contexto dos estudantes contemporâneos poderia se constituir-se numa forma de atualizar modos antigos de se produzir conhecimento. Segundo Falkembach (2005), o uso do computador e das novas tecnologias é um importante agente de transformação no processo educacional, auxiliando no ensino em diversos níveis, visto que são ferramentas inovadoras que podem promover possibilidades para se trabalhar em sala de aula de uma forma diferente, de modo que possibilitam o desenvolvimento de novas práticas educacionais. A utilização dos livros digitais (ou e-books) é discutido por Sharples (2007), como sendo a aprendizagem móvel que tira partido das novas tecnologias, e utilizá-la na educação tanto básica quanto superior é aproveitar-se desta tecnologia atualizando a educação colocando-a emparelhada com outros campos que usam tecnologias. A apropriação dessas tecnologias no processo formativo pode ser considerada uma ferramenta importante na medida que o conhecimento humano se atualiza numa velocidade muito superior àquela percebida no século passado, e com isso, novas tecnologias em sala de aula estaria em consonância tanto com a relação entre o ser humano e as ferramentas eletrônicas atuais como com a necessidade de se atualizar conceitos e conteúdos de forma cada vez mais veloz, e mesmo que o professor não faça proveito dos livros digitais de

modo a atualizar de alguma forma sua prática, o livro digital pode ser uma ferramenta de grande valor para estudo individual em qualquer outro ambiente (PAXHIA, 2011) .

Apesar de ser um novo formato de apresentação e acesso ao conhecimento, poderia se pensar que os livros digitais levarão ao desaparecimento do livro impresso. Na verdade, de acordo com Carvalho (2006), os dois são complementares no processo de disseminação da informação, e a escolha de um ou de outro dependerá do leitor. Logo, a existência de um não significa o desaparecimento do outro. A reconfiguração do livro didático tradicional através da utilização de plataformas digitais possibilita o estímulo dos sentidos e a interação entre leitor e informação. Esta nova realidade é conceituada por Dziekaniak (2010, pag 85):

Essa é a realidade da leitura virtual, um formato que convida o leitor a interagir e a explorar símbolos e palavras que mudam de cor ou que oferecem a facilidade de manuseio com um simples toque; convites para conhecer uma imagem, ouvir um som, aprofundar significados ou conhecer o texto original, ou mesmo outro texto relacionado, são oportunidades permitidas por meio do e-book.

No estudo da Biologia, principalmente no Ensino Superior, a quantidade de informações disponíveis é muito grande e de intensa atualização. Assim, uma obra didática se torna obsoleta rapidamente, exigindo-se novas edições dos mesmos livros em curto prazo. Ainda, muitos livros são publicados sobre um mesmo campo do conhecimento e o estudante então se depara com uma gama enorme de livros, com diversas edições trazendo atualizações variadas, tornando o estudo um processo trabalhoso e caro (ALMEIDA & NICOLAU, 2013).

Mais especificamente, a Histologia experimentou o desenvolvimento da microscopia permitindo um estudo mais aprofundado de estruturas e aquisição de imagens de melhor qualidade e mais elucidativas. Desta forma, quanto mais ilustrado for o livro, mais rico de informações morfológicas tende a ser, entretanto, uma grande quantidade de imagens encarece grandemente a confecção dos livros didáticos.

Em estudo realizado por Grossi e Fernandes (2014) sobre o uso de telefones celulares como recurso para facilitar o processo de aprendizagem, foi apontado que o uso de tecnologias vem sendo cada vez mais frequente entre os estudantes, tanto de escolas públicas quanto de escolas particulares, constituindo-se como uma ferramenta favorecedora do ensino que possibilita tanto o professor quanto o aluno de assumirem uma nova postura frente ao conhecimento numa lógica dialógica-problematizadora.

Como consequência dessas considerações, este trabalho buscou compreender como a apresentação de um livro digital de Histologia poderia se manifestar como nova forma de aprender e ensinar fazendo uso da tecnologia. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo analisar o impacto da apresentação de um livro digital de Histologia a estudantes de uma instituição pública e uma instituição privada de ensino superior. Para isso, desenvolvemos um livro digital de histologia, voltado principalmente para o ensino superior, e a partir dele, analisamos de que forma os estudantes lidam com este tipo de recurso tecnológico, como ocorre sua aceitação, que vantagens e desvantagens são apontadas por estes usuários e como os

estudantes da área biomédica analisam novas fontes de estudo quando comparadas ao tradicional livro didático.

2 Metodologia

2.1 Elaboração de um livro digital de Histologia

Para analisar como seria a aceitação de um livro digital de Histologia junto a estudantes de nível superior foi necessária a elaboração de um material totalmente novo e inédito (Figura 1). A elaboração do livro digital foi feita através da análise das principais obras de Histologia disponíveis atualmente para produzir um material que trouxesse atualizações relevantes ao campo de conhecimento. A obtenção de imagens digitais foi realizada a partir de lâminas histológicas pertencentes ao acervo do setor de Histologia do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Espírito Santo, utilizando-se um fotomicroscópio e sistema de captura. A redação do livro digital foi feita pela equipe composta por professores da Universidade, todos com Mestrado e Doutorado em áreas da saúde e por estudantes de graduação em Ciências Biológicas. Posteriormente, o produto final foi inserido no aplicativo utilizado para edição de livros digitais (*Ibooks Author*, Apple).

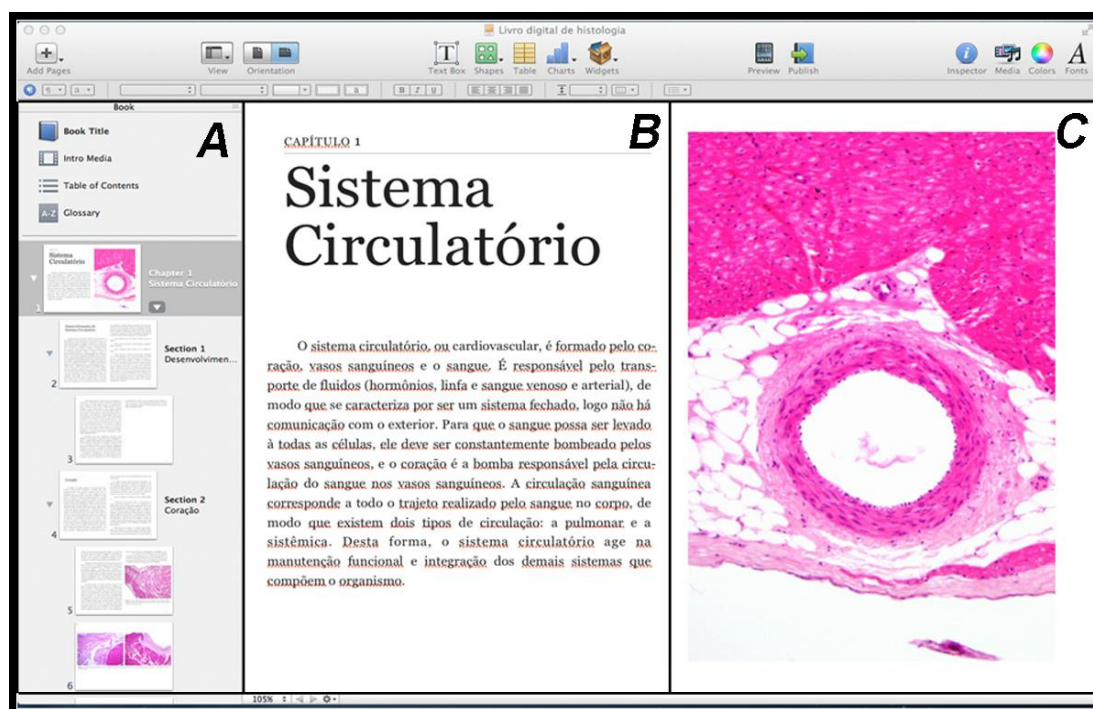


Figura 1: Apresentação do livro digital. A: No campo A pode-se acessar todo o índice do livro, permitindo ir para o capítulo de interesse rapidamente. Há um glossário para o esclarecimento de dúvidas em relação à nomenclatura e conceitos breves. Nesse campo também pode-se observar as páginas do capítulo aberto no campo à direita bem como a relação das figuras. B: O texto do livro digital apresenta a contextualização teórica sucinta, correlacionada com outras áreas do conhecimento atreladas à histologia. C: Apresentação da imagem histológica em alta qualidade e extraída da coleção de lâminas histológicas da Universidade.

2.2 Escolha dos Participantes e Avaliação do livro digital

O relato de caso foi dividido em duas experimentações: A primeira foi a apresentação do livro a turmas visitantes do Museu de Ciências da Vida da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); a segunda, para alunos do 1º Período do curso de Nutrição da mesma Instituição de Ensino Superior. Trata-se de uma escolha de participantes por conveniência, uma vez que os professores autores deste trabalho lecionam no curso de Nutrição e por meio de suas práticas pedagógicas vem percebendo as mudanças na busca por material didático que facilitem a aprendizagem. Ainda, o Museu de Ciências da Vida é um projeto da Universidade Federal do Espírito Santo que conta com a visita de estudantes de diversas instituições, tanto públicas quanto privadas, sendo dessa forma uma importante meio para obtermos participantes universitários com características diferentes da amostra de alunos do curso de Nutrição.

O Museu de Ciências da Vida é produto de um Programa de Extensão Universitária, sem fins lucrativos, que promove a difusão e popularização da ciência relativa ao Corpo Humano. A apresentação do livro foi feita juntamente com a exposição "Corpo Humano: da célula ao homem, arte dos pequenos suspiros" na Galeria de Arte e Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo, na cidade de Vitória/ES no ano de 2014, organizada pelo próprio museu. Como o agendamento de visitas do museu é acessível ao público, o dia para a exposição do livro foi escolhido propositalmente para coincidir com a visita de uma turma do Ensino Superior de Biomedicina de uma faculdade particular da região. O objetivo inicial da experimentação no Museu de Ciências da Vida foi a disponibilização do livro digital neste espaço, isto é, determinar se a inserção do livro no Museu seria aceita e adequada. Foram entrevistados, ao todo, 22 visitantes do museu, todos do mesmo grupo de visitantes de uma única instituição privada de ensino superior. A idade dos estudantes variou de 18 a 32 anos (média: 26,32 anos), sendo 14 estudantes do sexo feminino e 7 estudantes do sexo masculino. Os entrevistados no Museu e do curso de Nutrição, além de responderem ao questionário com perguntas fechadas também responderam a uma questão aberta sobre o Livro Digital de Histologia.

O Curso de Nutrição da UFES, na cidade de Vitória, foi escolhido por ser um curso da área biomédica que utiliza livros de Histologia no primeiro e no segundo períodos da formação. Foram entrevistados ao todo 24 estudantes, com idades variando entre 18 anos e 26 anos (média 20,02 anos), sendo 21 estudantes do sexo feminino e 3 estudantes do sexo masculino. Os estudantes responderam perguntas relacionadas aos livros digitais de um modo geral e relacionadas ao Livro Digital de Histologia. Todos os estudantes de ambas as instituições relataram utilizar algum tipo de dispositivo para consulta de livros digitais (computador, *tablets* e/ou *smartphones*). A vantagem em se utilizar estudantes de instituições diferentes, e de regimes administrativos diferentes (pública e privada) é a de se verificar se tais diferenças produziram alguma percepção alterada, mesmo sabendo-se que ambos grupos têm acesso a livros em suas bibliotecas e são proprietários de aparelhos eletrônicos que possibilitam a leitura de livros digitais.

A apresentação incluiu explicações tais como: o que motivou a escrita do mesmo, sua estrutura, quais os recursos que o diferenciam de um livro convencional ou de algum outro livro digital, e exposição de algumas imagens histológicas contidas nos capítulos. Após esse momento,

os visitantes puderam tirar alguma dúvida ou ver alguma parte específica do material apresentado.

Para se avaliar o papel da introdução de novas tecnologias para o ensino e se ter a dimensão da real aplicabilidade do livro concebido para este estudo, além de se conhecer a respeito de sua aceitação, foi escolhida como abordagem metodológica o estudo de caso, que pode ser definido como o exame de um fenômeno específico, tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição, ou um grupo social; ou então, como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real de vida (SARMENTO, 2011)

O fenômeno contemporâneo analisado neste estudo foi, na sua forma mais simples, o próprio livro digital de histologia, que, ao ser analisado “dentro do seu contexto real de vida”, ou seja, na própria sala de aula, pelos próprios alunos tornou possível identificar seu papel como facilitador do processo de aprendizagem, e permitiu verificar o nível de aceitação do livro pelo público-alvo.

2.3 Utilização de Questionário de avaliação

Em ambos os casos, ao final da apresentação, os entrevistados foram convidados a responder a um questionário sobre o livro digital elaborado pelo nosso grupo de pesquisa em uma abordagem quantitativa, pelo emprego de uma escala do tipo Lickert que abrangia perguntas tanto relacionadas à utilização de livros digitais como uma ferramenta de estudo, considerando-se todas as possíveis facilidades e vantagens destes, quanto ao livro digital de Histologia, especificamente. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário do tipo fechado com respostas também fechadas, no qual o entrevistado seleciona a opção que mais se adequa a sua opinião. Este tipo de questionário facilita a categorização das respostas para posterior análise, além de conferir rapidez e facilidade às respostas. Além disso, os entrevistados foram incentivados também a entregar, juntamente com o questionário, um pequeno relato escrito sobre sua opinião a respeito do livro.

2.4 Análise dos dados das entrevistas

Para a análise dos dados, procedeu-se ao tratamento estatístico descritivo e inferencial utilizando-se software *SPSS*. Os relatos dos estudantes foram categorizados por aproximação semântica utilizando-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2008), que permitiu explorar as avaliações, julgamentos e opiniões dos indivíduos a partir do que fora enunciado nas entrevistas. Estas informações foram transformadas por recorte, enumeração e agregação. Foi feita, por fim, uma tabulação de frequência absoluta (N) e relativa (%).

3 Resultados e Discussão

Os estudantes do curso de Nutrição da UFES avaliam os livros digitais positivamente para auxiliá-los em seus estudos, uma vez que 91,66% destes consideram livros digitais boas

ferramentas de estudo e, entre os motivos que favorecem esta posição, está o fato de que os livros digitais são mais facilmente transportados quando comparados aos livros tradicionais. Ressaltam que precisam levar diversos livros para estudar, e que estes são volumosos e pesados, de maneira que o livro digital se mostra vantajoso por ser portátil. Além disso, 79,16% dos estudantes entrevistados concordam com a ideia de que livros digitais são mais fáceis de serem acessados, podendo-se consultar muitos livros em pouco tempo. Outra vantagem apontada pelos estudantes (58,33%) é o fato de livros digitais normalmente apresentarem mais figuras e esquemas visuais do que livros impressos, uma vez que não se tem elevados custos de impressão. Assim, foi possível observar que a facilidade de se obter material didático, preços reduzidos em comparação ao material impresso, os recursos interativos e a portabilidade foram as principais vantagens que os entrevistados associaram ao livro digital. Ainda, foi apontado como um fator favorecedor do uso de livros digitais o fato destes serem, de um modo geral, mais resumidos que os livros tradicionais, permitindo uma consulta mais dinâmica, obtendo-se a informação de interesse de modo rápido e eficaz. Os estudantes acreditam que uma característica dos livros digitais seria sua apresentação mais sintética quando comparada a dos livros tradicionais, uma vez que 54,16% dos entrevistados pontuaram esta característica como fundamental.

É importante ressaltar que mesmo afirmando que os livros digitais devem ser sintéticos, os estudantes entrevistados discordaram da afirmação de que os livros digitais deveriam ser apenas utilizados como apoio, mas indicaram que poderiam ser a fonte principal de estudo. Apesar da apresentação mais sintética, os livros digitais permitem que se acrescente uma diversidade maior de conteúdo, como vídeos, áudios, animações e *hiperlinks*- que enriquecem e complementam o texto, além de estimular o usuário a interagir com o material apresentado. Ao serem questionados sobre o fato de um livro digital nunca ser usado como fonte principal, 66,66% dos entrevistados discordaram, demonstrando que os livros impressos poderão muito brevemente perder espaço para outras possibilidades de acesso ao estudo.

Apesar das diversas formas de apresentação de um livro, este não perde a sua função; isto é, os seus elementos podem apresentar variações ao longo do tempo de acordo com o desenvolvimento da sociedade, entretanto vale destacar que o livro permanece como um suporte de informação e leitura. O livro e as práticas de leitura passaram por reformas ao longo dos séculos e, à medida que a estrutura física do livro passava por transformações, as práticas de leitura e funções do livro assumiam características distintas. Neste sentido, o livro digital pode ser concebido de diversas formas que variam desde considerá-lo apenas como um livro qualquer impresso transportado para uma tela, até quem o percebe como uma ferramenta que vai muito além de uma sequência de textos, considerando-o como uma fonte de múltiplas mídias como áudio, vídeo, animações em três dimensões e de uma infinidade de atividades possíveis que não poderiam ser instrumentalizadas pela utilização de um livro impresso. Assim, o livro digital consegue integrar a familiaridade de um livro ao mundo digital também já tão familiar nos contextos atuais (CHESSER, 2011; CUTSHALL, BLAND & MOLICK, 2012; SOUSA, 2016; LEMOS, 2018).

Sobre a possibilidade de se estudar mais com um livro digital, uma vez que ele apresenta as vantagens de ser mais barato, mais fácil de transportar e mais bem ilustrado, apenas 45,83% dos entrevistados afirmaram que sim, indicando que o livro digital, embora um dispositivo inovador e com vantagens observáveis, não foi considerado pelos estudantes como um substituto para tornar o estudo mais eficaz. De modo semelhante, 45,83% dos entrevistados ao serem questionados sobre a possibilidade de preferir livros impressos afirmaram que sim, indicando que a utilização de livros digitais ainda não se tornou um hábito entre os estudantes universitários entrevistados. Segundo relatos dos próprios entrevistados, a preferência pelo livro impresso se dá pela necessidade de contato com o material de estudo, pois durante toda a vida acadêmica utilizaram livros impressos para estudar; portanto, já existe uma interação estabelecida através do contato direto do estudante com o livro impresso.

Em relação ao interesse em adquirir um livro impresso mesmo já possuindo uma cópia digital, apenas 24,99% afirmaram a possibilidade de fazer tal compra, e 66,66% dos entrevistados discordam que se deve comprar um livro impresso se tiver a opção de adquirir um livro digital por um preço mais baixo. É interessante ressaltar que mesmo dispostos a adquirir livros digitais em detrimento de livros impressos, especialmente por conta do preço, apenas 12,5% dos entrevistados afirmaram procurar livros digitais com frequência. Isso se deve ao fato da escassa divulgação dos livros digitais, além de que ainda há dificuldades na inserção de dispositivos eletrônicos nas salas de aula; fatos também relatados pelos próprios entrevistados.

Rodrigues et al. (2014) ressaltam que o livro digital traz benefícios, como a possibilidade de atualizações sem custo de reimpressão, o que no livro impresso acaba produzindo novas edições e consequentemente tornando as edições antigas obsoletas e sem valor de mercado. Em adição, o acesso pode ser feito através de diversos dispositivos sem custo de distribuição, fretes, etc, e o mais interessante é o fato de que o livro digital se traduz em um material que se adapta ao estudante, especialmente pela facilidade de acesso por diferentes dispositivos, pela portabilidade e pela interface de utilização, ao invés do que acontece com o livro impresso no qual o estudante deve se adaptar a ele.

Após serem apresentados ao Livro Digital de Histologia os estudantes foram questionados sobre a qualidade do material e 95,83% concordou se tratar de uma obra excelente para a consulta sobre o tema abordado, 95,83% apontaram as figuras como sendo de boa qualidade e úteis para a compreensão do conteúdo apresentado. Perguntados se caso fossem estudar os assuntos apresentados, fariam deste livro o primeiro material de consulta, 79,16% responderam concordar com esta afirmação. O texto foi considerado agradável e interessante para 95,83%, claro e acessível para 87,5%. Um grande número de estudantes também recomendaria o Livro Digital de Histologia para colegas que precisassem deste material como fonte de estudo.

Tais dados mostram que a ideia de se ter um livro digital é bastante positiva, e esta ainda se reforça na presença do mesmo que ao poder ser visualizado, manuseado, e explorado, permite aos estudantes reconhecerem nele uma fonte de estudo eficaz, acessível e mais barata. Ainda por conta da maior disponibilidade do livro impresso, e por um condicionamento cultural manifesto desde a infância, a escolha por este material parece ser a opção mais óbvia, entretanto, podemos perceber neste estudo uma nova tendência no campo da educação que é a

introdução de novas tecnologias a serviço de uma educação mais dinâmica e integrada à realidade digital vivida cotidianamente.

A aplicação dos mesmos questionários no Museu de Ciências da Vida confirmou os dados coletados nas salas de aula do curso de Nutrição. A grande maioria (90,90%) considera o livro digital uma boa fonte de auxílio no estudo. Também ressaltam a facilidade de transporte (77,27%) e uma maior riqueza de figuras (63,63%). A apresentação do Livro Digital de Histologia obteve impressões semelhantes às das que foram encontradas na turma de Nutrição, mostrando uma boa receptividade no meio universitário em relação a fontes alternativas aos livros didáticos impressos. De modo geral, os visitantes ressaltaram a qualidade das figuras presentes no livro, além da possibilidade de interagir com as mesmas – como aplicar *zoom* às imagens ou exibição de explicações em determinados pontos da figura.

Os questionários com perguntas abertas foram analisados através da análise de conteúdo, e consistiu em três procedimentos: codificação de dados, categorização e inferência (Bardin, 2004). Para o processo de codificação de dados foi feita a leitura flutuante das respostas obtidas afim de se perceber que categorias emergiram para que fossem então categorizadas. Fonseca Júnior (2011) ressalta que a análise de conteúdo refere-se a um método de análise das ciências humanas e sociais que possibilita a investigação de fenômenos e sua melhor compreensão. A análise de conteúdo operou na confirmação das hipóteses acerca das vantagens que um livro digital poderia trazer para os estudantes, no ambiente escolar mas também em outros espaços por conta do fácil acesso ao material. As categorias observadas por meio da análise de conteúdo foram organizadas na tabela 1 que apresenta também a frequência com que essas categorias emergiram durante o processo de codificação.

Tabela 1 - Conteúdo das respostas às perguntas abertas

Categorias	Frequência	%
Valorização das imagens histológicas	8	47,5
Conteúdo abrangente (não restrito apenas à Histologia)	3	17,64
Dá importância à informação independente do formato (físico ou digital)	1	5,8
Ressalta a tecnologia como forma de facilitar o acesso e o transporte	3	17,64
Prefere livros digital por estar acostumado com o formato	3	17,64

Fonte: Arquivo do grupo de pesquisa

A proposição de fazer comentários abertos sobre a experiência do Livro Digital de Histologia permitiu com que diferentes respostas fossem obtidas sem um direcionamento por

parte dos pesquisadores. As categorias que emergiram de maneira mais pronunciada foram a valorização das imagens histológicas e o conteúdo abrangente, não limitado apenas à Histologia, como é frequente nas publicações universitárias. Ainda, acerca das opiniões, os estudantes ressaltaram a tecnologia como forma de facilitar o acesso aos livros digitais e o transporte. Ainda, foi mencionada a preferência pelo livro impresso, por uma questão de costume. Como exemplo para as categorias observadas pela codificação e categorização do conteúdo obtido com as entrevistas algumas enunciações são destacadas.

A valorização das imagens, presente em 47,5% dos comentários abertos pode ser exemplificada no comentário de uma estudante de Biomedicina, visitante do Museu, *M.L.B.*, de 23 anos: *"Os livros atuais de histologia não têm muitas imagens. Aí a gente tem que ficar pegando vários atlas, pesquisando na internet, e mesmo assim às vezes não conseguimos uma figura boa"*. Ainda, outra estudante da mesma instituição aponta: *"Nossa, é muito mais legal ver tudo assim ao vivo, do que os desenhos dos livros. Assim eu consigo visualizar melhor como as células são e é uma imagem difícil de esquecer"*, referindo-se ao fato de o Livro Digital de Histologia trazer muitas fotos reais do tecido em vez de esquemas.

Quanto à possibilidade de um livro digital poder compor um conteúdo mais abrangente, a estudante *L.M.P.*, de 19 anos comentou: *"Eu gostei porque vocês conseguiram juntar embriologia e histologia num material só, então facilita muito na hora de estudar. Vocês também colocaram alguns tópicos de regeneração do órgão, que é algo recente nos estudos"*.

Sobre as vantagens quanto ao uso da tecnologia auxiliando o processo de aprendizagem, a estudante *F.M.S.*, de 24 anos ressaltou: *"Ah, eu costumo ler mais no meu computador e no celular ultimamente. Acho que é porque é mais fácil de carregar e eu consigo ler sobre vários assuntos numa velocidade maior. E hoje esses livros digitais têm recursos muito legais, porque dentro de um texto você pode ter acesso a um vídeo ou ver o significado de uma palavra, tudo na hora, sabe? É bem mais fácil, eu acho"*, mostrando uma tendência de se poder, por meio dos livros digitais, carregar consigo muitos livros e poder acessá-los rapidamente por meio de telefones celulares ou outros aparelhos. As principais vantagens dos livros digitais representam a nova realidade da leitura, na qual é possível interagir com imagens e símbolos, explorar as palavras, além da facilidade de transportá-los e acessá-los facilmente a partir de diversos dispositivos eletrônicos.

Nossos dados estão de acordo com os achados de Paxhia (2011), que mostrou que os livros digitais apresentam como características consideradas vantajosas pelos estudantes a portabilidade, uma vez que se pode ter em mãos vários livros ao mesmo tempo; a facilidade de comprar, pois os livros podem ser adquiridos pela internet, de forma mais barata, rápida e sem a necessidade de se contar com disponibilidade em estoque ou tempo de entrega e valor de frete, o que essencialmente se configura como opção econômica e prática (PAXHIA, 2011).

Uma questão que se apresenta ao se comparar os livros impressos aos livros digitais é o fato destes últimos poderem ser considerados de fato como livros, e a partir da aceitação desta ideia, seria necessário que todos os sujeitos envolvidos na produção, divulgação, aquisição e utilização deste material gradativamente aceitassem esta revolução da produção de material acadêmico. Não basta apenas considerar a opinião dos estudantes, ou seus pais, que seriam de

fato os consumidores finais deste produto, mas toda a cadeia que envolve sua produção deveria se engajar neste processo. Segundo Rodrigues e colaboradores (2014) os pais e alunos deveriam perceber o livro como uma fonte de solução e diferenciação, ou seja, considerar os livros digitais como uma opção econômica, prática e acessível; os professores deveriam adotá-lo para que fossem utilizados como facilitadores do processo de ensino; as escolas precisariam acreditar neste material como uma inovação e as editoras precisariam ver um meio de obter lucros. Todos os elementos desta cadeia deveriam ter participação do processo, o que de outra forma poderia produzir o fracasso desta inovação. Muito embora a tecnologia se apresente como um mecanismo de facilitar o acesso rápido, preciso, pontual e menos dispendioso ao livro didático, ainda percebemos alguma resistência por parte dos estudantes, que afirmam preferirem o livro impresso por uma questão de hábito, já que vem desde a educação infantil estudando por meio deste tipo de material. Este posicionamento pode ser percebido nos comentários como: " *Olha, eu prefiro o livro normal, o impresso. Gosto de ter o livro na minha mão, me sinto mais à vontade.* ", afirma um visitante do Museu, e " *Assim, eu não estou muito acostumada a ler livros no meu computador... eu gosto mais de ter o livro impresso, acho que é mais por costume*", pontuou a estudante A.S.N., de 21 anos, visitante do museu.

Apesar de todas as vantagens apresentadas neste trabalho sobre os livros digitais, Acker (2011) discute que, dentre os fatores que tornam o livro didático digital uma ferramenta ainda em processo de aceitação está o fato de as escolas relutarem na sua adoção, o custo com a informatização do sistema de bibliotecas e com o treinamento dos professores, que normalmente não têm tempo de incorporar novas formas de ensino e acabam ficando restritos ao livro didático, que, muitas vezes, em vez de ser uma ferramenta acaba sendo o cerne do processo de aprendizagem (ACKER, 2011; RUTH, 2013; MORÁN, 1999; OZELAME, 2016).

3 Conclusão

Através desta pesquisa foi possível observar que um dos principais empecilhos para a utilização do livro digital é ainda o hábito de se utilizar material impresso para estudar. Para muitos, o hábito da leitura ainda está relacionado ao livro físico, pois a nossa sociedade ainda está arraigada na ideia de que um livro é "um conjunto de folhas impressas e reunidas em volume encadernado ou brochado" (Enciclopédia e Dicionário Ilustrado Koogan/Houaiss, 1995).

Não foi objetivo desse trabalho determinar se essa substituição irá de fato acontecer. A priori, essa questão é muito recente e necessita de mais reflexão e estudos, não existindo uma resposta final a respeito do fim do livro impresso. É preciso que haja mais pesquisas científicas analisando os aspectos constituintes do processo de utilização do livro e as suas possíveis implicações, vantagens e desvantagens, para a leitura.

Não é mais possível relevar todas as transformações tecnológicas pelas quais estamos passando. A experimentação com o livro digital nos mostrou que a maioria dos estudantes entrevistados gostariam de tê-lo para os estudos, mas como um instrumento adicional, e não como substituição ao livro tradicional. O que pode ser percebido é que, por enquanto, é necessária a coexistência desses dois recursos. Em cada momento do aprendizado, um dos livros

servirá para propósitos distintos; eles se complementarão e fornecerão uma base mais completa tanto para alunos quanto para professores.

Paralelamente, o que devemos defender é o papel do professor nessa mudança. Mediador entre o conhecimento e o aluno, sua função não pode se findar com a maior utilização de dispositivos eletrônicos. Mesmo sendo recursos vantajosos também para o professor, entender como estas mudanças afetarão a escola e modificarão seu papel na sala de aula passa a ser um grande desafio para os docentes.

Referências

ACKER, S. R. Chapter 6: Digital textbooks in SUE, P. The No Shelf Required Guide to E-book Purchasing. *Library Technology Reports*, v.47, n.8, p 41-51, 2011.

ALMEIDA, F.; NICOLAU, M. A reconfiguração do livro didático em versão digital: uma ideia de sustentabilidade. *Revista Temática*, n.1, 1-10, 2013.

BARDIN, L. Análise de conteúdo (L. Reto & A. Pinheiro, Trad.). São Paulo: Edições 70/Livraria Martins Fontes, 2008.

CARVALHO, K. O admirável mundo da informação e do conhecimento: livro impresso em papel e livro eletrônico, *Biblios: Revista de Bibliotecología y Ciencias de la Información*. v.7, n. 4, 2006.

CHESSER, W. D. Chapter 5: The e-textbook revolution in SUE, P. The No Shelf Required Guide to E-book Purchasing, *Library Technology Reports*, v.47, n.8, p 28-40, 2011.

CUTSHALL, R. C., BLAND, E. M., & MOLLICK, J. S. Use of an e-textbook and web-based homework for an undergraduate business course: Students' perceptions, *Journal of the Academy of Business Education*. v.13, p 1-15, 2012.

DZIEKANIAK, G.V. et al. Considerações sobre o e-book: do hipertexto à preservação digital, *Biblos*. v.24, n.2, p. 83-99, 2010.

FALKEMBACH, G.A.M. Concepção e desenvolvimento de material educativo digital, *Novas Tecnologias na Educação*. v.3, n.1, p. 1-15, 2005.

GROSSI, M. G.R; FERNANDES, L. C. B. E. Educação e tecnologia: o telefone celular como recurso de aprendizagem, *EccoS – Rev. Cient.*, São Paulo, n. 35, p. 47-65, set./dez. 2014.

KOOGAN, A.; HOUAISS, A. Enciclopédia e dicionário ilustrado. 4ed, 1995.

LEMOS, A. *Cibercultura*. Tecnologia e vida social na cultura contemporânea. 2002.

LEMOS, A. Dispositivos eletrônicos de Leitura. Comunicação, mídia e consumo. vol. 9 n. 24 p. 115-131. 2012.

LEMOS, A. Cibercultura e Mobilidade: a Era da Conexão, *Razón y Palabra*, Vol. 22. 107- 133. 2018.

MORÁN, J.M. Uso da Internet no ensino transforma o papel do professor, exigindo dele maior atenção para orientação e acompanhamento do aluno, *Revista Comunicação & Educação*. n.14, 17-26, 1999.

OZELAME, D.M. Concepções de professores sobre o uso de tecnologias digitais nas escolas do ensino fundamental do paraná: o caso do ensino das ciências da natureza, *HOLOS*, Ano 32, Vol. 2. 389-401. 2016.

PAXHIA, S. The challenges of higher education digital publishing, *Publishing Research Quarterly*. v.27, n.4, p. 321-326, 2011.

RODRIGUES, M. A. S.; CHIMENTI, P. C. P. S.; NOGUEIRA, R. R. Adoção de inovações em mercados em rede: uma análise da introdução do livro didático digital no Brasil, *Revista de Administração e Inovação*. v. 11, n.4, p.159-192, 2014.

RUTH, K. J. Texts that change schools, *Independent School*, v.72, n.4, p 50-55, 2013.

SARMENTO, M. J. O Estudo de Caso Etnográfico em Educação in N. ZAGO; M. PINTO DE CARVALHO; R. A. T. VILELA (Org.) Itinerários de Pesquisa - Perspectivas Qualitativas em Sociologia da Educação. p.137 – 179, Rio de Janeiro: Lamparina (2ª edição), 2011.

SHARPLES, M.; TAYLOR, J.; & VAVOULA, G. A. Theory of Learning for the Mobile Age. In ANDREWS, R; HAYTHORNTHWAITE, C. (eds.) The Sage Handbook of Elearning Research. London: Sage, pp. 221-247, 2007.

SILVA SOUSA, K. A Comunicação *on line* no ensino superior como recurso didático na pesquisa em educação, *Revista Observatório*. v. 4, n. 4, p. 550-570, 2018.

SOUSA, A. I. P. Analfabetismo Digital na Educação, *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*. nº 5, Vol. 4. 52 – 58, 2016.

Recebido em julho de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Daniele Beatriz Leite Silva

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Brasil, danni.bia@hotmail.com

Larissa Lima Liqui

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Brasil, larissa.liqui@gmail.com

Paula Mello Pacheco

Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação

Universidade de São Paulo - USP, Brasil, paulampacheco@yahoo.com.br

Marco César Cunegundes Guimarães

Departamento de Morfologia

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Brasil, marco.cunegundes@gmail.com

Marcos da Silva Pacheco

Departamento de Morfologia

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Brasil, marcosbiologia@yahoo.com.br

Uma Revisão das Diferentes Abordagens Computacionais para Detecção de Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas para Educação a Distância

A Review of Different Computational Approaches for Detecting of Student Learning Styles in Systems for Distance Education

ARTHUR MACHADO FRANÇA DE ALMEIDA

Instituto Federal do Norte de Minas
Gerais (IFNMG)

LUCIANA PEREIRA DE ASSIS

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

ALESSANDRO VIVAS ANDRADE

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Resumo: Com a evolução da Educação a Distância nos últimos anos, muito se tem estudado sobre a importância de se considerar estilos de aprendizagem no processo de ensino a distância. No entanto, a identificação dos estilos de aprendizagem de um estudante em um ambiente EaD não é uma tarefa trivial. Este artigo busca realizar uma revisão sobre as diferentes abordagens computacionais para detecção de estilos de aprendizagem presentes na literatura. As abordagens computacionais aqui apresentadas são baseadas em técnicas da Inteligência Artificial capazes de realizar a detecção dos estilos de aprendizagem de forma automática a partir do comportamento do aluno em um ambiente virtual de aprendizagem. No total, foram selecionados 26 artigos, dos quais pode-se analisar 15 abordagens diferentes para detecção de estilos de aprendizagem. Dentre as abordagens, a mais utilizada nos trabalhos selecionados foram as Redes Bayesianas. Além disso, percebeu-se que as pesquisas relacionadas a detecção automática de estilos de aprendizagem, mesmo após as críticas recentes a teoria, continuam sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas.

Palavras-chave: Estilos de Aprendizagem. Educação a Distância. Inteligência Artificial.

Abstract: With the evolution of Distance Education in recent years, much has been studied about the importance of considering learning styles in the distance learning process. However, identifying a student's learning styles in an EaD environment is not a trivial task. This article seeks to review the different computational approaches for detecting learning styles present in the literature. The computational approaches presented here are based on Artificial Intelligence techniques capable of

automatically detecting learning styles from the student's behavior in a virtual learning environment. In total, 26 articles were selected, of which 15 different approaches for detecting learning styles can be analyzed. Among the approaches, the most used in the selected works were the Bayesian Networks. In addition, it was noticed that research related to the automatic detection of learning styles, even after recent criticisms of the theory, continues to be developed and improved.

Keywords: Learning Styles. Distance Education. Artificial Intelligence.

ALMEIDA, Arthur Machado França; ASSIS, Luciana Pereira; ANDRADE, Alessandro Vivas. Uma Revisão das Diferentes Abordagens Computacionais para Detecção de Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas para Educação a Distância. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 96-114, jan./abr. 2020.

1 Introdução

A Educação a Distância (EaD) tem crescido mundialmente nos últimos anos. No Brasil, a realidade não é diferente, visto que a EaD é incentivada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996). Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o número de cursos de graduação a distância no Brasil cresceu 571% entre 2003 e 2006. Entre 2011 e 2014, esse número cresceu 213% (BITTENCOURT; MERCADO, 2014).

Com o advento da Internet, diversas ferramentas para uso coletivo surgiram. Na área da educação, os sistemas de gestão de aprendizagem (*Learning Management Systems* - LMS) vieram revolucionar a Educação a Distância, disponibilizando diversos recursos que dão suporte ao processo de ensino-aprendizagem, auxiliando no seu planejamento, implantação e avaliação.

Segundo Dorça (2012), os sistemas de gestão de aprendizagem fornecem grande apoio aos professores, auxiliando-os na autoria e realização de cursos online. Porém, esses sistemas não consideram as diferenças individuais dos estudantes, fornecendo um suporte limitado aos usuários (GRAF et al., 2010), pois o mesmo conteúdo e estratégia pedagógica são utilizados para todos os discentes.

Diferentes estudantes possuem diferentes preferências no aprendizado. Cada pessoa possui uma forma diferente de melhor compreender alguma situação. De acordo com Silva (2006), cada pessoa tem uma forma única para perceber e adquirir conhecimento a partir do processo ensino-aprendizagem. Dessa forma, os estilos de aprendizagem (EAs) representam um conjunto de habilidades e experiências que estão diretamente relacionadas com o estado cognitivo de cada pessoa (SILVA, 2006). O EA refere-se à forma como cada indivíduo assimila e processa as informações que recebe (SOARES; SOARES, 2019).

Os EAs representam um papel importante no processo de aprendizagem. Através deles é possível conhecer a forma como os alunos aprendem e, assim, selecionar as melhores estratégias de ensino (ZAPALSKA; BROZIK, 2006). Silva (2012) afirma que compreender essas diferenças relacionadas a estilos de aprendizagem e estilos cognitivos pode ser o primeiro passo que as instituições educacionais devam dar para alcançar uma aprendizagem eficaz. Ainda, de acordo com Barros (2008), a teoria dos estilos de aprendizagem é flexível e se apoia

nas diferenças individuais, contribuindo para a construção do processo de ensino e aprendizagem na perspectiva de uso das tecnologias.

Dessa forma, muito se tem estudado sobre a detecção automática de estilos de aprendizagem nos Sistemas para Educação a Distância. Nos últimos anos diversos trabalhos foram desenvolvidos, apresentando novas técnicas computacionais para a solução do problema de detecção de EA. Este artigo busca fazer uma revisão dos principais métodos computacionais que vêm sendo desenvolvidos para realizar a detecção de estilos de aprendizagem nos Sistemas de Gestão de Aprendizagem.

2 Educação a Distância e Estilos de Aprendizagem

A EaD é uma modalidade de ensino caracterizada pela separação física entre aluno e professor (RAMOS, 2010). Ela possui elementos interativos que englobam os processos de ensino, aprendizagem, comunicação e controle (MOORE; KEARSLEY, 2011). Devido à flexibilidade e os preços acessíveis, o número de pessoas que buscam os cursos EaD no Brasil têm se multiplicado (NETTO; SOUZA, 2019). Hoje ela é considerada uma importante ferramenta para difusão do conhecimento e democratização da informação (SILVA, 2019).

Com o rápido crescimento da internet e o surgimento do e-learning, os sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) surgiram para auxiliar a EaD. Os LMS são sistemas especializados com tecnologias para o ensino e aprendizagem baseados na Internet e na Web, que visam fornecer educação e treinamento seguindo o paradigma da educação a distância (AVGERIOU et al., 2003).

Os LMS possibilitam que os professores desenvolvam o material instrucional, os exercícios e testes, e facilitam a comunicação com os alunos. Para os alunos, um LMS deve possibilitar o acesso ao material disponibilizado e fornecer ferramentas de comunicação com seus colegas e com os professores e monitores (NETO, 2006).

Apesar dos LMS fornecerem grande apoio aos professores e alunos, esses sistemas não consideram as diferenças individuais dos estudantes e o mesmo conteúdo é apresentado para todos os usuários. Para Puga (2008), esses sistemas auxiliam na organização e controle das atividades programadas em um curso, mas não auxiliam o professor na preparação ou na escolha do conteúdo mais adequado a ser apresentado ao aluno. Diante desse cenário, a adaptatividade desses sistemas a diferentes estudantes tem sido frequentemente discutida.

Segundo Dorça (2012), muito se tem discutido sobre a modelagem do estudante baseada em estilos de aprendizagem. Dessa forma, as preferências psicológicas são armazenadas em bases de dados e então utilizadas no fornecimento de estratégias de ensino personalizadas (BROWN et al., 2006). Essa base de dados é denominada Modelo do Estudante (ME), que é destinada a armazenar as características dos estudantes e que são utilizadas para que o sistema possa realizar a adaptação (PUGA, 2008).

Basicamente, estilos de aprendizagem são características básicas de como se aprende uma nova informação, e não são perceptíveis de forma consciente pelos estudantes (REID, 1998). Felder e Brent (2005) definem os estilos de aprendizagem como características cognitivas que servem como um indicador de como o estudante percebe, interage e responde aos ambientes de aprendizagem.

Ao longo do tempo, diversos modelos foram desenvolvidos para a estruturação e descrição de Estilos de Aprendizagem. Dentre os modelos desenvolvidos, pode-se destacar: Kolb et. al (1984), Honey e Mumford (1992), Pask (1976) e Felder et. al (1988). O *Felder-Silverman Learning Style Model* - FSLSM (FELDER et. al, 1988) é o modelo que vem sendo utilizado pelas abordagens computacionais, principalmente devido a sua simplicidade na representação: é composto por apenas quatro dimensões.

As dimensões do FSLSM são divididas em subdimensões e se caracterizam da seguinte forma (DORÇA, 2012):

- Percepção: essa dimensão refere-se ao tipo de informação que o estudante prefere receber. Subdivide-se em Sensitivo, com preferência por fatos, datas, dados experimentais, exemplos; e Intuitivo, com preferência por teorias, definições, modelos matemáticos.
- Entrada: essa dimensão refere-se ao tipo de informação que é mais efetivamente percebida. Subdivide-se em Visual, com inclinação por figuras, diagramas, gráficos, filmes; e Verbal, com inclinação por explicação escrita ou falada.
- Processamento: essa dimensão refere-se à preferência do estudante sobre o processamento da informação. Subdivide-se em Ativo, com preferência por experimentação ativa, discussões, trabalho em grupo; e Reflexivo, com preferência por trabalho individual, introspecção, reflexão, teoria.
- Organização: essa dimensão refere-se à preferência de progressão do estudante dentro do curso. Subdivide-se em Sequencial, com inclinação por uma progressão lógica e linear no conteúdo; e Global, com inclinação por uma visão geral do todo, aprendendo aleatoriamente.

Os estudantes apresentam tendências de preferências em cada uma das quatro dimensões (FELDER; SPURLIN, 2005). As dimensões definem as formas de receber, processar, perceber e organizar a informação (DORÇA, 2012). Uma característica do FSLSM é que suas dimensões não são estáticas, ou seja, um estudante pode tender de um Estilo de Aprendizagem para outro, dentro de uma mesma dimensão.

Para Barros (2008), o espaço virtual apresenta possibilidades de aprendizagem diferenciadas das tradicionais do ensino presencial e os estilos de aprendizagem apresentam características que podem ser identificadas dentro do espaço virtual. Dessa forma, os estilos de uso do espaço virtual aliados aos estilos de aprendizagem podem auxiliar na identificação do perfil de como um indivíduo aprende, permitindo um direcionamento das ações pedagógicas (MIRANDA, 2012). Os estilos de uso do espaço virtual, embora sejam importantes, não são foco da presente pesquisa e por isso seus conceitos não serão aprofundados.

2.1 Críticas aos Estilos de Aprendizagem

Embora exista na literatura um rico estudo sobre os EAs e uma variedade de modelos que buscam descrevê-los, algumas pesquisas recentes têm questionado a teoria. Essas pesquisas levantam possíveis falhas na teoria e modelos de EA.

Uma das críticas está relacionada ao aspecto determinístico que os EAs supostamente

apresentam. Kirschner e Merriënboer (2013) criticam a concepção de EA como uma característica fixa do indivíduo, onde o EA é estático e não pode variar ao longo do tempo. Crítica semelhante apresenta Pashler et al. (2008), ao constatarem que essa definição de um EA fixo pode levar o indivíduo a entender que não consegue aprender de determinadas formas, que não sejam aquelas de sua preferência.

Outra crítica aos EAs está relacionada às suas formas de detecção. Rawson; Stahovich; Mayer (2017) alegam que a identificação de EA por meio de questionários muitas vezes não condiz com a realidade, visto que existe uma baixa correlação entre as respostas e o que é, de fato, verdade. Veenman; Prins; Verheij (2003) criticam o uso de questionários psicométricos para realizar a detecção dos EAs, visto que os estudantes não conseguem definir claramente a forma que melhor aprendem. Graf, Lin et al. (2007) abordam a imprecisão e grau de incerteza associados a este tipo de questionário para autoavaliação de EA. Outras críticas também são apresentadas nos trabalhos de Kirshner (2017) e Nancekivell; Shah; Gelman (2019).

Apesar das críticas, pesquisas recentes têm explorado a utilização de EAs nos Sistemas de Aprendizagem. Trabalhos como Dorça (2012), Sena et al. (2016), Rodrigues et al. (2016), Falci et al. (2017), Salazar et al. (2017), Ribeiro et al. (2017) e Silva et al. (2018) apresentam abordagens para detecção de EAs de forma automática, baseadas em técnicas de Inteligência Artificial e Aprendizagem de Máquina. As abordagens para detecção de EA de forma automática afastam uma das principais críticas à teoria, já que dispensam o uso de questionários para autoavaliação dos estudantes.

Todos esses trabalhos utilizam ainda o FSLSM como modelo para descrição de EA. O FSLSM é um modelo dinâmico e probabilístico, onde os estudantes possuem tendências de preferências em cada dimensão (DORÇA, 2012). Sendo assim, o estudante possui uma probabilidade de pertencer a uma determinada dimensão de EA, mas possui também probabilidades menores de pertencer a outros estilos (DORÇA, 2012). Assim, o uso do FSLSM como modelo uma outra crítica à teoria, de que os EAs são tratados de forma determinística.

Ressalta-se, ainda, que as críticas aos EAs apresentadas neste trabalho, retiradas de Kirschner e Merriënboer (2013), Pashler et al. (2008), Rawson; Stahovich; Mayer (2017) e Veenman; Prins; Verheij (2003), fazem mais sentido quando aplicadas ao ensino presencial, já que no ensino na modalidade EaD existe o uso de ferramentas computacionais, que facilitam a detecção automática dos EAs e a classificação de acordo com um modelo como o FSLSM.

3 Detecção de Estilos de Aprendizagem

Uma das formas mais utilizadas para realizar a detecção de EA é a automática. Nas abordagens automáticas, de acordo com o comportamento e as ações tomadas pelo estudante dentro do sistema, o ambiente consegue detectar e atualizar o estilo de aprendizagem do estudante automaticamente (BRUSILOVSKY, 1996).

Com o decorrer do tempo, diversas abordagens para detecção e correção de estilos de aprendizagem foram desenvolvidas. Algumas delas são abordagens colaborativas que utilizam questionários. Outras são abordagens computacionais que utilizam técnicas de Aprendizado de Máquina, Inteligência Computacional e Inteligência Artificial.

Na revisão bibliográfica realizada nesse trabalho, foram selecionados 26 trabalhos sobre detecção automática de estilos de aprendizagem. Eles possuem em comum o fato de utilizarem técnicas de Inteligência Artificial para identificar os EAs. Foram considerados os trabalhos clássicos de detecção automática de estilos de aprendizagem, ou seja, aqueles realizados por pesquisadores que já publicaram muitos trabalhos na área e possuem pelo menos 5 citações; além de trabalhos importantes desenvolvidos por pesquisadores brasileiros (as) e publicados em eventos e periódicos nacionais. Os buscadores utilizados para a pesquisa foram a plataforma Periódicos Capes e o Google Acadêmico.

Nos próximos tópicos são descritas as principais técnicas da Inteligência Artificial para detecção de estilos de aprendizagem desenvolvidas nos últimos anos.

3.1 Redes Bayesianas

As Redes Bayesianas são uma representação compacta e expressiva de relações incertas entre parâmetros de um domínio (GARCIA et al., 2007). São estruturas capazes de modelar situações que apresentam algum grau de incerteza e não são determinísticas.

Dessa forma, as Redes Bayesianas se adéquam muito bem na detecção de estilos de aprendizagem, se considerarmos que esse é um problema não determinístico e que apresenta determinado grau de incerteza. De acordo com Al-Azawei e Badii (2014), com a técnica de Redes Bayesianas é possível criar uma rede entre os padrões de comportamento do estudante e as dimensões do modelo de estilo de aprendizagem utilizado.

Vários autores já desenvolveram pesquisas relacionadas à detecção dos estilos de aprendizagem utilizando a abordagem de Redes Bayesianas. Podemos citar, por exemplo, os trabalhos de Garcia et al. (2005), Garcia et al. (2007), Garcia et al. (2008), Botsios et al. (2008), Essaid; El Bachari; El Adnani (2011) e Salazar et al. (2017).

O trabalho de Garcia et al. (2007) foi um dos primeiros a relacionar Redes Bayesianas e o FSLSM. Garcia et al. (2007) utiliza o Teorema de Bayes para inferir as características do estudante após observar seu comportamento durante o processo de aprendizagem.

Para avaliar sua abordagem, Garcia et al. (2007) utilizou 27 estudantes de um curso de Inteligência Artificial em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Os resultados foram comparados com resultados obtidos pelo ILS, proposto por Felder. Foi verificado um grande índice de acerto entre as probabilidades inferidas pela Rede Bayesiana e o resultado obtido pelo questionário ILS.

Dessa forma, Garcia et al. (2007) conseguiu comprovar com sua pesquisa a eficiência e viabilidade do uso de Redes Bayesianas para detecção e correção automática dos estilos de aprendizagem utilizando o FSLSM em ambientes virtuais de aprendizagem reais.

Já em Amir et al. (2016) é proposto uma abordagem para detecção de estilos de aprendizagem que utiliza Máquinas de Vetores de Suporte. Uma Máquina de Vetores de Suporte (*Support Vector Machine* - SVM) é uma técnica da área da Inteligência Computacional, baseada na Teoria de Aprendizado Estatístico (GONG; WANG, 2011). Uma SVM é um classificador binário, pois possui como entrada um conjunto de dados e infere, para cada entrada, qual das duas classes a entrada faz parte.

Amir et al. (2016) analisaram dados de duzentos alunos através dos logs de arquivos de um sistema de gestão de aprendizagem. Utilizaram, então, o SVM para inferir os estilos de aprendizagem dos estudantes. Os resultados foram comparados com resultados obtidos utilizando o classificador *Naive Bayes*. Os resultados da SVM se mostraram superiores aos resultados utilizando *Naive Bayes*, o que comprova a viabilidade da proposta (AMIR et al., 2016).

3.2 Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais são modelos computacionais baseados na estrutura dos neurônios do cérebro humano e tem como objetivo reproduzir a maneira como o sistema nervoso humano trabalha (VILLAYERDE et al., 2006). O principal elemento da rede é o neurônio artificial, que está conectado a outros neurônios, e estes formam uma rede de neurônios. Por meio desta rede, os sinais são transmitidos e geram as sinapses, responsáveis pelo aprendizado da rede (VILLAYERDE et al., 2006).

Alguns autores já desenvolveram pesquisas relacionadas à detecção e correção de estilos de aprendizagem utilizando a abordagem de Redes Neurais Artificiais. Podemos citar Villaverde et al. (2006), Cabada et al. (2011), Lo et al. (2012) e Bernard et al. (2015).

Lo et al. (2012) propõe um sistema de aprendizagem baseado na web que possui dois módulos: o modelo do estudante e o modelo adaptativo. O modelo do estudante, após coletar informações sobre o comportamento do mesmo durante as sessões de aprendizagem, faz uso de uma rede neural do tipo multicamada *feed-forward* para classificar o comportamento do aluno.

A validação da abordagem foi feita com estudantes reais. Os resultados mostraram que o treinamento da rede neural foi apropriado e o ambiente conseguiu inferir o estilo cognitivo do estudante com um alto grau de precisão (LO et al., 2012). Os autores consideraram, por fim, que o uso da rede neural multicamada possui potencial para poder ser utilizado em um ambiente virtual de aprendizagem.

Embora a utilização de redes neurais para detecção dos estilos de aprendizagem dos estudantes tenha se mostrado promissora, Al-Azawei e Badii (2014) ressaltam que essa abordagem deve ser melhor avaliada, pois apresenta um elevado custo computacional e grande complexidade.

3.3 Árvores de Decisão

De acordo com Russell e Norvig (1995), uma Árvore de Decisão é uma estrutura computacional utilizada para aprendizado de máquina e tomada de decisão. As árvores utilizam uma situação problema (conjunto de atributos) como entrada e geram uma hipótese como saída. Esse método é bastante utilizado por apresentar estrutura simples, porém poderosa.

O problema de detecção e correção automática dos estilos de aprendizagem já foi modelado por alguns autores utilizando a estrutura de Árvore de Decisão. Cha et al. (2006) e Ozpolat e Akar (2009) são exemplos de pesquisadores que utilizaram essa abordagem para identificação dos estilos de aprendizagem.

Ozpolat e Akar (2009) utilizam uma estrutura de árvore combinada com o algoritmo *NBTree* e o classificador *Binary Relevance* para modelar os estilos de aprendizagem, baseados no FSLSM. Nessa abordagem, o estudante interage com o ambiente virtual de aprendizagem, que oferece objetos de aprendizagem genéricos ao estudante. De acordo com as opções do estudante pelos objetos, as mesmas são agrupadas e organizadas na árvore de decisão (OZPOLAT e AKAR, 2009).

A partir da geração da árvore, utiliza-se o algoritmo *NBTree* para inferir o estilo de aprendizagem do estudante. Assim, os estudantes são classificados de acordo com seus interesses e, conforme o resultado da classificação é identificado os estilos de aprendizagem (OZPOLAT e AKAR, 2009).

Já a abordagem proposta por Cha et al. (2006) utiliza Árvores de Decisão combinadas com Modelos Ocultos de Markov. Através da interação do estudante com o ambiente virtual de ensino, o sistema coleta suas preferências individuais e as armazena em uma estrutura de Árvore de Decisão. A detecção dos estilos de aprendizagem é realizada utilizando o Modelo Oculto de Markov, um método estatístico que utiliza a sequência de observações e as probabilidades para inferir os resultados.

3.4 Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos são heurísticas baseadas na Teoria da Evolução de Charles Darwin. Com base nessa técnica, uma população de soluções candidatas a um problema de otimização evolui para melhores soluções, através dos princípios naturais de herança, mutação, seleção natural e recombinação (YANNIBELLI et al., 2006).

Algumas abordagens para identificação de estilos de aprendizagem utilizando Algoritmos Genéticos já foram propostas. Chang et al. (2009) propõe um método para classificar e identificar estilos de aprendizagem de estudantes. O autor utiliza o *K-Nearest Neighbor* como classificador, juntamente com um Algoritmo Genético.

Yannibelli et al. (2006) utiliza um Algoritmo Genético que busca identificar as ações do aluno ao frequentar uma disciplina. Assim, as ações observadas são consideradas como as preferências do estudante e então são mapeadas para o FSLSM. No seu algoritmo, Yannibelli et al. (2006) define a população inicial de cromossomos, de forma que cada cromossomo representa uma combinação de ações. Cada cromossomo dessa população é avaliado de acordo com as ações feitas pelo aluno. Uma nova população é obtida por meio de técnicas de seleção, crossover e mutação (YANNIBELLI et al., 2006).

Yannibelli et al. (2006) realizou testes com uma base de dez estudantes e seu algoritmo mostrou um alto índice de acerto nos estilos de aprendizagem. A taxa de acerto na detecção foi de 80% para a dimensão Processamento, 100% para a dimensão Percepção e 100% para a dimensão Organização. Yannibelli et al. (2006) não considerou no seu algoritmo a dimensão Entrada do FSLSM.

3.5 Aprendizagem por Reforço e Cadeias de Markov

A Aprendizagem por Reforço é uma técnica da Inteligência Artificial que utiliza recompensas para que o agente possa aprender (RUSSEL; NORVIG, 1995). Através da interação do agente

com o ambiente, o mesmo consegue aprender, de acordo com as recompensas que lhe são oferecidas.

De acordo com Dorça (2012), a Aprendizagem por Reforço é geralmente utilizada quando não se consegue obter exemplos de qual o comportamento correto que o agente deve ter em determinadas situações, ou quando o agente está em um ambiente desconhecido. Assim, logo após realizar alguma ação, o agente toma conhecimento do estado alcançado e consegue obter experiência sobre o ganho de suas ações em determinado estado (DORÇA, 2012).

Sendo assim, a Aprendizagem por Reforço é um bom método para ser utilizado em situações onde não se possui uma base de conhecimento capaz de informar os objetivos e ações corretas, como é o caso da detecção automática e dinâmica de estilos de aprendizagem (DORÇA, 2012).

Dorça (2012) apresenta uma abordagem que utiliza Aprendizagem por Reforço, onde o processo de atualização do Modelo do Estudante é feito a partir do desempenho dos estudantes. O desempenho do estudante, por sua vez, é aferido utilizando-se um Processo Estocástico para Simulação do Desempenho do Estudante - PESDE, metodologia criada pelo autor.

O Modelo do Estudante é modelado com uma cadeia de Markov para cada dimensão do FSLSM, e é formado por uma combinação de objetivos de aprendizagem, estilos de aprendizagem e nível cognitivo.

A abordagem de Dorça (2012) utiliza o algoritmo *Q-learning* para, de acordo com o resultado do desempenho do estudante calculado pelo PESDE, realizar a retroalimentação e atualização do modelo de estudante, representado pelas cadeias de Markov.

Para realizar os testes e validar sua abordagem, Dorça (2012) utilizou a metodologia de simulação computacional. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois foi detectado um alto grau de coesão entre o modelo do estudante probabilístico e o modelo do estudante real, com um baixo custo computacional.

3.6 Dynamic Scripting

O *Dynamic Scripting* é uma técnica de Aprendizagem por Reforço *online*. Dessa forma, o aprendizado é concomitante ao próprio uso do sistema (SPRONCK, 2005). O *Dynamic Scripting* é capaz de aprender a partir de poucas tentativas por meio de scripts tradicionais da IA, que limitam o tamanho do espaço de estados (SPRONCK, 2005). Já a Aprendizagem por Reforço tradicional demanda grande quantidade de tentativas para convergência e por isso não são eficientes para a aprendizagem *online* (RABIN, 2002).

Nos trabalhos de Silva et al. (2017) e Silva et al. (2018), é apresentada uma nova forma de reforço no modelo proposto em Dorça (2012). A técnica é uma adaptação do *Dynamic Scripting*, denominada *Adapted Dynamic Scripting (ADS)*. O ADS é composto por um conjunto de regras que contém condições, uma ação e um peso. As condições usam a nota do estudante e/ou a distância entre os estilos de aprendizagem. As ações consistem na aplicação de reforço positivo ou negativo no Estilo de Aprendizagem probabilístico. Já o peso determina a probabilidade de seleção de determinada regra. A base de regras do ADS é composta por 40 regras, de forma que para compor um script são necessárias 20 regras (SILVA et al., 2018).

Os resultados obtidos pela abordagem se mostraram superiores ao apresentado em Dorça (2012). Para a comparação, foram apresentadas duas métricas: número de problemas de aprendizagem e nota média dos estudantes. Em relação ao número de problemas de aprendizagem, a abordagem ADS reduziu em aproximadamente 54% o número de problemas de aprendizagem para EAs estáticos e 35% para EAs dinâmicos (SILVA et al., 2018). Na métrica nota média dos estudantes, a média de notas foi aproximadamente 6,06% maior que as notas obtidas na abordagem proposta em Dorça (2012) (SILVA et al., 2018).

3.7 Mineração de Dados Educacionais

A Mineração de Dados tem como objetivo utilizar técnicas para descoberta de conhecimento em bases de dados. Recentemente muito se tem discutido sobre a Mineração de Dados Educacionais, que consiste em aplicar métodos da Mineração de Dados para a descoberta de conhecimento em bases de dados de ambientes educacionais (BAKER et al., 2011).

Senechal (2013) afirma que essa abordagem utiliza informações da interação do aluno com o ambiente virtual, armazenadas nos arquivos de logs, para buscar padrões e inferir os estilos de aprendizagem dos estudantes.

De acordo com Baker et al. (2011), uma das principais linhas de pesquisa da Mineração de Dados Educacionais é o desenvolvimento de métodos eficazes para dar suporte ao aluno que utiliza ambientes virtuais de aprendizagem. Ainda, segundo o autor, alguns Sistemas Tutores Inteligentes na Europa e EUA já utilizam técnicas de Mineração de Dados Educacionais para proporcionar uma aprendizagem mais personalizada e de melhor qualidade.

Existe ainda a possibilidade de utilizar os dados coletados como entrada para outros algoritmos da Inteligência Artificial que possam realizar a inferência dos estilos de aprendizagem (AL-AZAWEI; BADII, 2014). Assim, os dados podem servir de insumo para técnicas como as Redes Bayesianas, Redes Neurais Artificiais, entre outros.

Esse é o caso do trabalho de Rajper et al. (2016), que utiliza técnicas de mineração de dados e Redes Bayesianas para inferir os estilos de aprendizagem. A pesquisa foi realizada com 863 estudantes matriculados em cursos de Ciência da Computação. Para validação da pesquisa, os resultados foram comparados com resultados do questionário KLSI, utilizado para classificar os estudantes de acordo com o modelo do *Kolb's Learning Style Model*. Por fim, o autor avalia que os resultados obtidos podem melhorar no futuro com o aprimoramento da técnica (RAJPER et al., 2016).

3.8 Lógica Fuzzy

A Lógica Fuzzy é baseada na teoria dos conjuntos fuzzy e se difere dos sistemas lógicos tradicionais devido a suas características e detalhes (GOMIDE et al., 1995). É a lógica onde os modelos de raciocínio são aproximados, e não exatos. Na Lógica Fuzzy, o valor verdade de uma proposição pode ser um subconjunto fuzzy de qualquer conjunto parcialmente ordenado (GOMIDE et al., 1995).

De acordo com Rodrigues et al. (2016), a Lógica Fuzzy é uma técnica que se adequa bem em situações onde não existe uma definição única de determinadas características, como é o caso da modelagem dos estilos de aprendizagem.

Rodrigues et al. (2016) propõe uma abordagem baseada em Lógica Fuzzy para detecção dos estilos de aprendizagem dos estudantes. Nesse modelo, o autor classifica as notas do estudante de acordo com alguns conjuntos difusos: Muito Ruim, Ruim, Média, Boa e Muito Boa. Cada nota pertence a um determinado conjunto difuso com certo grau de pertinência que varia entre 0 e 1 (RODRIGUES et al., 2016).

Sendo assim, o sistema seleciona, por meio de algumas regras de defuzzificação, uma Combinação de Estilo de Aprendizagem que contenha uma baixa média de notas ruins e alta média de notas boas (RODRIGUES et al., 2016).

Os resultados do algoritmo foram comparados com resultados obtidos pelo algoritmo descrito por Dorça (2012). A abordagem proposta se mostrou superior devido à sua baixa variabilidade nos resultados e um melhor desempenho do algoritmo (RODRIGUES et al., 2016).

3.9 Modelos Ocultos de Markov

Um Modelo Oculto de Markov é uma variação das cadeias de Markov, pois além de apresentar as distribuições de probabilidades comuns às cadeias de Markov, ele possui também uma distribuição baseada em observação e comportamento do ambiente em que está inserido (RABINER, 1989).

De acordo com Rabiner (1989), o Modelo Oculto de Markov é um processo duplamente estocástico, onde um dos processos estocásticos é não visível e não observável, e o outro é um processo que produz uma sequência de observações. Dessa forma, o primeiro processo estocástico, não visível, pode ser observado pelo segundo processo estocástico, que produz a sequência de observações.

Alguns autores já utilizaram a abordagem de Modelo Oculto de Markov para detectar os estilos de aprendizagem de estudantes. Pode-se destacar as propostas de Nguyen (2013), Sena et al. (2016) e Almeida et al. (2019).

A abordagem proposta por Nguyen (2013) utiliza um Modelo Oculto de Markov para cada dimensão do FSLSM. As subdimensões das dimensões formam os estados ocultos do modelo, enquanto as observações das ações do estudante no sistema compõem os estados observados do modelo.

A inferência dos estilos de aprendizagem, no caso da modelagem por meio dos Modelos Ocultos de Markov, está relacionada a resolver o problema de encontrar a melhor sequência de estados ocultos que influenciou na geração dos estados observados do modelo. Ou seja, qual sequência de transição de estados é mais provável que tenha conduzido a uma sequência de observações (NGUYEN, 2013). A melhor solução para esse problema, conforme Nguyen (2013), é utilizar o Algoritmo de Viterbi.

Sena et al. (2016) implementou a modelagem de estilos de aprendizagem utilizando os Modelos Ocultos de Markov e o Algoritmo de Viterbi para inferir os estilos. Os resultados foram muito satisfatórios, com uma taxa de acerto de estilo de aprendizagem probabilístico acima de 85% para cada dimensão do FSLSM.

Já em Almeida et al. (2019) foi implementada uma modelagem de estilos de aprendizagem utilizando Modelos Ocultos de Markov e uma abordagem de Aprendizagem por Reforço. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com uma taxa de acerto superior a 91%.

3.10 Outras Técnicas para Detecção de Estilos de Aprendizagem

Em Oliveira et al. (2018), é apresentado um modelo para detecção automática de estilos de aprendizagem que se baseia na meta-heurística Vitis Vinífera (MHV). A MHV é baseada no comportamento e crescimento da videira. Os autores compararam o desempenho da abordagem proposta com o Algoritmo Genético apresentado em Yannibelli et al. (2006). Os resultados apontam diferença significativa entre o MHV e o Algoritmo Genético, sendo que o MHV apresentou resultados melhores.

Em Ribeiro et al. (2017), é apresentada uma abordagem baseada em Dorça (2012) e que propõe o uso do conceito de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) com o objetivo de valorizar bons resultados encontrados em sessões de aprendizagem anteriores e acelerar o processo de detecção do estilo de aprendizagem do estudante. Os resultados do uso da MMEP apontam que o tempo médio para identificar as preferências do estudante, bem como o número de sessões de aprendizagem, foi menor do que a abordagem apresentada em Dorça (2012).

No trabalho proposto por Dung e Florea (2012), uma abordagem baseada em regras de mapeamento é utilizada. As regras de mapeamento são baseadas no tempo gasto pelos estudantes e no número de visitas a determinado objeto de aprendizagem. Para validação da proposta, foi utilizada uma base de dados com 44 estudantes de um curso de 9 meses de inteligência artificial. Os resultados obtidos pela abordagem foram comparados com o resultado obtido pelo questionário ILS, aplicado no início do curso. Para a dimensão Processamento, foi obtida uma média de 72,73% de inferências corretas; para a dimensão Percepção, 70,15%; para a dimensão Entrada, 79,54%; para a dimensão Organização, 65,91%.

4 Análise da Revisão

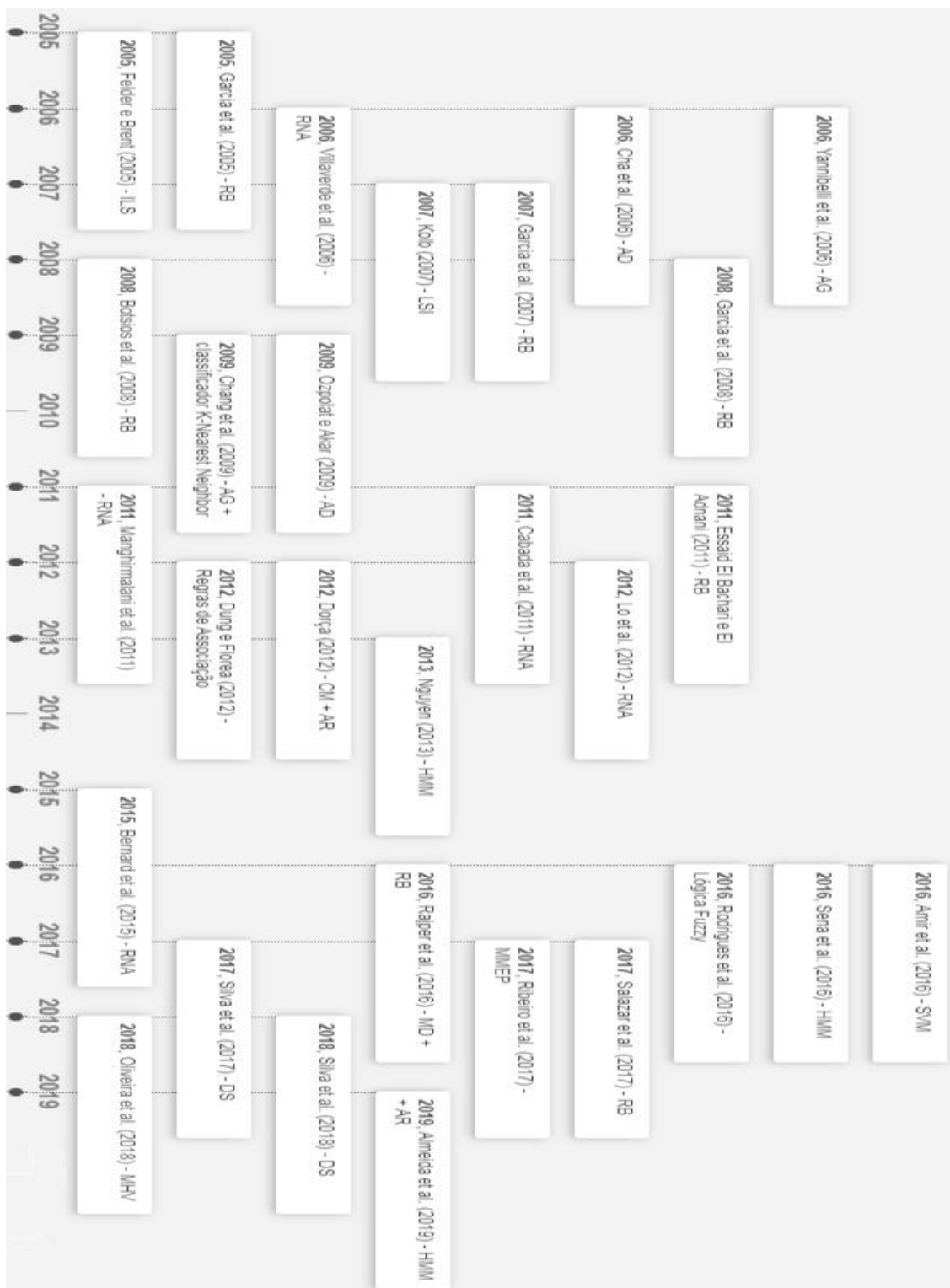
A presente revisão bibliográfica realizou o levantamento de 26 trabalhos sobre detecção de estilos de aprendizagem. Além dos trabalhos clássicos sobre detecção de estilos de aprendizagem, foram considerados também trabalhos importantes desenvolvidos por pesquisadores brasileiros (as) e publicados em eventos e periódicos nacionais. A Figura 1 apresenta uma linha do tempo com as publicações relacionadas a detecção de estilos de aprendizagem exploradas na presente revisão.

A linha do tempo apresenta o trabalho e ano de publicação, bem como o método utilizado para realizar a modelagem e detecção do estilo de aprendizagem. Os métodos foram abreviados de acordo com a seguinte legenda: RB – Redes Bayesianas; ILS – *Index of Learning Styles*; RNA – Redes Neurais Artificiais; AD – Árvore de Decisão; AG – Algoritmo Genético; LSI – *Learning Style Inventory*; CM – Cadeias de Markov; AR – Aprendizagem por Reforço; HMM – Modelos Ocultos de Markov; SVM – Máquina de Vetor de Suporte; MD – Mineração de Dados; MMEP – Média Móvel Exponencialmente Ponderada; DS – *Dynamic Scripting*; MHV – Meta-heurística Vitis Vinífera.

Conforme pode ser visualizado na Figura 1, existem diversas abordagens para detecção dos

estilos de aprendizagem. Ao todo, foram levantados 15 métodos distintos, sendo que alguns deles utilizam mais de uma técnica para realizar a modelagem e detecção dos estilos de aprendizagem.

Figura 1 – Linha do tempo dos trabalhos relacionados a detecção de estilos de aprendizagem



No trabalho de Kirshner (2017), o autor faz críticas aos estilos de aprendizagem. Segundo o autor, a teoria dos estilos de aprendizagem é uma crença que apresenta pouca evidência científica, pouca base teórica e ausência de evidência empírica significativa (KIRSHNER, 2017). O autor recomenda ainda que os pesquisadores parem de propagar a teoria, considerada por ele como um mito.

Com as críticas apresentadas em Kirshner (2017), apenas dois anos depois os estilos de aprendizagem ainda parecem ser objeto de estudo de alguns pesquisadores. Conforme linha do tempo apresentada na Figura 1, foram 4 trabalhos publicados em 2016 (anteriores ao trabalho do Kirshner), 3 trabalhos publicados em 2017 (ano do trabalho do Kirshner), 2 em 2018 e 1 em 2019. A quantidade de trabalhos nesses anos é absolutamente compatível com o de outros anos, como 2011 (3 trabalhos), 2012 (3 trabalhos) e 2013 (1 trabalho).

Dessa forma, não se pode dizer que após o trabalho de Kirshner (2017) e as críticas que ele apresenta as pesquisas sobre estilos de aprendizagem estejam em declínio. Com as diversas abordagens automáticas para detecção dos estilos de aprendizagem, como as apresentadas neste trabalho, as pesquisas na área ainda devem obter avanços consideráveis e auxiliar na adaptação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos trabalhos e das técnicas computacionais para detecção de EA. Pela tabela é possível perceber que o modelo mais utilizado para descrição dos EAs em ambientes computacionais é o FSLSM. Ele está presente em 21 dos 26 trabalhos. Isso se deve principalmente a: sua simplicidade de representação, visto que o modelo possui 4 dimensões com 2 subdimensões cada, totalizando 16 combinações possíveis de EA, sendo simples sua representação computacional; sua característica de não ser estático, refutando assim uma crítica a teoria de EA; e também por ser um modelo já consolidado.

Tabela 1 – Trabalhos e técnicas para detecção automática de EA

Abordagem Utilizada	Trabalhos Relacionados	Modelo de EA Utilizado
Redes Bayesianas	Garcia et al. (2005), Garcia et al. (2007), Garcia et al. (2008), Botsios et al. (2008), Essaid; El Bachari; El Adnani (2011) e Salazar et al. (2017).	- Garcia et al. (2005, 2007, 2008): FSLSM; - Botsios et al. (2008): KOLB; - Essaid; El Bachari; El Adnani (2011): MBTI; - Salazar et al. (2017): FSLSM.
Redes Neurais Artificiais	Villaverde et al. (2006), Cabada et al. (2011), Lo et al. (2012) e Bernard et al. (2015).	- Villaverde et al. (2006): FSLSM; - Cabada et al. (2011): FSLSM; - Lo et al. (2012): MBTI; - Bernard et al. (2015): FSLSM.
Árvore de Decisão	Cha et al. (2006) e Ozpolat e Akar (2009).	- Cha et al. (2006): FSLSM; - Ozpolat e Akar (2009): FSLSM.
Algoritmo Genético + K Nearest Neighbor	Chang et al. (2009).	Não utiliza um modelo específico de EA.
Algoritmo Genético	Yannibelli et al. (2006).	FSLSM
Aprendizagem por Reforço e Cadeia de Markov	Dorça (2012).	FSLSM
Dynamic Scripting	Silva et al. (2017) e Silva et al. (2018).	FSLSM
Mineração de Dados Educacionais	Rajper et al. (2016).	KOLB
Lógica Fuzzy	Rodrigues et al. (2016).	FSLSM
Modelos Ocultos de Markov	Nguyen (2013), Sena et al. (2016).	FSLSM
Modelos Ocultos de Markov + Aprendizagem por Reforço	Almeida et al. (2019)	FSLSM
Meta-heurística Vitis Vinífera	Oliveira et al. (2018).	FSLSM

(MHV)		
Média Móvel Exponencialmente Ponderada	Ribeiro et al. (2017).	FSLSM
Regras de Mapeamento	Dung e Florea (2012).	FSLSM
Máquina de Vetor de Suporte (SVM)	Amir et al. (2016).	FSLSM

Fonte: Próprio autor.

5 Considerações Finais

A partir dos fundamentos abordados neste trabalho, percebe-se que os estilos de aprendizagem e suas formas de detecção são um fator determinante para a criação de ambientes computacionais que se adaptem ao estudante, oferecendo melhorias ao processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, este é um amplo horizonte a ser explorado na EaD e, por isso, este é um tópico que vem sendo constantemente objeto de estudo na área da Informática aplicada a Educação.

Existem na literatura diversas abordagens para detecção de estilos de aprendizagem de estudantes em Sistemas Educacionais. Desde abordagens colaborativas, que utilizam questionários para levantamento das preferências dos estudantes, até abordagens automáticas, que utilizam técnicas avançadas de Inteligência Artificial, Inteligência Computacional e Aprendizado de Máquina para detectar os estilos de aprendizagem.

Na pesquisa bibliográfica realizada nesse trabalho, a abordagem para detecção automática de estilos de aprendizagem mais utilizada na literatura é por meio de Redes Bayesianas, com 6 trabalhos encontrados. Em segundo, a técnica de Redes Neurais, com 4 trabalhos relacionados. As outras abordagens descritas nesse artigo têm 3, 2 ou 1 trabalho relacionado. Por possuírem mais trabalhos relacionados e também por serem amplamente utilizadas na área da computação, as abordagens que utilizam Redes Bayesianas e Redes Neurais Artificiais são promissoras para serem implementadas em um ambiente virtual de aprendizagem real.

O presente trabalho cumpre, assim, o seu propósito inicial de realizar uma revisão e descrição sobre as diversas técnicas presentes na literatura para identificação dos estilos de aprendizagem dos estudantes em Sistemas para Educação à Distância.

Referências

AL-AZAWI, A.; BADII, A. State of the art of learning styles-based adaptive educational hypermedia systems (LS-BAEHSs). *International Journal of Computer Science & Information Technology, Academy & Industry Research Collaboration Center (AIRCC)*, v. 6, n. 3, p. 1, 2014.

ALMEIDA, Arthur Machado França de et al. Utilização de Modelos Ocultos de Markov e Aprendizagem por Reforço para detecção de Estilos de Aprendizagem de estudantes em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, [S.l.], v. 1, n. 10, jun. 2019.

AMIR, E. S.; SUMADYO, M.; SENSUSE, D. I.; SUCAHYO, Y. G.; SANTOSO, H. B. *Automatic detection of learning styles in learning management system by using literature-based method and support vector machine*. In: IEEE. Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 2016 International Conference on. [S.l.], 2016.

AVGERIOU, P.; PAPASALOULOS, A.; RETALIS, S.; SKORDALAKIS, M. Towards a pattern language for learning management systems. *Educational Technology & Society*, JSTOR, v. 6, n. 2, p. 11-24, 2003.

- BAKER, R.; ISOTANI, S.; CARVALHO, A. Mineração de dados educacionais: Oportunidades para o Brasil. *Brazilian Journal of Computers in Education*, v. 19, n. 02, p. 3, 2011.
- BARROS, D. M. V.; GARCÍA, C. A.; DO AMARAL, S. F. Estilo de uso do espaço virtual. *Journal of Learning Styles*, v. 1, n. 1, 2008.
- BITTENCOURT, I. M.; MERCADO, L. P. L. Evasão nos cursos na modalidade de educação a distância: estudo de caso do curso piloto de administração da UFAL/UAB. *Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 22, n. 83, p. 465-504, 2014.
- BOTSIOS, S.; GEORGIU, D.; SAFOURIS, N. Contributions to adaptive educational hypermedia systems via on-line learning style estimation. *Educational Technology & Society*, JSTOR, v. 11, n. 2, p. 322-339, 2008.
- BERNARD, J.; CHANG, T. W.; POPESCU, E.; GRAF, S. *Using artificial neural networks to identify learning styles*. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2015.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 27839, 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/leis/L9394.htm>>.
- BROWN, E., BRAILSFORD, T., FISHER, T., MOORE, A., and ASHMAN, H. *Reappraising cognitive styles in adaptive web applications*. In Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web, pages 327-335, 2006.
- BRUSILOVSKY, P. *Methods and techniques of adaptive hypermedia*. User modeling and user-adapted interaction, Springer, v. 6, n. 2-3, p. 87-129, 1996.
- CABADA, R. Z.; ESTRADA, M. L. B.; GARCIA, C. A. R. *EDUCA: A web 2.0 authoring tool for developing adaptive and intelligent tutoring systems using a Kohonen network*. Expert Systems with Applications, Elsevier, v. 38, n. 8, p. 9522-9529, 2011.
- CHA, H. J.; KIM, Y. S.; PARK, S. H.; YOON, T. B.; JUNG, Y. M.; LEE, J.-H. *Learning styles diagnosis based on user interface behaviors for the customization of learning interfaces in an intelligent tutoring system*. In: SPRINGER. International Conference on Intelligent Tutoring Systems. [S.l.], 2006. p. 513-524.
- CHANG, Y.-C.; KAO, W.-Y.; CHU, C.-P.; CHIU, C.-H. A learning style classification mechanism for e-learning. *Computers & Education*, Elsevier, v. 53, n. 2, p. 273-285, 2009.
- DORÇA, F. A. *Uma abordagem estocástica baseada em Aprendizagem por Reforço para modelagem automática e dinâmica de Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação a Distância*. Tese (Doutorado), 2012.
- DUNG, P. Q.; FLOREA, A. M. *An approach for detecting learning styles in learning management systems based on learners' behaviours*. In International Conference on Education and Management Innovation, v. 30, p. 171-177, 2012.
- Essaid El Bachari, E. H. A.; El Adnani, M. *E-LEARNING PERSONALIZATION BASED ON DYNAMIC LEARNERS' PREFERENCE*. Citeseer, 2011.
- FELDER, R. M.; BRENT, R. Understanding student differences. *Journal of engineering education*, Wiley Online Library, v. 94, n. 1, p. 57-72, 2005.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. et al. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988.
- FELDER, R. M.; SPURLIN, J. Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *International journal of engineering education*, v. 21, n. 1, p. 103-112, 2005.
- GARCIA, P.; AMANDI, A.; SCHIAFFINO, S.; CAMPO, M. *Using Bayesian networks to detect students' learning styles in a web-based education system*. Proc of ASAI, Rosario, p. 115-126, 2005.

GARCIA, P.; AMANDI, A.; SCHIAFFINO, S.; CAMPO, M. Evaluating Bayesian networks precision for detecting students learning styles. *Computers & Education*, Elsevier, v. 49, n. 3, p. 794–808, 2007.

GARCIA, P.; SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A. An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in Web-based courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley Online Library, v. 24, n. 4, p. 305–315, 2008.

GOMIDE, F.; GUDWIN, R. R.; TANSCHKEIT, R. *Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lógica fuzzy e aplicações*. In: Proc. 6 th IFSA Congress-Tutorials. [S.l.: s.n.], 1995. p. 1–38.

GONG, W.; WANG, W. *Application research of support vector machine in e-learning for personality*. In: IEEE. Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS), 2011 IEEE International Conference on. [S.l.], 2011. p. 638–642.

GRAF, S.; IVES, C. et al. *A flexible mechanism for providing adaptivity based on learning styles in learning management systems*. In: IEEE. Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on. [S.l.], 2010. p. 30–34.

GRAF, S.; LIN, T. et al. *Analysing the relationship between learning styles and cognitive traits*. In: IEEE. Advanced Learning Technologies, 2007. ICALT 2007. Seventh IEEE International Conference on. [S.l.], 2007. p. 235–239.

HONEY, P.; MUMFORD, A. *The manual of learning styles*. Peter Honey Publications, 1992.

KIRSCHNER, P. A. Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, Elsevier, v. 106, p. 166–171, 2017.

KIRSCHNER, P. A.; MERRIËNBOER, J. J. van. Do learners really know best? urban legends in education. *Educational psychologist*, Taylor & Francis, v. 48, n. 3, p. 169–183, 2013.

KOLB, D. A.; BOYATZIS, R. E.; MAINEMELIS, C. *Experimental Learning: Experience as the source of learning and development*. [S.l.]: Prentice Hall Englewood, 1984.

LO, J.-J.; CHAN, Y.-C.; YEH, S.-W. Designing an adaptive web-based learning system based on students' cognitive styles identified online. *Computers & Education*, Elsevier, v. 58, n. 1, p. 209–222, 2012.

MIRANDA, Luísa et al. Estilos de aprendizagem: uso do virtual pelos estudantes do ensino superior. *Learning Style Review*, p. 184–195, 2012.

MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. *Distance education: A systems view of online learning*. [S.l.]: Cengage Learning, 2011.

NANCEKIVELL, S. E.; SHAH, P.; GELMAN, S. A. Maybe they're born with it, or maybe it's experience: Toward a deeper understanding of the learning style myth. *Journal of Educational Psychology*, 2019.

NETO, W. C. B. *Web semântica na construção de sistemas de aprendizagem adaptativos*. Tese (Doutorado), 2006.

NETTO, H. G. C.; SOUZA, R. N. P. M. A importância da educação a distância na formação do conhecimento para os concursos públicos. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 6, p. 4590–4598, 2019.

NGUYEN, L. A new approach for modeling and discovering learning styles by using hidden markov model. *Global Journal of Human-Social Science Research*, v. 13, n. 4, 2013.

OZPOLAT, E.; AKAR, G. B. Automatic detection of learning styles for an e-learning system. *Computers & Education*, Elsevier, v. 53, n. 2, p. 355–367, 2009.

PASHLER, H.; MCDANIEL, M.; ROHRER, D.; BJORK, R. Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological science in the public interest*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 9, n. 3, p. 105–119, 2008.

PASK, G. Styles and strategies of learning. *British journal of educational psychology*, Wiley Online Library, v. 46, n. 2, p. 128-148, 1976.

PUGA, S. G. *Sistemas Hiperídia adaptativos para a educação baseada na web: uma visão semiótica*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2008.

RABIN, S. *AI Game Programming Wisdom*. Charles River Media; Boston, 2002.

RABINER, L. R. *A tutorial on hidden markov models and selected applications in speech recognition*. Proceedings of the IEEE, Ieee, v. 77, n. 2, p. 257-286, 1989.

RAJPER, S.; SHAIKH, N. A.; SHAIKH, Z. A.; MALLAH, G. A. Automatic detection of learning styles on learning management systems using data mining technique. *Indian Journal of Science and Technology*, v. 9, n. 15, 2016.

RAMOS, D. *Cursos on-line: planejamento e organização*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010.

RAWSON, K.; STAHOVICH, T. F.; MAYER, R. E. Homework and achievement: Using smartpen technology to find the connection. *Journal of Educational Psychology*, American Psychological Association, v. 109, n. 2, p. 208, 2017.

REID, J. M. *Understanding learning styles in the second language classroom*. [S.l.]: Prentice Hall Regents, 1998.

RIBEIRO, P.; ASSIS, L.; VIVAS, A.; PITANGUI, C. *Deteção de estilos de aprendizagem utilizando média móvel exponencialmente ponderada*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 1247.

RODRIGUES, L. H. S.; VIVAS, A.; ASSIS, L.; PITANGUI, C.; FALCI, S. *Uso de lógica fuzzy na seleção de estratégias de aprendizagem*. XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2016.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, v. 25, 1995

SALAZAR, L.; ASSIS, L.; VIVAS, A.; PITANGUI, C.; FALCI, S. *Deteção de estilos de aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem utilizando redes bayesianas*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 1247.

SENA, E.; VIVAS, A.; ASSIS, L.; PITANGUI, C. *Proposta de uma abordagem computacional para detecção automática de estilos de aprendizagem utilizando modelos ocultos de markov e fsm*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 1126.

SENECHAL, A. C. L. *Análise e pré-processamento de dados utilizando técnicas de mineração de dados educacionais para o Moodle*. 2013.

SILVA, D. M. d. *O impacto dos estilos de aprendizagem no ensino de contabilidade na FEA-RP/USP*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, E. V. d. Educação a distância: uma realidade na formação docente inicial. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 7, p. 9854-9866, 2019.

SILVA, J. C. C.; PITANGUI, C. G.; ASSIS, L.; VIVAS, A. *Deteção Automática e Dinâmica de Estilos de Aprendizagem em Sistemas Adaptativos e Inteligentes utilizando Dynamic Scripting*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2017. p. 1327.

SILVA, J. C. C.; PITANGUI, C. G.; VIVAS, A.; ASSIS, L. Uma Nova Abordagem para Sistemas Adaptativos e Inteligentes utilizando Dynamic Scripting. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, [S.l.], v. 1, n. 8, abr. 2018. ISSN 2446-7634. Disponível em: <<https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/271>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

SILVA, L. L. V. *Estilos e estratégias de aprendizagem de estudantes universitários*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2012.

SOARES, C. S. A.; SOARES, P. H. A. A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE VARIADOS ESTILOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR. *Amazônica-Revista de Psicopedagogia, Psicologia escolar e Educação*, v. 23, n. 2, p. 338-356, 2019.

SPRONCK, P. H. M. *Adaptive game AI*. Tese (Doutorado) - Maastricht University, 2005.

VEENMAN, M. V.; PRINS, F. J.; VERHEIJ, J. Learning styles: Self-reports versus thinking-aloud measures. *British Journal of Educational Psychology*, Wiley Online Library, v. 73, n. 3, p. 357-372, 2003.

VILLAVERDE, J. E.; GODOY, D.; AMANDI, A. Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley Online Library, v. 22, n. 3, p. 197-206, 2006.

YANNIBELLI, V.; GODOY, D.; AMANDI, A. A genetic algorithm approach to recognise students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, Informa UK Limited, v. 14, n. 1, p. 55-78, 2006.

ZAPALSKA, A. and BROZIK, D. *Learning styles and online education*. Campus-Wide Information Systems, p. 325-335, 2006.

Recebido em outubro de 2019.

Aprovado para publicação em fevereiro de 2020.

Arthur Machado França de Almeida

Coordenadoria de Gestão de TI – Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, Campus Araçuaí, Brasil, arthurmfa Almeida@gmail.com.

Luciana Pereira de Assis

Departamento de Computação – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus JK, Brasil, lupassis@gmail.com.

Alessandro Vivas Andrade

Departamento de Computação – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus JK, Brasil, alessandro.vivas@gmail.com.

Mais Tutoria sem Aglomeração de Pessoas: Em tempos de COVID-19

More Mentoring without People Agglomeration: In Times of COVID-19

José Valdeni DE LIMA

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

Resumo: A atividade de Tutoria é o esforço que o tutor (frequentemente o próprio professor) deve fazer para acompanhar cada aluno de forma personalizada colocando à disposição de cada aluno os conteúdos significativos (Ausubel) na dosagem sob medida (*Bloom's 2 Sigma Problem*) para que o aluno possa fazer suas práticas pedagógicas e assim melhorar sua aprendizagem. Quanto mais personalizado for este acompanhamento (relação um tutor - um aluno), mais o tutor conhece o aluno, permitindo autenticar se é o próprio aluno que está fazendo suas atividades, em vez dele repassar ou copiar de um outro. O contato face a face, relação 1 professor/tutor 1 aluno, em sua maioria ocorrendo atualmente de modo virtual, quando presencial, será organizado com os devidos cuidados para o bom isolamento social.

Palavras-chave: Tutoria, Aprendizagem Significativa, Competência de Dosagem, *2 Sigma Problem*.

Abstract: *The Mentoring activity is the effort that the Tutor (frequently the Teacher) must make to accompany each student in a personalized way, placing at their disposal significant contents (Ausubel) and in the customized dosage (Bloom's 2 Sigma Problem) that they can practice to improve learning. The more personalized this accompaniment (the relationship of a tutor and a student) the better the teacher knows the student and makes sure that it is the student him or herself who is doing the activities instead of passing them on or copying them from another student. Face-to-face contact, mostly virtual nowadays, when in person, will be organized with due care for good social isolation.*

Keywords: *Mentoring, Significant Learning, Competence of dosage, 2 Sigma Problem.*

1 Introdução

Pela primeira vez, minhas 2 (duas) disciplinas estão sendo lecionadas na modalidade 100% a distância, com as anuências de todos os alunos, o que está permitindo vivenciar uma experiência real de educação on-line entre os participantes (alunos e professores). Boa parte das pessoas está em teletrabalho (Home Office) para não parar, principalmente quem atua na Educação e na Pesquisa. Nunca o mundo esteve tão preparado para educar as pessoas na modalidade EaD (Educação a Distância) evitando aglomeração de alunos e professores, o que diminui o contato face a face presencial, mas permite este contato através das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) disponíveis.

Muitas vezes, o Professor move montanhas para poder ensinar. Também, o Aluno que quer aprender precisa vencer muitos obstáculos. Não são poucos os exemplos neste Brasil de professores e alunos que caminham quilômetros diariamente por falta de transporte público, sem acesso às TICs, sem acesso à Internet, sem tempo para se dedicar (pois o professor precisa ter mais de um emprego para poder sobreviver e o aluno um emprego para poder comer), sem acesso a qualquer suporte de Tutoria em meio a outros tantos obstáculos para que o processo ensino-aprendizagem seja possível. Se professores e alunos se unirem e se motivarem, não serão vírus nem burocracias que os impedirão de melhorar o processo ensino-aprendizagem na modalidade EaD.

O suporte de Tutoria a que me refiro no parágrafo anterior é o esforço que o Tutor/Professor deve fazer para acompanhar cada aluno de forma personalizada, colocando à sua disposição conteúdos e recursos significativos (Ausubel) na dosagem sob medida para que ele possa praticar (práticas pedagógicas) e assim melhorar a sua própria aprendizagem. Quanto mais personalizado é este acompanhamento, melhor o tutor/professor conhece seu aluno e mais capacitado é para se certificar de que é o próprio aluno que está fazendo suas atividades e não pedindo para que um outro as faça em seu lugar. Entre as 3 (três) relações possíveis [7], a saber: (i) 1 tutor – 1 aluno; (ii) 1 tutor - vários alunos; e (iii) vários tutores – vários alunos, a primeira relação é a mais personalizada. Como é impossível economicamente ter 1 tutor para cada aluno no Brasil, as TICs disponíveis podem ajudar a viabilizar esta personalização. Exemplos de tecnologias que permitem um diálogo mais personalizado entre tutor e aluno são os robôs virtuais que tiram dúvidas [6] e os Sistemas de Recomendação [1,3].

2 Competência de Dosagem

Existem dois ditados populares que fazem referência à mesma competência de dosagem: "A diferença entre o remédio e o veneno está na dose" e "Tudo demais é veneno". Até água, que é vital para o ser humano, pode ser mortal se ingerida em grande quantidade. Bem, neste presente texto, a chamada "Competência de Dosagem" é a capacidade de saber dosar a quantidade das atividades ao tempo disponível do aluno. Esta competência de dosagem é fundamental para os alunos que finalizam o Ensino Médio, caso contrário eles não sobreviverão no ambiente

universitário e não saberão gerenciar a sobrecarga cognitiva a que estarão submetidos. Às vezes, a Competência de Dosagem é confundida com Autonomia. A Competência de Dosagem, que vem antes da Autonomia, é a capacidade do aluno escolher, no excesso de atividades, aquelas que são relevantes para que consiga dosar a prática pedagógica ao seu tempo disponível. É claro que a Autonomia não é simplesmente fazer todas as atividades que todos os professores passam quando o aluno entra na faculdade, pois não há tempo disponível e cada professor acha que sua disciplina é a mais importante. Não existe um interesse de um esforço coletivo de razoabilidade de dosagem das atividades das disciplinas de um semestre, por exemplo. Isto é uma das razões de tantas desistências e solicitações de transferências de cursos de bons alunos que eram cumpridores de todos os seus deveres de casa durante o Ensino Fundamental. Existe um ditado popular francês: "*À l'impossible nul nest tenu*". A moral do referido ditado é que ninguém é obrigado a realizar uma tarefa que não é possível de ser realizada.

O Brasil tem uma grande experiência em EaD, pois desde 1941 existem Cursos oferecidos nesta modalidade. Por exemplo, o Instituto Universal Brasileiro (www.institutouniversal.com.br) oferece Cursos profissionalizantes, técnicos e supletivos de nível médio e fundamental há muito tempo. Os famosos Cursos por Correspondência (Os Correios e Telégrafos era a tecnologia) já eram na modalidade EaD. A Inglaterra foi um dos primeiros países que ofereceram cursos na modalidade EaD como uma porta de ascensão social, reforçando a democracia (todos as pessoas têm a oportunidade de ter uma Educação independentemente de sua posição social). No Brasil, passar no Vestibular (agora, ser aprovado no ENEM) é uma porta que se abre como oportunidade de um futuro melhor. Ter também um exame nacional do ensino fundamental, o Exame Nacional do Ensino Fundamental (ENEF), poderia ser útil para a avaliação e medidas para melhorar o Ensino Fundamental e, como consequência, a Educação Brasileira.

É um erro uma sociedade não tomar os devidos cuidados para proteger nossos jovens para não entrar no mundo da ilegalidade e priorizar como formas de ascensão social "ganhar na loteria" ou "ser jogador de futebol", em vez da Educação.

Vários pesquisadores da área Interdisciplinar da Informática na Educação sabem que o "*Bloom's 2 Sigma Problem*" do psicólogo Benjamin Bloom [1] pode ser quase solucionado com as TICs disponíveis [2,4,7,8]. Ou seja, nenhum Processo Ensino-Aprendizagem é mais eficiente do que na relação 1 Professor/Tutor - 1 aluno (um professor/tutor que saiba a matéria, queira ensinar e queira acompanhar de forma personalizada a aprendizagem de seu aluno que, por sua vez, queira aprender). E o melhor de tudo isto é que é mínimo o contato face a face (*vis-à-vis* do francês e *face to face* do inglês) neste processo ensino-aprendizagem, o que evita não apenas a aglomeração de pessoas, mas, também, contribui para o isolamento social. É verdade que seria necessário muitos mais professores para que esta Tutoria (acompanhamento personalizado de cada aluno) fosse possível, devido à grande carga de trabalho exigida de cada professor/tutor. O modelo de escola que se conhece dá acesso à Educação a um maior número de pessoas sem ter que contratar inúmeros professores/tutores, mas, como efeito colateral, acarreta a

aglomeração de pessoas. Também, tenta corrigir uma das maiores consequências da desigualdade (fome), através da alimentação de crianças carentes.

3 Competências Desejáveis dos Alunos

As competências desejáveis no final do Ensino Fundamental, em ordem de importância, segundo o autor deste ponto de vista, são: (i) Domínio das tecnologias atuais, (ii) domínio de sua língua materna (no nosso caso o português), (iii) aplicabilidade de conceitos matemáticos e estatísticos, e (iv) convivência social. Porque se coloca o domínio das tecnologias atuais como sendo mais importante que o domínio da língua materna (em termos de escrita, pois a oralidade é imprescindível [5]). A resposta para esta pergunta pode ser captada através de algumas oportunidades que surgem. Por exemplo, alguns projetos internacionais de que participo com a França aceitam receber alunos para trabalhar em seus laboratórios sem que o aluno fale bem o francês, mas fale um inglês compreensível e domine a tecnologia que estamos pesquisando. Também, pode ser constatada a inclusão no mercado de trabalho de pessoas analfabetas que se comunicam com seu empregador por mensagem de voz através de seu celular. Por exemplo, a cuidadora de minha mãe é analfabeta, não escreve nem lê, mas faz razoavelmente seu trabalho se comunicando com os familiares por mensagens de voz. Ou seja, a tecnologia facilitou tanto a Interface de aplicativos que, com simples cliques (apontar e clicar ou tocar), qualquer pessoa consegue ter acesso.

Embora a Competência de Dosagem seja fundamental para o aluno que ingressa em um curso universitário, é desejável que ele já tenha conhecimento de outras culturas e de uma outra língua.

Finalmente, a motivação constitui outro aspecto chave para o sucesso do Processo Ensino-Aprendizagem. Mas, não se pode criar dificuldades que a destruam, tais como conteúdos ministrados sem os devidos ancoramentos nos subsunçores do aluno, ausência de dosagem sob medida do conteúdo (evitar sobrecarga cognitiva e sensação de não realização das atividades), falta de domínio das TICs disponíveis [4,7], entre outras, que costumam implicar perda de motivação. Portanto, as Trajetórias de Aprendizagem precisam ser bem planejadas, bem executadas e bem avaliadas, em um círculo virtuoso que efetivamente melhore o Processo Ensino-Aprendizagem.

4 Agradecimentos

Agradeço as contribuições dos Professores Doutores Leandro Krug Wives, Valter Roesler, José Palazzo Moreira de Oliveira, Raquel Salcedo Gomes, Alberto Basto do Canto Filho e outros membros do Grupo TRAPHU (Trajetórias de Aprendizagem em Hiperdocumentos Ubíquos), através de nossas reuniões mensais.

Agradeço também à agência do governo CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, inclusive apoiando com passagens para dois Sanduíches de Doutorado nos EUA,

envolvendo o desenvolvimento do aplicativo CareTaker®, com nossa parceira Profa. Dra. Simone Conceição da *School of Education* da *UWM (University of Wisconsin-Milwaukee)*.

5. Referências

1. BLOOM, B. S. et al. Taxonomy of educational objectives. New York: David McKay, 1956. 262 p. (v. 1).
2. KAMPFF, A. J. C.; REATEGUI, E. B. and LIMA, J. V. Mineração de dados educacionais para a construção de alertas em ambientes virtuais de aprendizagem como apoio à prática docente. *RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, p. 3, 2008.
3. KNOWLES, BRAN et al.: Uncertainty in Current and Future Health Wearables. In. *Communications of the ACM* 61 (12), 62-67. (December 2018).
4. KUHN, I.; ROCHA, P. S.; DE LIMA, JOSE VALDENI; WIVES, L. K.; GOMES, R. S.; JARDIM, R. R. Análise de desempenho de estudantes utilizando técnicas de agrupamento com mineração aplicado a curso de pós-graduação à distância. In: *Challenges 2019: Desafios da Inteligência Artificial - XI Conferência Internacional de TICs*, 2019, Braga - Portugal. *Challenges 2019: Desafios da Inteligência Artificial - XI Conferência Internacional de TICs*. Braga: Universidade do Minho, 2019. v. Único. p. 1113-1124. Os Desafios para Superação das Barreiras Atitudinais na Educação Escolar: Estudo de Caso com Alunos de um Colégio Público
5. McLuhan, M. A galáxia de Gutenberg; a formação do homem tipográfico; tradução de Leônidas Gontijo de Carvalho e Anísio Teixeira. São Paulo, Editora Nacional, Editora da USP, 1972. 390p
6. MELO, J. N. B.; DE LIMA, J. V. and CARDOSO, E. In book: *Informática na Educação: Recursos de Acessibilidade da Comunicação*, Publisher: EDITORA UFRGS (December 2019).
7. PEREIRA, D. S.; LIMA, J. V.; JARDIM, R. R.; ROCHA, P. S.; SANTOS, F. E.; TAROUÇO, L. M. R. . HTML5 Authoring Tool to Support the Teaching-Learning Process: a case study with H5P framework. *INTERNATIONAL JOURNAL FOR INNOVATION EDUCATION AND RESEARCH*, v. 7, p. 92-103, 2019.
8. PINHEIRO, M. K.; LIMA, J. V. and BORGES, M. R. S. A Framework for Awareness Support in Groupware Systems. *Computers in Industry*, v. 52, p. 47-57, 2003.

Recebido em maio de 2020.

Aprovado para publicação em maio de 2020.

José Valdeni DE LIMA

Programa de Pós-Graduação em Informática da Educação (PPGIE), Centro Interdisciplinar em Novas Tecnologias na Educação (CINTED), Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, valdeni@inf.ufrgs.br

Resumos de Teses Homologadas Janeiro-Abril/2020

DANIELA DUARTE DA SILVA BAGATINI

Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Cristina Villanova Biasuz

Data: 29/01/2020

Local: Sala 329 - Auditório do PPGIE/CINTED

Tese: "Navegar é Preciso": o Continuum Experiencial de Programação com a Web

Resumo: Esta tese tem por objetivo compreender a valorização da busca na Web e as implicações dessa experiência para estudantes universitários de Computação na resolução de problemas de programação. A partir da percepção de experiência revelada no cenário da prática de programação apoiada pela Web, desdobra-se esta pesquisa em dois caminhos investigativos: a ação do estudante e a operação do meio. O entendimento da disponibilidade da solução de programação mobiliza a discussão da cópia, já o ambiente compelidor da Web põe em pauta o processo da busca. O percurso realizado pela tese começa em Buscando o lugar da experiência, onde apresentamos a preocupação inicial a partir da fala de um estudante - "Se não está na Internet, não existe" - no contexto da disciplina de Estrutura de Dados. Como trabalho científico, analisamos estudos relacionados que discutem o plágio do código-fonte e o efeito descalibrado do próprio conhecimento promovido pelo acesso a Web. Em continuação, realizamos a aproximação da preocupação inicial com a teoria defendida por John Dewey para formular o entendimento de experiência e discutir os Princípios de Continuidade e de Interação. Também trazemos para a discussão Jorge Larrosa, Alberto Cupani, Marshall McLuhan e William Powers. No andamento, problematizamos o objeto da pesquisa e as condições do contexto Web, reafirmamos a necessidade de pensá-lo como algo a refletir e considerar. Em Buscando significados, apresentamos o quadro metodológico que inclui os dados de um questionário quantitativo aplicado com estudantes universitários (n=149 respostas), o qual fornece indícios sobre a valorização da experiência com a Web sustentada na importância, satisfação e indispensabilidade que atribuem ao meio. Os resultados são aprofundados na etapa qualitativa, onde é possível perceber as implicações da relação com o meio nas entrevistas com estudantes que participaram de atividades de desafios de programação. Assim, conduzimos a tese, no sentido de uma concepção autêntica de que navegar é preciso, mas que também é necessário estar atento à situação de cada experiência, pois serve de instrumento para promover o continuum experiencial. Observamos que os estudantes entendem sua experiência com a Web como positiva e são cientes das boas e más implicações. Porém, ao contrário do que pensávamos em nosso pressuposto, os estudantes abrem mão de parte da consciência crítica e do desenvolvimento educativo da experiência, por vantagens que caracterizam um agir essencialmente tecnológico no tempo, nos protocolos e nos hábitos.

Palavras-chave: Experiência. Estrutura de Dados. Programação. Web.

ELISA FRIEDRICH MARTINS**Orientador:** Prof. Dr. Marcus Vinícius de Azevedo Basso**Data:** 09/01/2020**Local:** Sala 329 - Auditório do PPGIE/CINTED**Tese:** Pensamento Combinatório e Objetos Digitais de Aprendizagem: Estudo Construtivista nos Anos Iniciais

Resumo: A presente pesquisa busca compreender o desenvolvimento do pensamento combinatório em crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para isso, mostrou-se necessário conceber e desenvolver um Objeto Digital de Aprendizagem (ODA) abordando o tema voltado para essa faixa etária. A concepção, assim como a utilização do objeto produzido foram realizados sob a perspectiva do construtivismo de Jean Piaget. O desenvolvimento do ODA se deu com base no que indica a bibliografia sobre requisitos pedagógicos e técnicos. O uso do ODA fez parte da produção de dados da pesquisa. A análise das resoluções dos problemas apresentados e dos caminhos percorridos pelos estudantes na busca pelas soluções tornaram-se objetos de análise para que se pudesse esclarecer como o pensamento combinatório se desenvolve no estágio das operações concretas.

Palavras-chave: Objetos de Aprendizagem; Pensamento Combinatório; Construção de conhecimento

VALTER ANTONIO FERREIRA**Orientador:** Prof.^a Dr.^a Liane M. Rockenbach Tarouco**Coorientador:** Prof. Dr. Fernando Becker**Data:** 07/01/2020**Local:** Sala 329 - Auditório do PPGIE/CINTED**Tese:** Laboratórios Virtuais Imersivos 3D Processos Cognitivos em Experimentos de Eletromagnetismo

Resumo: Este trabalho investigou o esforço cognitivo de estudantes universitários durante simulações computacionais de experimentos virtuais imersivos 3D de Eletromagnetismo, desenvolvidos na plataforma OpenSim. Os experimentos foram desenvolvidos com base em situações de equilíbrio físico, utilizando conceitos como atração e repulsão magnéticas, geração de campo magnético por corrente elétrica e teoria de circuitos elétricos. A Epistemologia Genética de Piaget foi empregada como fundamentação teórica para o estudo, fornecendo parâmetros tanto para as estratégias de criação dos experimentos quanto para a obtenção e análise dos dados advindos das entrevistas clínicas. Ao longo das simulações, os diálogos ocorreram com base em protocolos previamente desenvolvidos para seguir o pensamento dos sujeitos, sendo gravados em áudio. As manipulações experimentais tiveram a tela do computador capturada em formato de vídeo usando o programa CamScanner. A análise das informações coletadas verificou a existência de esforço cognitivo através de elementos como criação e comprovação de hipóteses, abstrações reflexionantes: pseudo-empíricas e refletidas, realização de coordenações causais e inferenciais.

Palavras-chave: Laboratório Virtuais Imersivos 3D; Epistemologia Genética; Ensino de Física;