

Periódico Científico

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: Teoria & Prática

Revista do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação

ISSN Impresso 1516-084X | ISSN Digital 1982-1654

Tecnologias no Ensino de Matemática
Formação do Engenheiro
Aprendizagem Multimídia



VOL. 25, N. 2

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática

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

Vol. 25 | N° 2 | 2022



ISSN digital

1982-1654

ISSN impresso

1516-084X



PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

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-

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

ISSN digital 1982

1654 ISSN impresso

1516-084X

1. Informática na Educação – Periódicos. 2. Educação– Inovação tecnológica –
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

Expediente

Informática na Educação: teoria & prática – V. 25, n.2 – maio/agosto 2022

Publicação trimestral do PPGIE/CINTED/UFRGS

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

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Reitor: Carlos André Bulhões Mendes

Centro Interdisciplinar de Tecnologias na Educação (CINTED)

Diretor: Marcus Basso

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

Coordenador: Dante Augusto Couto Barone

Editores

Giovanni Bohm Machado

José Valdeni de Lima

Patrícia Fernanda da Silva

Raquel Salcedo Gomes

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 Díaz (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)
Wilson José Leffa (Universidade Católica de Pelotas)
Yves Schwartz (Universidade de Provence, França)

Pareceristas Ad Hoc 2022 – v. 25 n.2

Adonis Rogério Fracaro (Instituto Federal Catarinense)
Dauster Souza Pereira (Instituto Federal de Rondônia)
Delfa Zuasnabar (Universidade Federal de Roraima)
Karla Marques da Rocha (Universidade Federal de Santa Maria)
Luis Enrique Aguilar (Universidade Estadual de Campinas)
Lucas Prestes (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Magda Bercht (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Patrícia da Silva Barrero (Universidade Federal de Santa Maria)
Rafaela Ribeiro Jardim (Instituto Federal do Rio Grande do Sul)
Querte Teresinha Conzi Mehlecke (Faculdade de Ciências Contábeis e Administrativas de Taquara)
Valter Antonio Ferreira (Universidade Federal do Pampa)

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. Cada artigo é examinado por dois ou 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 on-line, 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, em seu *template*.

Comissão de Publicação

José Valdeni de Lima
Raquel Salcedo Gomes
Giovanni Bohm Machado

Diagramação e Editoração

Raquel Saucedo Gomes
Giovanni Bohm Machado

Bibliotecária Responsável

Kátia Soares Coutinho
CRB: 10/684

Revisão Final

Raquel Salcedo Gomes
José Valdeni de Lima
Patrícia Fernanda da Silva

Publicação online

Raquel Salcedo Gomes

Capa, Projeto Gráfico

Luana Petry

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

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

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

Diretrizes para Autores

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

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

Editorial

Raquel Salcedo Gomes
Patrícia Fernanda da Silva
Giovanni Bohm Machado

A presente edição, referente aos meses de maio a agosto de 2022, traz seis artigos, tendo como palavras-chave **Tecnologias no Ensino de Matemática, Formação do Engenheiro e Aprendizagem Multimídia**.

O primeiro artigo denomina-se **Autonomia se Ensina?**, de autoria de Alberto Bastos do Canto Filho. O autor afirma que, embora seja uma competência citada em grande parte dos Projetos Pedagógicos de Cursos de Engenharia, raramente se encontra qualquer referência à forma como a autonomia é desenvolvida ao longo do curso. Centrados no domínio cognitivo, os Planos de Ensino sequer citam os objetivos, métodos e sistema de avaliação que são utilizados para desenvolver as habilidades e atitudes que, juntamente com o conhecimento, irão compor esta competência. Neste sentido o autor apresenta uma metodologia utilizada para desenvolver e avaliar a autonomia de estudantes de um tradicional Curso de Engenharia brasileiro. Ele descreve a evolução da atividade Aprendizagem Autônoma, criada com o objetivo de desenvolver a autonomia. Seu estudo mostra que há uma relação entre a autonomia e os resultados obtidos no domínio cognitivo.

O segundo artigo, **Elaboração de jogos educacionais para a construção de conhecimentos matemáticos**, é assinado por Josevandro Barros Nascimento, Fabrício Soares, Vanessa Cristine Silva e Patrícia Fernanda da Silva. Neste artigo é apresentada a proposição do uso de um recurso tecnológico, na produção de um jogo digital com o software Scratch, para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdo do componente curricular de Matemática. Os autores refletem sobre os conceitos do pensamento computacional e o ensino de probabilidade conforme a BNCC. O Scratch é usado para desenvolver a programação do jogo digital, de forma que a Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental faça parte deste processo. A proposta permite trabalhar a linguagem de programação como um meio para representar e desenvolver as concepções dos estudantes perante conteúdo da Matemática que, em grande parte das vezes, são considerados complexos. Os autores esperam que o uso da ferramenta Scratch e das aplicações criadas com ela tornem-se facilitadores de ensino e de aprendizagem, possibilitando que os conceitos abordados em salas de aula possam ser significativos e mais bem compreendidos.

O terceiro artigo da edição intitula-se **Representação do conhecimento por meio de knowledge graph: aplicação e categorização no domínio educacional**, de autoria de Bartholomeo Oliveira Barcelos, Robson Fernando Duda, Adão Daniel da Silva, Alexandre Leopoldo Gonçalves e José Leomar Todesco. Seu estudo teve como objetivo investigar quais são as aplicações de KGs no domínio educacional e identificar as características destes em soluções de ensino nas quais foram aplicados. Como procedimento metodológico os autores utilizaram uma revisão narrativa, com busca estruturada, em que analisaram três bases de pesquisa: Scopus®, Web of Science® e IEEE Xplore®. Ao todo foram identificadas 71 publicações, que após serem submetidas a critérios de inclusão e exclusão, alcançaram um quantitativo de 29 pesquisas elegíveis para análise em profundidade. Como resultados, foram propostas duas categorizações, a primeira, denominada de KGs no domínio educacional, que colabora para a análise e identificação das etapas de construção e implementação

de uma arquitetura básica para KGs. Já a segunda, denominada de finalidades e objetivos dos KGs, evidencia as características e aplicações destes no domínio educacional. Os resultados fornecem um panorama sobre os estudos relacionados a KGs, evidenciando o potencial desta tecnologia para a representação de conhecimento no domínio pesquisado.

O quarto artigo é de autoria de Andréa Thees e Maria Auxiliadora D. Machado e intitula-se **Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM)**. O texto apresenta parte dos resultados de uma tese de doutorado que buscou responder em que medida assistir videoaulas de matemática do YouTube pode contribuir para o estudo efetivo de conteúdos matemáticos. As videoaulas selecionadas foram assistidas e analisadas com base nos princípios da TCAM, que foram adaptados para avaliação desse formato de material audiovisual. Elaborou-se um critério de pontuação das características das videoaulas, que permitiu refletir acerca da crescente projeção do YouTube para fins educacionais. Conforme os dados coletados, foi possível verificar que assistir videoaulas de matemática disponíveis na rede social de compartilhamento de vídeos YouTube tornou-se uma prática recorrente. Todavia, os resultados encontrados indicaram que o grau de aderência da videoaula aos princípios da TCAM irá interferir no estudo de conteúdos de matemática: quanto mais atraente e apelativa for a videoaula, menores as chances de que a aprendizagem de conteúdos de matemática seja efetivada.

O quinto artigo, **Desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio do ensino-aprendizagem dos métodos numéricos**, é de autoria de Gislandya Suelly Bandeira Silva, Mileno Alexandre Barbosa Epifânio e Gabriel Caldas Barros e Sá. Segundo os autores, no Brasil, alunos de 15 a 16 anos possuem média de conhecimento abaixo do nível 2 em matemática, o que posiciona o país em 58º lugar entre os 65 analisados pelo PISA, refletindo também a dificuldade de alunos de universidades em cursos de ciências exatas. O uso de ferramentas computacionais pode ajudar professores e alunos a obter melhores resultados, principalmente na área de análise numérica. Com base nisso, desenvolveram uma toolbox, denominada "Toolbox Raízes das funções", que pode realizar o processo de resolução de questões utilizando os métodos de Newton-Raphson, Secante e Bisseção, que consiga demonstrar um passo a passo da solução e gráfico do método, além de ser totalmente desenvolvido em português, visando auxiliar o processo de ensino-aprendizagem em cursos de análise numérica. A toolbox foi disponibilizada para todos os usuários no MATLAB Central File Exchange.

O sexto artigo da edição denomina-se **E-book como objeto de aprendizagem de funções lineares utilizando Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais**, sendo assinado por Geovane Duarte Pinheiro, Emanuelli Pereira, Clodis Boscariolie, Leonardo Sebastian e Guillermo Felipe. Neste artigo, os autores apresentam um e-book interativo como objeto de aprendizagem de funções lineares, elaborado para conter diferentes tecnologias digitais para explanação do conteúdo e problematizado por meio da Modelagem Matemática. O e-book foi aplicado, no contexto de ensino remoto decorrente da pandemia da COVID-19, a estudantes de cinco turmas que fizeram avaliação de seus aspectos pedagógicos e digitais. A produção de dados se deu a partir de respostas a um questionário analisadas numa abordagem quantitativa e qualitativa, revelando que o e-book se mostrou adequado em seus elementos constituintes. Além disso, infere-se que as tecnologias digitais aliadas à Modelagem Matemática podem tornar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática mais dinâmico, contextualizado e atrativo aos alunos.

Por fim, a edição traz oito resumos de teses defendidas e homologadas no PGIE/UFRGS e um resumo de uma tese defendida na UFRJ.

Desejamos uma boa leitura.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 12-28

Alberto Bastos do Canto Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
alberto.canto@ufrgs.br

Autonomia se Ensina?

Is it possible to teach autonomy?

Resumo

Embora a autonomia seja uma competência citada em grande parte dos Projetos Pedagógicos de Cursos de Engenharia, raramente se encontra qualquer referência à forma como esta competência é desenvolvida ao longo do curso. Centrados no domínio cognitivo, os Planos de Ensino sequer citam os objetivos, métodos e sistema de avaliação que são utilizados para desenvolver as habilidades e atitudes que, juntamente com o conhecimento, irão compor esta competência. Neste artigo é apresentada a metodologia utilizada para desenvolver e avaliar a autonomia de estudantes de um tradicional Curso de Engenharia brasileiro. Descreve-se a evolução da atividade Aprendizagem Autônoma, criada com o objetivo de desenvolver a autonomia. O estudo mostra que há uma relação entre a autonomia e os resultados obtidos no domínio cognitivo.

Palavras-chave: Autonomia. Avaliação. Competência. Engenharia.

Abstract

Although autonomy is a competence cited in most of the Pedagogical Projects of Engineering Courses, there is rarely any reference to how this competence is developed throughout the course. Centered on the cognitive domain, the Teaching Plans do not even mention the objectives, methods and evaluation system that are used to develop the skills and attitudes that, together with knowledge, will compose this competence. This article presents the methodology used to develop and evaluate the autonomy of students in a traditional Brazilian Engineering Course. The evolution of the Autonomous Learning activity, created with the aim of developing autonomy, is described. The study shows that there is a relationship between autonomy and the results obtained in the cognitive domain.

Keywords: autonomy, evaluation, competence, engineering



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: dezembro de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

1. Introdução

No ano de 2019, o Ministério da Educação (MEC), através da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação definiu novas diretrizes para os Cursos de Engenharia Brasileiros (MEC, 2019), nas quais são especificados conhecimentos, habilidades e atitudes a serem contemplados nos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC). O Quadro 1, abaixo, mostra as principais características especificadas como perfil do egresso de Cursos de Engenharia. Observe que estas características pressupõem o conhecimento técnico, mas, principalmente, referem-se a habilidades e atitudes, exigindo que os cursos desenvolvam suas atividades considerando objetivos educacionais que raramente constam dos planos de ensino.

Quadro 1. Diretrizes Curriculares de Engenharia – perfil do egresso

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

- I. ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II. estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III. ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV. adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V. considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI. atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Fonte: (MEC, 2019)

As expressões Atividade de Ensino e Plano de Ensino frequentemente utilizadas no detalhamento dos Projetos Pedagógicos de Curso são o reflexo de uma abordagem centrada no domínio cognitivo, que utiliza a expressão “ensino” para definir o tipo de atividade realizada. Seria possível ensinar habilidades e atitudes? Não seria a expressão correta desenvolver habilidades e atitudes?

A mudança de paradigmas traz consigo questões práticas que vão muito além da substituição da palavra ensinar pela palavra desenvolver. Afinal, que atividades o docente deve realizar com seus estudantes para que eles desenvolvam as características apresentadas no quadro 1, acima? A metodologia de aprendizagem por recepção (aulas expositivas) tradicionalmente utilizada na maioria das escolas é adequada para desenvolver habilidades e atitudes? Os estudantes e professores que, historicamente se acostumaram a metodologias nas quais o professor é o responsável por ensinar, aceitarão um novo contexto no qual os estudantes são os protagonistas de seu próprio processo de desenvolvimento de competências?

A aderência de um Projeto Pedagógico de Curso a estas novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) pode ser mais facilmente obtida quando se cria um novo Curso de Engenharia, escrevendo seu projeto pedagógico a partir de uma folha em branco. Neste caso a palavra projeto poderá ser utilizada no seu significado mais puro, como uma projeção de realidade futura, existente apenas no papel. De forma similar a um projeto de engenharia, as DCN serão as especificações iniciais do projeto pedagógico, a partir das quais será elaborado o detalhamento, que inclui não apenas a visão geral, mas também a especificação mais detalhada das atividades realizadas ao longo do curso.

Por outro lado, o enquadramento de um curso já existente às novas diretrizes curriculares pode ser uma tarefa de grande complexidade, especialmente quando se tratam de cursos já consolidados, ancorados na visão cognitivista e estruturados para metodologias voltadas para a aquisição de conhecimento. Nestes casos, será necessário ocorrer uma mudança nas estruturas, sistemas e métodos e, principalmente, será necessário o convencimento de todos os atores de que esta mudança será para melhor.

Felizmente, grande parte dos Cursos de Engenharia Brasileiros já desenvolvem de fato o perfil especificado nas DCNs, o que faz com que a proporção das mudanças necessárias não seja tão grande quanto parece num primeiro momento. Isto é, uma parte da adequação às novas DCN é apenas ajuste da documentação à realidade já existente, o que, no jargão da engenharia é comumente chamado de as build (como construído), uma vez que não se trata de um ajuste da documentação de projeto àquilo que foi efetivamente concretizado.

A adequação dos Cursos de Engenharia às novas DCNs deverá considerar duas questões relacionadas às mudanças necessárias:

1. **A questão formal:** existem evidências objetivas de que o curso está adequado às Diretrizes Curriculares Nacionais?

2. **A questão pragmática:** como o perfil descrito nas DCN é/será desenvolvido na prática?

Os aspectos formais e pragmáticos estão intimamente relacionados, mas diferem porque o desenvolvimento de habilidades e atitudes pode existir no papel e não existir na prática ou vice-versa.

Em cursos que já desenvolvam as habilidades e atitudes especificadas nas diretrizes curriculares, a questão formal pode ser solucionada de uma maneira menos complexa, bastando adequar a documentação do curso (PPC, Grade Curricular, Planos de Atividades, Sistema de Avaliação, Registros das Atividades, Avaliações, Sistemas Informatizados etc.) às práticas já implementadas. Observe que, mesmos nestes casos, o registro formal relacionado ao desenvolvimento de habilidades e atitudes pode demandar um esforço significativo de mudanças dos sistemas e estruturas que foram originalmente desenvolvidos com uma filosofia centrada no conhecimento.

Neste artigo é apresentado um relato sobre a metodologia utilizada para adequar às novas DCNs um curso tradicional de Engenharia, consolidado como um dos melhores do Brasil (nota 5 no ENADE). É descrita a evolução da atividade denominada Aprendizagem Autônoma, realizada pelos calouros (ingressantes no curso) com o objetivo de desenvolver habilidades e atitudes num contexto interdisciplinar com uso intensivo de Tecnologia de Informação e Comunicação TIC).

2. Contextualização

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul é um dos cursos mais antigos do Brasil. Criado no final do século IX, muito antes da existência do Ministério da Educação (MEC). No ano de 2006, através do Decreto nº 5773 (Presidência da República, 2006), estabeleceu-se a exigência de que as instituições de ensino superior protocolassem um pedido de reconhecimento dos cursos ao qual deveria ser anexado o PPC. Com o objetivo de atender às exigências legais foi elaborado o PPC, partindo de uma premissa de documentação da realidade existente.

Nesta ocasião já havia no PPC diversas características do egresso que ainda não constavam

como exigências definidas nas DCNs e foram formalizadas mais de uma década depois, no ano de 2019 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019). O Quadro 2, mostra um recorte destas características, constantes do PPC do curso, no ano de 2009.

Quadro 2. Perfil do Egresso –PPC Engenharia Elétrica UFRGS

O Curso de Graduação em Engenharia Elétrica tem como perfil do formando ... as seguintes características:

- *Excelência acadêmica em ciências exatas e eletromagnetismo;*
- *Ética e profissionalismo;*
- **Autonomia** na busca de soluções de problemas;
- **Competência** para atuar nas áreas de análise, simulação, projeto, desenvolvimento e implementação/produção de sistemas e dispositivos eletroeletrônicos;
- *Qualificação para atuar nos diversos segmentos da engenharia elétrica: energia elétrica, eletrônica analógica e digital, controle e automação e telecomunicações;*
- *Qualificação para atuação em outros segmentos de mercado, que valorizem: a **autonomia** na busca de solução de problemas, **habilidades** para ciências exatas, uso de ferramentas computacionais, ética e profissionalismo.*

Fonte: (UFRGS, 2009)

A Atividade “Aprendizagem Autônoma I” foi introduzida no currículo do curso a partir de 2018, portanto um ano antes da publicação das novas Diretrizes Curriculares de Engenharia. Trata-se de uma atividade obrigatória para os ingressantes no curso que foi criada com três objetivos:

1) Desenvolvimento de uma atitude autônoma e hábitos de estudos adequados ao curso.

2) Documentar como o curso desenvolve a competência autonomia, citada no PPC como característica do egresso do curso.

3) Disponibilizar evidências objetivas sobre as competências desenvolvidas, que possam ser analisadas nos processos promovidos pelo MEC para avaliação dos cursos de graduação.

Na seção a seguir será apresentada a metodologia utilizada para implementar e aperfeiçoar a atividade *Aprendizagem Autônoma*.

3. Metodologia

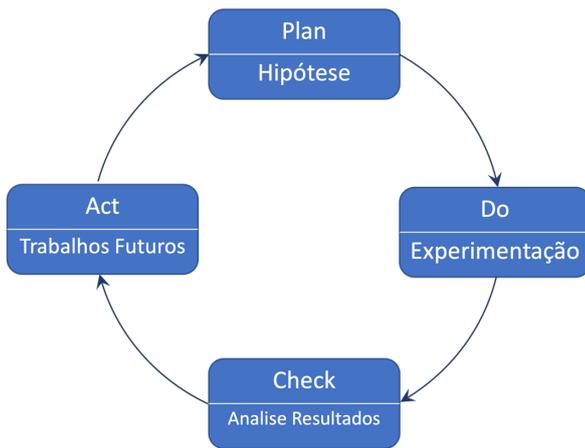
O processo de introdução da atividade Aprendizagem Autônoma ocorreu a partir do segundo semestre letivo de 2018. Nos semestres seguintes foram

implementadas melhorias incrementais baseadas na análise de resultados obtidos nos semestres anteriores. A metodologia de melhoria incremental ou aperfeiçoamento em espiral possuem uma mesma filosofia, a partir da qual são propostas diversas nomenclaturas, adaptadas para os diferentes contextos. A Figura 1, abaixo, mostra o método utilizado sob duas perspectivas:

- 1) Perspectiva de gestão de curso: utiliza ciclos PDCA (Plan, Do, Check Act) (Maruyama e Inoue, 2016);
- 2) Perspectiva de pesquisa experimental: trabalha com ciclos Hipótese – Experimentação – Análise de Resultados – Trabalhos Futuros.

A mesma lógica mostrada na Figura 1, poderá ser observada no ciclo de Kolb (Kolb e Kolb, 2005, 2012), quando aplicada a processos de ensino e aprendizagem experimental ou nos processos de desenvolvimento de software em espiral (AMARAL, 2017; GAMBOA, 2018).

Figura 1. Melhoria incremental



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nas seções a seguir serão apresentados os três ciclos de implementação Aprendizagem Autônoma segundo a sequência mostrada na Figura 1:

- 1) Ciclo I: implementação inicial
- 2) Ciclo II: primeiro ciclo de melhoria incremental;
- 3) Ciclo III: segundo ciclo de melhoria incremental.

4. Ciclo I

O primeiro ciclo de implementação partiu de uma especificação inicial, cuja principal motivação foi a preocupação com o grande número de estudantes que abandonam o curso nas suas etapas iniciais (evasão).

A evasão no ensino superior é objeto de inúmeras pesquisas, a maioria das quais procura identificar as suas causas (BARBOSA; MEZZOMO; LODER, 2011; BUNGÄU;

POP; BORZA, 2017; CASANOVA et al., 2021; CHRISTO; DE RESENDE; KUHN, 2018; DE CAMPOS et al., 2020; TAYEBI; GOMEZ; DELGADO, 2021).

Entre as principais causas da evasão citadas na bibliografia, citam-se as lacunas cognitivas trazidas do ensino básico, que muitas vezes representam um obstáculo para acompanhar o curso devido à ausência de conhecimentos nos quais ancorar os novos elementos de informação, essenciais para que ocorra uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2014).

Neste contexto, é essencial que estes estudantes que ingressaram no curso sem a base necessária para acompanhá-lo busquem aprender de forma autônoma aqueles conceitos necessários para a aprendizagem dos conteúdos programados para a primeira etapa do curso.

A motivação secundária para a criação da atividade *Aprendizagem Autônoma* está relacionada à necessidade adequar os hábitos de estudo ao contexto do ensino superior. Existem estudantes que, a despeito de terem uma sólida base cognitiva, acreditam que é suficiente uma breve revisão dos conteúdos, realizada na véspera da prova. Ocorre que, diferentemente do ensino básico, no ensino superior de engenharia existe uma grande quantidade de conceitos a serem abordados num curto espaço de tempo, razão pela qual normalmente não há previsão para a realização de exercícios de fixação ou resolução de problemas *em sala de aula*. Isto é, cabe ao estudante realizar diariamente e de forma autônoma os exercícios e atividades que irão resultar na efetiva aprendizagem. Na maioria das atividades os conceitos apresentados numa determinada aula são ancorados nos conceitos apresentados na aula precedente; conseqüentemente, o estudante que não estudar os conceitos da primeira aula terá dificuldades em acompanhar a segunda aula; sem ter aprendido os conceitos da segunda aula o problema se agravará na terceira aula e assim sucessivamente. Após várias aulas, quando chegar à véspera da prova, provavelmente será tarde demais para aprender aquilo que deveria ser aprendido através da dedicação diária aos estudos.

A atividade *Aprendizagem Autônoma* partiu do pressuposto que os estudantes que *‘estudam para a prova’* passarão a *‘estudar diariamente’* caso existam provas diárias. Optou-se então pela criação de uma atividade que:

1. Não possui aulas expositivas: a atividade trabalha com conceitos aprendidos nas demais disciplinas da primeira etapa do curso, aprendizagem autônoma e uso de videoaulas para aprendizagem por recepção.

2. Possui um sistema de avaliação formativa no qual o aluno é demandado a realizar provas semanais, como estratégia de modificar o hábito de 'estudar para prova' para o hábito de 'estudar diariamente'.

3. Integra os conceitos matemáticos às práticas de Engenharia Elétrica.

O sistema de avaliação formativa utilizou o recurso 'Questão Calculada', disponibilizado no ambiente Moodle (MOODLE, 2022). Os questionários foram configurados para admitir duas tentativas, disponibilizados durante uma semana, valendo a nota mais alta. Estabeleceu-se como condição necessária para aprovação a obtenção de um aproveitamento superior ou igual a 60% na avaliação formativa.

Este sistema de avaliação formativa pode ser caracterizado como uma metodologia de *Aprendizagem Baseada em Problemas* (DE GRAAF; KOLMOS, 2003; ELZOMOR et al., 2018), na qual o ponto central é a aprendizagem, e não a avaliação.

Para avaliar se o estudante alcançou os objetivos educacionais propostos, a atividade adotou um segundo sistema de avaliação somativa, composto por três provas presenciais. Estabeleceu-se como segunda condição necessária para aprovação a obtenção de um aproveitamento mínimo de 60% nas avaliações somativas.

As dúvidas sobre os problemas propostos poderiam ser sanadas com o professor, o monitor da disciplina ou com os colegas.

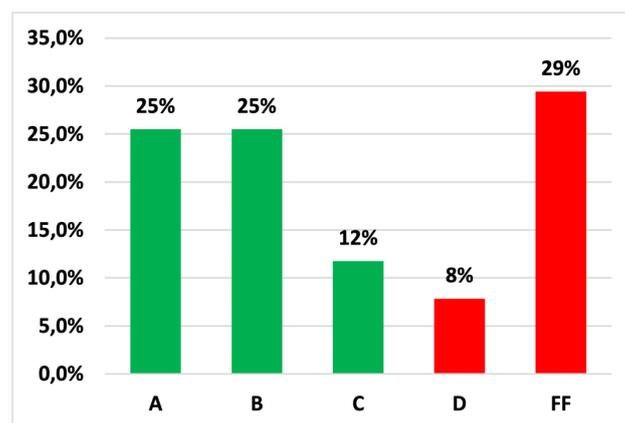
4.1 Resultados Encontrados no Ciclo I

O Ciclo I ocorreu no segundo semestre letivo de 2018, semestre em que a atividade Aprendizagem Autônoma foi inserida no currículo do curso, tendo caráter obrigatório para todos os ingressantes.

Nas seções a seguir serão apresentados os resultados encontrados.

4.1.1 Conceitos e Propensão à Evasão

A Figura 2, abaixo, mostra os percentuais de ocorrência dos conceitos obtidos pelos 51 participantes da atividade no Ciclo I.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Observou-se a existência de uma distribuição bimodal nos conceitos (Figura 2), caracterizando a existência de dois grupos distintos de estudantes:

1. Estudantes que, na média obtiveram conceitos entre A e B. A maioria dos participantes deste grupo foi aprovada (barras verdes na Figura 2).

2. Estudantes com maior dificuldade em acompanhar a disciplina. A maioria dos participantes deste grupo foi reprovada (barras vermelhas na Figura 2), uma parcela dos quais obteve conceito FF (reprovado por falta de frequência), caracterizando o perfil mais propenso à evasão (JUNIOR et al., 2019).

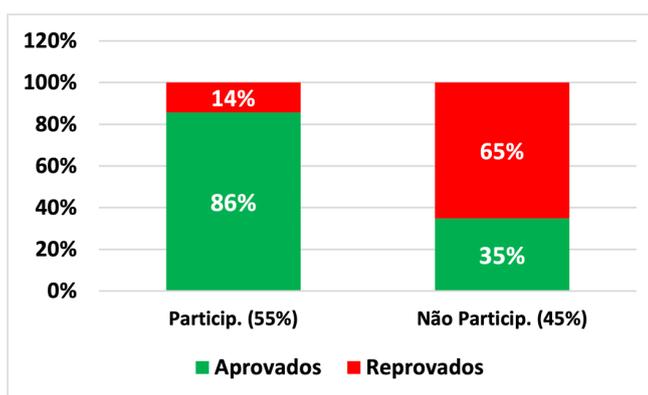
4.1.2 Percepções dos Estudantes

Para analisar o perfil dos participantes foi elaborada uma pesquisa de opinião, da qual participaram 28 alunos (55% dos inscritos). Este tipo de pesquisa de opinião traz consigo um problema recorrente quando se investigam questões relacionadas à evasão: a maioria dos estudantes que abandonam as atividades não participa das pesquisas. Isto agrava a característica não aleatoriedade das amostras compostas por voluntários o que impede que se façam generalizações dos resultados encontrados.

A Figura 3 mostra que a maioria (86%) dos participantes desta pesquisa é composta por estudantes aprovados na disciplina. Por outro lado, a maioria dos não participantes é composta por estudantes que não alcançaram os escores mínimos para aprovação (65% dos não participantes foram reprovados), o que reforça o diagnóstico de que há tendência de evasão por parte dos estudantes que tem dificuldade em acompanhar as disciplinas do curso.

Figura 2. Histograma – Conceitos no Ciclo I

Figura 3. Participação na Pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 1. Pesquisa de Opinião

Título	Questão na Pesquisa de opinião	Escala	Escala	Questão na Pesquisa de opinião
Conceito	Conceito obtido na disciplina	E1	E1	4: A 3: B 2: C 1: D
Ensino Básico Adequado	Minha formação no ensino básico foi suficiente para dar suporte à aprendizagem dos conceitos apresentados na primeira etapa do curso de Engenharia Elétrica	E2	E2	1. Discordo Totalmente 2. Discordo Parcialmente 3. Não concordo nem discordo 4. Concordo Parcialmente 5. Concordo Plenamente
Disc. contribui p outras disciplinas	A disciplina contribuiu para a aprendizagem dos conceitos apresentados nas demais disciplinas da primeira etapa do curso	E2	E3	1: Nunca 2: Raramente 3: Frequentemente 4: Quase Sempre
Acredito Autonomia Importante	Acredito que a autonomia para aprender seja competência importante para os Engenheiros	E2	E4	1: Fácil 2: Médio 3: Difícil
Disc. Desenv. Autonomia	A disciplina contribuiu o desenvolvimento de uma atitude voltada para o estudo continuado e a Aprendizagem Autônoma	E2	E5	1: Menos do que 4 horas por semana 2: Entre 4 e 8 horas por semana 3: Mais do que 8 horas por semana
Atendeu Expectativas	A primeira etapa do curso correspondeu às minhas expectativas	E2		
Disc exige domínio Conc. Ens Basico	Para responder as questões é necessários domínio de conceitos do ensino básico e de outras disciplinas da primeira etapa do curso	E2		
Freq Monitoria	Frequência de demanda da monitoria	E3		
Dificuldade Avaliações	Grau de dificuldade das Avaliações	E4		
Tempo Dedicado	Tempo demandado pela disciplina	E5		

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 1, acima, mostra as questões apresentadas na pesquisa de opinião cujas respostas foram expressas segundo uma escala numérica.

A Tabela 2, abaixo, apresenta a matriz de correlações entre os valores das respostas dadas à pesquisa de opinião.

Para facilitar a visualização:

- As linhas foram ordenadas em ordem decrescente de correlação com o conceito, isto é, a primeira linha refere-se à questão com maior correlação com o

conceito final da atividade e a última refere-se à questão com menor correlação (valor mais negativo, correspondente à maior correlação inversa);

- Foi utilizado um código de cores para identificar a significância das correlações encontradas. Os valores marcados com a cor azul não possuem correlação significativa.

4.1.3. Correlações com o conceito final

Observe que o maior valor de correlação encontrado com o conceito (0,7) é com a percepção dos estudantes sobre a adequação do ensino básico como suporte ao Curso de Engenharia. Este resultado é coerente com a teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) que destaca o conhecimento prévio como principal componente da aprendizagem.

Observa-se também a existência de uma correlação inversa (coeficiente -0,4) do conceito obtido e com o tempo dedicado à disciplina indicando que os estudantes que dedicaram mais tempo à disciplina obtiveram conceitos menores.

A existência de uma correlação fraca (-0,2) entre o conceito e a percepção de dificuldade das avaliações indica que, todos os estudantes perceberam as questões com o mesmo patamar de dificuldade, apesar de existir uma fraca correlação inversa (estudantes com conceitos menores perceberam as questões como mais difíceis).

Foi identificada uma correlação inversa moderada da percepção de dificuldade das avaliações com:

- percepção de que o ensino básico foi suficiente para dar suporte à aprendizagem dos conceitos apresentados na primeira etapa do curso de Engenharia Elétrica;
- percepção de que a autonomia para aprender seja competência importante para os Engenheiros;
- atendimento das expectativas com relação à primeira etapa do curso.
- Foram encontrados coeficientes que mostram uma correlação direta do atendimento das expectativas relacionadas a primeira etapa do curso com:
- percepção de que o ensino básico foi suficiente para dar suporte à aprendizagem dos conceitos apresentados na primeira etapa do curso de Engenharia Elétrica;
- percepção de que a atividade contribui para outras disciplinas do curso;
- percepção de que a autonomia para aprender seja competência importante para os Engenheiros.

Tabela 2. Matriz de Correlações

	Conceito	Ensino Básico Adequado	Disc contribui p outras disciplinas	Acredito Autonomia	Disc. Desenv. Autonomia	Atendeu Expectativas	Disc exige domínio Conc. Ens Basico	Freq Monitoria	Dificuldade Avaliações
Ensino Básico Adequado	0,7								
Disc contribui p outras disciplinas	0,6	0,5							
Acredito Autonomia Importante	0,4	0,4	0,5						
Disc. Desenv. Autonomia	0,5	0,3	0,5	0,6					
Atendeu Expectativas	0,2	0,5	0,5	0,6	0,3				
Disc exige domínio Conc. Ens Basico	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,2	0,1			
Freq Monitoria	0,0	-0,1	0,1	-0,5	-0,1	-0,2	0,2		
Dificuldade Avaliações	-0,2	-0,4	-0,3	-0,5	-0,1	-0,5	-0,2	0,2	
Tempo Dedicado	-0,4	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	0,2	0,1	0,3

■ módulo entre de 0,5 e 0,7 (moderadamente significativa)

■ módulo entre 0,3 e 0,4 (há correlação)

■ módulo menor ou igual a 0,3 (correlação fraca ou insignificante)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Estas correlações permitem visualizar um cenário no qual os estudantes que possuem lacunas formativas do

ensino básico encontram maior dificuldade nas avaliações, obtém os menores conceitos, sentindo-se

com suas expectativas frustradas. Estas constatações são coerentes com as pesquisas sobre evasão em Cursos de Engenharia, que apontam a falta de base e falta de tempo como relevantes causas de evasão.

A existência de uma correlação insignificante entre o conceito e a frequência de consulta com a monitoria mostra que os estudantes acessaram a monitoria de forma similar, independentemente do conceito.

4.1.4. Percepções sobre a Aprendizagem Autônoma

Observa-se uma correlação moderadamente significativa (0,6) entre a percepção de que disciplina Aprendizagem Autônoma desenvolve a autonomia com a percepção de que a atividade contribui para aprendizagem dos conceitos apresentados nas demais disciplinas da primeira etapa do curso e com a crença de que a autonomia para aprender seja uma competência importante para os Engenheiros.

A existência de correlações do conceito final obtido na atividade com a percepção de que a atividade contribui para as demais disciplinas da primeira etapa do curso e com a percepção de que a disciplina tenha desenvolvido a autonomia confirma a adequação da metodologia de avaliação, pois os estudantes com autonomia para o aprendizado obtiveram melhores conceitos.

4.1.5. Correlação entre avaliação formativa e somativa

O Sistema de Avaliação da Aprendizagem Autônoma I calcula o conceito final da atividade em função de dois escores:

- **Escore da Avaliação Formativa:** semanalmente os estudantes respondem questionários disponibilizados no Moodle; tem prazo de uma semana, duas tentativas, valendo nota mais alta. Os estudantes podem consultar bibliografia, monitores, colegas e professores. A avaliação formativa tem por objetivo a aprendizagem autônoma baseada na resolução de problemas.
- **Escore da Avaliação somativa:** composto pela média dos escores obtidos em três avaliações presenciais que são realizadas individualmente, sem consulta, com tempo limitado a 1h 30min. A avaliação somativa tem por objetivo avaliar a proporção em que o aluno aprendeu os conceitos da primeira etapa do curso e desenvolveu habilidades necessárias para solucionar problemas.

O estudo realizado indicou uma forte correlação (coeficiente de 0,91) entre os escores obtidos nas

avaliações formativa e somativa, indicando que os estudantes que desenvolveram a habilidade de resolver os problemas da avaliação formativa também obtiveram escores elevados na avaliação somativa.

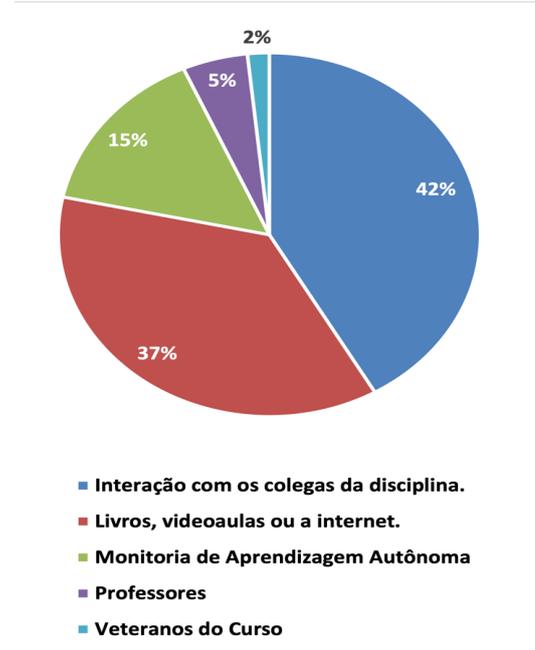
4.1.6. Autonomia para aprender

A Figura 4, abaixo mostra o resultado da pesquisa de opinião para a questão 'Marque os dois principais recursos utilizados para sanar suas dúvidas'.

Os percentuais encontrados mostram que a maioria das respostas (42%) indica uma preferência por interagir com os colegas da disciplina.

Este resultado foi diferente da expectativa inicial, que assumia a aprendizagem autônoma como um processo individual, no qual os estudantes buscariam sozinhos as soluções para os seus problemas. No entanto, a iniciativa de procurar os colegas como primeiro recurso de esclarecimento de dúvidas é uma prática usual nos ambientes de Engenharia, que possui aspectos positivos sob a perspectiva de agilizar a solução de problemas, fortalecendo relacionamentos e o trabalho em equipe.

Figura 4. Recursos para sanar dúvidas



Fonte: Elaborada pelo autor

4.1.7 Conclusões sobre o Ciclo I

As correlações encontradas entre o conceito obtido na atividade Aprendizagem Autônoma, a percepção de que o ensino básico preparou adequadamente para o Curso de Engenharia, a percepção de dificuldade das avaliações, o esforço dedicado e a frustração de expectativas com relação ao curso são coerentes com a bibliografia sobre evasão em Cursos de Engenharia, que cita a *falta de base* e *falta de tempo* como importantes causas da evasão.

A questão central neste caso não se trata de fazer um diagnóstico sobre os motivos que levam à evasão, mas sim encontrar alternativas capazes de mitigar este problema.

A constatação de que a interação com os colegas é o principal recurso para o esclarecimento de dúvidas levou à implementação de alterações na metodologia, que serão apresentadas na seção a seguir.

5. Ciclo II

A análise dos resultados obtidos no Ciclo I da atividade Aprendizagem Autônoma permitiu identificar a interação com os colegas como principal recurso de esclarecimento de dúvidas. Esta constatação é coerente com os resultados encontrados por LODER (2009), que constatou que a grande maioria dos concluintes dos Cursos de Engenharia Elétrica participa de um grupo composto por colegas de curso.

Identificado como uma potencial melhoria da metodologia, a interação entre colegas passou ser estimulada a partir do segundo semestre em que a atividade foi oferecida.

A estratégia adotada foi a reserva de um horário/sala com vistas a proporcionar a interação entre os colegas, monitores e professores. A sala reservada foi a mesma na qual ocorreria uma aula expositiva uma hora após o horário de interação; com isto os alunos chegariam uma hora antes e poderiam colaborar com a solução dos problemas propostos no sistema de avaliação formativa.

Nas seções a seguir serão relatados os resultados obtidos com esta alteração na metodologia.

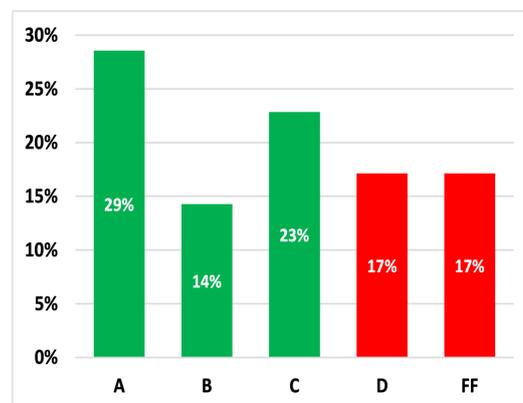
5.1 Análise de Resultados – Ciclo II

5.1.1. Histograma - Conceitos

A Figura 5, abaixo, mostra os percentuais de ocorrência dos conceitos obtidos pelos ingressantes que participaram da atividade Aprendizagem Autônoma no ciclo II. Para permitir a comparação com o histograma

correspondente ao ciclo I, foram considerados apenas os estudantes que participaram da atividade pela primeira vez.

Figura 5. Histograma – Conceitos; ciclo II



Fonte: Elaborada pelo autor.

Comparando-se a distribuição de conceitos do ciclo II (Figura 5) com a distribuição de conceitos do ciclo I (Figura 2), observa-se:

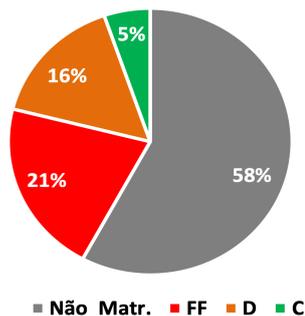
- Houve um pequeno incremento dos percentuais de aprovados (de 63% para 66%) e consequente redução dos percentuais de reprovação;
- Houve uma expressiva redução dos percentuais de reprovação por falta de frequência (de 29% para 17%);
- Há ainda uma distribuição bimodal. No entanto observa-se que no Ciclo II ocorreu incremento dos conceitos médios dos dois grupos.

Infelizmente não é possível afirmar que as melhorias identificadas no Ciclo II devem-se exclusivamente à mudança de metodologia (incentivo à formação de grupos de estudos). Isto porque outras variáveis podem influenciar as distribuições de notas, especialmente o perfil das turmas que se altera em função do perfil dos alunos inscritos no processo seletivo para o ingresso. No entanto faz sentido inferir que o estímulo para a formação de grupos de estudos esteja correlacionado ao menor percentual de estudantes reprovados com conceito FF (falta de frequência), pois a interação com colegas, monitores e professores pode ser um importante fator motivacional para a permanência no curso.

5.1.2. Retenção e Evasão

A Figura 6, abaixo, apresenta os resultados obtidos pelos estudantes que, no ciclo I, não obtiveram score adequado para aprovação (estudantes que foram reprovados na atividade *Aprendizagem Autônoma* no semestre anterior).

Figura 6. Rematrícula



Fonte: Elaborada pelo autor.

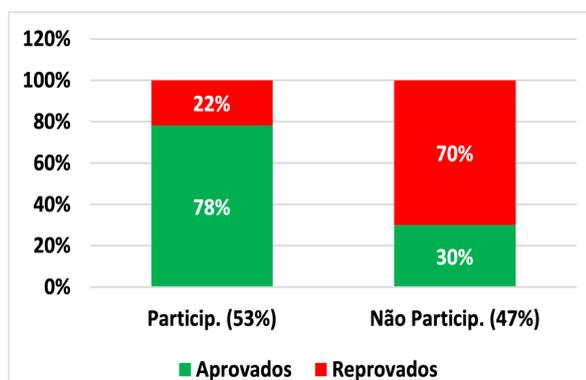
Observa-se que a maioria dos estudantes reprovados no ciclo anterior não se matriculou novamente na atividade (58% Não Matric), ou se matriculou, mas abandonou a atividade (21% FF) ou foi reprovado (16% D). Apenas 5% dos estudantes reprovados no ciclo I anterior se matricularam e foram aprovados no ciclo II, indicando uma tendência para a evasão.

5.1.3. Percepções dos Estudantes

De forma análoga ao ciclo I, foi aplicada uma pesquisa de opinião, da qual participaram 53% dos participantes do ciclo II, um valor muito próximo ao percentual de participantes da pesquisa de opinião no ciclo I (55%).

A Figura 7, abaixo, mostra que, de forma análoga ao ocorrido no ciclo I, a maioria dos participantes que responderam à pesquisa de opinião (78%) é composta por estudantes aprovados, enquanto a maioria dos não participantes (70%) é composta por estudantes que não alcançaram os escores mínimos para aprovação.

Figura 7. Participação na Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.4. Correlações com o conceito final

Foi realizada uma análise de correlações entre as respostas dadas pelos participantes do ciclo II à pesquisa de opinião. Os valores dos coeficientes de correlação encontrados são mostrados na Tabela 3 abaixo.

A análise comparativa dos coeficientes de correlação encontrados no ciclo I com os coeficientes encontrados no ciclo II permite constatar a existência de uma variação relevante nos valores de alguns coeficientes.

A Tabela 4, abaixo, mostra as variações que ocorreram (*coeficiente no ciclo II – coeficiente no ciclo I*), realçando as variações cujo valor absoluto é superior a 0,3.

Observa-se, por exemplo, que o coeficiente de correlação entre o *conceito obtido na atividade Aprendizagem Autônoma* e o *Atendimento das Expectativas* teve uma variação de 0,5, passando de 0,2 (insignificante) no ciclo I para 0,7 (moderadamente correlacionado) no ciclo II.

As maiores variações dos coeficientes de correlação (0,6) ocorreram com os coeficientes de correlação da percepção de que *a autonomia é uma competência importante para Engenharia* com a percepção que *a atividade exige domínio dos conceitos abordados no Ensino Básico* e com a percepção *frequência com que buscou ajuda da monitoria*.

Embora possam existir outras causas para as diferenças entre as correlações encontradas no ciclo I e as encontradas no ciclo II, faz sentido atribuir parte destas diferenças à modificação da metodologia pois a ocorrência de um encontro semanal com os colegas, professores e monitores alterou o processo de aprendizagem e as percepções sobre as questões constantes na pesquisa de opinião.

Tabela 3. Matriz de Correlações – Ciclo II

	Conceito	Ensino Básico Adequado	Disc contribui p outras disciplinas	Acredito Autonomia Importante	Disc. Desenv. Autonomia	Atendeu Expectativas	Disc exige domínio Conc. Ens Basico	Freq Monitoria	Dificuldade Avaliações
Ensino Básico Adequado	0,7								
Disc contribui p outras disciplinas	0,5	0,5							
Acredito Autonomia Importante	0,6	0,2	0,3						
Disc. Desenv. Autonomia	0,5	0,3	0,6	0,6					
Atendeu Expectativas	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4				
Disc exige domínio Conc. Ens Basico	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	0,4			
Freq Monitoria	-0,3	-0,3	0,0	0,1	0,0	-0,5	0,2		
Dificuldade Avaliações	-0,5	-0,1	0,0	-0,2	-0,1	-0,5	-0,1	0,4	
Tempo Dedicado	-0,6	-0,5	-0,3	-0,4	-0,3	-0,6	-0,2	0,5	0,7

■ módulo entre de 0,5 e 0,7 (moderadamente significativa)

■ módulo entre 0,3 e 0,4 (há correlação)

■ módulo menor ou igual a 0,3 (correlação fraca ou insignificante)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 4. Variações dos coeficientes de correlação

Conceito	Ensino Básico Adequado	Disc contribui p outras disciplinas	Acredito Autonomia Importante	Disc. Desenv. Autonomia	Atendeu Expectativas	Disc exige domínio Conc. Ens Basico	Freq Monitoria	Dificuldade Avaliações	
Ensino Básico Adequado	0,0								
Disc contribui p outras disciplinas	-0,1	0,0							
Acredito Autonomia Importante	0,2	-0,2	-0,2						
Disc. Desenv. Autonomia	0,0	0,0	0,1	0,0					
Atendeu Expectativas	0,5	0,0	0,1	-0,2	0,1				
Disc exige domínio Conc. Ens Basico	0,4	0,2	0,4	0,6	0,3	0,3			
Freq Monitoria	-0,3	-0,2	-0,1	0,6	0,1	-0,3	0,0		
Dificuldade Avaliações	-0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	
Tempo Dedicado	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,4	-0,4	0,4	0,4

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.5. Correlações entre avaliação formativa e somativa

No ciclo II o coeficiente de correlação encontrado entre os *escores da avaliação formativa* e *escores da avaliação somativa* foi de 0,88 o que reafirma a existência de uma elevada correlação entre estes dois escores, já identificada no Ciclo I, no qual foi calculado um coeficiente de correlação igual 0,91. A queda no coeficiente de correlação mostra que, no ciclo II, a avaliação formativa está menos relacionada à aprendizagem individual, o que é coerente com o fato dos estudantes receberem um suporte maior para resolução dos problemas da avaliação formativa.

5.2. Conclusões sobre o Ciclo II

O Ciclo II ocorreu no segundo semestre em que a atividade *Aprendizagem Autônoma* foi oferecida. A principal diferença metodológica em relação ao Ciclo I foi a introdução de um estímulo para a participação de um encontro semanal com os colegas, monitores e professores.

Constatou-se que houve uma redução expressiva do número de estudantes com conceito FF (Reprovação por Falta de Frequência, reduziu de 29% no Ciclo I para 17% no Ciclo II), indicando que os encontros semanais

estimularam a permanência na atividade.

Esta mudança no perfil motivacional da turma pode também ser observada na pesquisa de opinião, que apresentou mudanças relevantes tanto em termos de percentual de participantes reprovados participantes da pesquisa de opinião, que subiu de 14% no ciclo I para 22% no ciclo II, como em termos das correlações encontradas.

Algumas correlações encontradas entre as questões respondidas na pesquisa de opinião aplicada no Ciclo II são expressivamente diferentes daquelas encontradas no Ciclo I. Embora estas diferenças não possam ser atribuídas exclusivamente à mudança metodológica, é plausível pensar que o incremento da motivação aumente a correlação direta entre o *conceito* e o *atendimento das expectativas* pois estudantes mais motivados tenderão a relacionar mais fortemente os escores obtidos com as suas expectativas.

Outro aspecto que deve ser considerado é possibilidade de que as percepções dos estudantes tenham sido afetadas pelos encontros semanais com os colegas, docentes e monitores. Por exemplo, os estudantes que acreditam que a *autonomia é uma competência importante* na sua formação podem ter *consultado mais os monitores* em função do encontro semanal com os mesmos. Estes mesmos encontros

podem ter influenciado a percepção da relação existente entre *atividade Aprendizagem Autônoma*, o *ensino básico* e os *conceitos apresentados nas demais disciplinas da primeira etapa do curso*.

Resumindo a opção de realizar encontros semanais com os professores, colegas e monitores mostrou-se efetiva sob o ponto de vista motivacional e entendimento dos objetivos da atividade.

Conclui-se que uma parte dos ingressantes necessita que o processo de transição das práticas educacionais do ensino básico para o ensino superior ocorra de uma forma mais amena para que possam compreender a importância da autonomia para aprender.

Paralelamente, a interação presencial com os estudantes permite aos docentes analisar com maior profundidade os impactos positivos e negativos da metodologia utilizada, identificando oportunidades para melhorá-la.

Na próxima seção serão apresentadas as alterações metodológicas e resultados encontrados no Ciclo III, de aperfeiçoamento da metodologia utilizada na atividade Aprendizagem Autônoma.

6. Ciclo III – Mastering Learning

Os encontros semanais implementados no ciclo II, permitiram que os docentes identificassem uma certa frustração de alguns estudantes pelo fato de serem dadas apenas duas oportunidades de responder aos questionários semanais: eles gostariam de poder realizar um número maior de tentativas para *melhorar a nota*. Não obstante a preocupação em *melhorar a nota* possa ser uma motivação questionável quanto à sua correlação com a motivação para aprender, optou-se por utilizá-la como meio para estimular os estudantes a dedicarem mais tempo à resolução dos problemas propostos nos questionários semanais.

Adotou-se então uma metodologia *mastering learning* (BLOCK; BURNS, 1976; WINGET; PERSKY, 2022), oportunizando que os estudantes pudessem, no período de uma semana, realizar um número ilimitados de tentativas para responder aos questionários. Em contrapartida, passou-se a exigir que os estudantes demonstrassem conhecimento pleno dos conceitos constantes dos questionários da avaliação formativa, isto é, passou a ser exigido 100% de acerto.

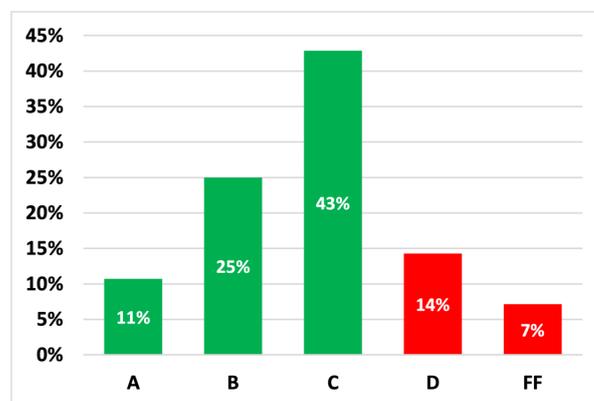
6.1. Análise de Resultados – Ciclo III

6.1.1. Histograma - Conceitos

A Figura 8, abaixo, mostra os percentuais de

ocorrência dos conceitos obtidos pelos ingressantes que participaram da atividade Aprendizagem Autônoma no ciclo III. Para permitir a comparação com o histograma correspondente ao ciclo I, foram considerados apenas os estudantes que participaram da atividade pela primeira vez.

Figura 8. Histograma – Conceitos Ciclo III



Fonte: Elaborada pelo autor.

Comparando-se a distribuição de conceitos do ciclo II (Figura 8) com a distribuição dos ciclos I e II observa-se:

- Houve um aumento dos percentuais de aprovados (79% no ciclo III, comparativamente a 63% e 56% nos ciclos I e II) com consequente redução dos percentuais de reprovação;
- Houve uma redução dos percentuais de reprovação por falta de frequência (reduziu para 7%, valor expressivamente inferior aos percentuais de 29% e 17% ocorridos nos ciclos I e ciclo II, respectivamente);
- A distribuição deixou de ter uma característica bimodal se aproximando de uma curva normal.

As mudanças ocorridas podem, em parte, ser atribuídas às alterações metodológicas, que alteraram o sistema de avaliação formativa, exigindo que os estudantes tivessem um escore de 100% nos questionários semanais, ao mesmo tempo em que se autorizaram a realização de um número ilimitado de tentativas durante o período de uma semana (nos ciclos I e II, eram aceitas apenas duas tentativas, e os escores eram proporcionais ao número de acertos).

A Tabela 5, abaixo mostra os escores médios de cada um dos ciclos. Observa-se que a alteração no sistema de avaliação no ciclo III afetou principalmente o escore médio da avaliação formativa (subiu para 7,6, comparativamente aos escores médios de 6,6 e 6,2 calculados nos ciclos I e II. No entanto esta melhoria no escore da avaliação formativa não se refletiu nos escores

da avaliação somativa, que representa de forma mais confiável o aprendizado individual (o escore médio da avaliação somativa no ciclo III foi 5,7, valor superior a 4,5 obtido no ciclo II, mas muito próximo a 5,6, obtido no ciclo I).

Tabela 5. Escores médios das Avaliações

	Formativa	Somativa
Ciclo I	6,6	5,6
Ciclo II	6,2	4,5
Ciclo III	7,6	5,7

Fonte: Elaborada pelo autor.

A surpresa de que o incremento nos escores da avaliação formativa não tenha se refletido nos escores da avaliação somativa é confirmada quando se analisa a evolução dos coeficientes de correlação entre os escores destas duas avaliações, conforme apresenta a Tabela 6, abaixo.

Tabela 6. Correlações Formativo X Somativo

Ciclo I	0,92
Ciclo II	0,88
Ciclo III	0,70

Fonte: Elaborada pelo autor.

A queda da correlação entre os escores das avaliações formativa e somativa pode ser explicada por dois fatores principais:

- A pressão por obter 100% de aproveitamento nas avaliações formativas levou alguns estudantes a resolverem em grupo as questões, o que resulta na obtenção de melhores escores, sem que isto se reflita na aprendizagem individual, que é mensurada através da avaliação somativa;
- Os estudantes entenderam a mecânica de funcionamento das *questões calculadas moodle*, percebendo que, embora as questões sejam diferentes para cada aluno, é possível obter as respostas utilizando a expressão utilizada para calcular a resposta correta em função dos parâmetros constantes no enunciado, viabilizando o acerto a partir de uma simples substituição de parâmetros numa fórmula.

6.2. Conclusões sobre o Ciclo III

As estratégias utilizadas no Ciclo III buscando a aprendizagem de domínio mostraram-se pouco eficazes em termos de aprendizagem individual. No entanto houve uma melhoria nos percentuais de reprovação por falta de frequência e uma maior interação entre os colegas.

A resposta para a queda da correlação entre a avaliação formativa e avaliação somativa está relacionada a aspectos citados na teoria da auto determinação (GAGNÉ; DECI, 2005; RYAN; DECI, 2000; VANSTEENKISTE; LENS; DECI, 2006) e na teoria da carga cognitiva (SWELLER, 1988, 1994; VAN MERRIËNBOER; SWELLER, 2010)

- Para estudantes intrinsecamente motivados, o aumento da carga de trabalho resulta numa abordagem profunda e realização de um maior esforço cognitivo, com conseqüente aprendizagem. No entanto, quando esta carga de trabalho ultrapassa um determinado limiar, pode ocorrer uma sobrecarga cognitiva que venha a afetar negativamente a motivação do estudante.

- A motivação por nota não é necessariamente uma motivação intrínseca: os estudantes podem perceber a nota como um fator externo (motivação extrínseca (CANTO; FERREIRA; BERCHT, 2012; VANSTEENKISTE; LENS; DECI, 2006)), portanto relacionado à mais baixa qualidade de motivação. Nestes casos (motivação extrínseca) o estudante percebe a nota como uma punição ou recompensa e poderão buscar alternativas que exijam menos tempo e dedicação do que a busca pela efetiva aprendizagem.

A metodologia *mastery learning* parte do pressuposto que a aprendizagem é função da *relação entre o tempo dedicado e o tempo necessário* para a aprendizagem (BLOCK; BURNS, 1976).

Esta relação é um valor diferente para cada estudante. Isto é, estudantes que tenham uma melhor base cognitiva necessitarão dedicar menos tempo para alcançar o nível de domínio. Estudantes que não tenham tempo ou motivação para realizar o esforço necessário para a aprendizagem de domínio tenderão a obter escores menores. Infelizmente, uma parcela dos estudantes combina estes dois fatores (não tem tempo para dedicar aos estudos e possui lacunas cognitivas), de forma a inviabilizar a aprendizagem de domínio.

Sob esta perspectiva, o aumento da carga de trabalho resultante da nova sistemática de avaliação formativa afetou negativamente uma parcela dos estudantes, que passaram a buscar outras soluções para alcançar os escores desejados, justificando porque houve uma queda do coeficiente de correlação entre os escores da

avaliação formativa e escores da avaliação somativa.

Em resumo, o sistema de avaliação formativa adotado no ciclo III não trouxe os resultados esperados em termos de aprendizagem (no domínio cognitivo), apesar de incentivar a autonomia e o trabalho em equipe, que também são metas da atividade Aprendizagem Autônoma, no domínio das atitudes e habilidades.

7. Conclusão

Neste artigo foram apresentados três ciclos de desenvolvimento de uma metodologia utilizada para desenvolver a autonomia de ingressantes num tradicional curso de engenharia brasileiro. Esta metodologia foi implementada através de uma atividade chamada *Aprendizagem Autônoma*, que foi introduzida no currículo do curso a partir do segundo semestre de 2018, quando ocorreu o primeiro ciclo de implementação no qual se considerou a meta de capacitar os ingressantes buscar autonomamente o conhecimento, como autodidatas. Os resultados encontrados no primeiro ciclo mostraram que a *consulta aos colegas* é principal recurso para esclarecimento de dúvidas para a maioria dos estudantes. Esta constatação mostrou que, diferentemente dos pressupostos originais, a maioria dos estudantes utilizou autonomia para aprender buscando soluções coletivas (aprender com os colegas) e não individuais (aprender como autodidata).

No ciclo II, que ocorreu no primeiro semestre letivo de 2019 foi realizada uma modificação na metodologia, de forma a proporcionar uma maior interação entre os colegas, monitores e professores, intensificando o processo de aprendizagem coletiva. Os resultados encontrados no ciclo II mostraram uma queda no percentual de ingressantes reprovados por falta de frequência, indicando que deveria ser mais branda a transição dos métodos do ensino básico (tipicamente presencial e síncrona) para a aprendizagem autônoma e individual. Esta maior motivação e a manifestação da disposição de empenhar um esforço maior para melhoria dos escores levou a adoção de uma metodologia *mastery learning* no semestre seguinte (segundo semestre letivo de 2019), chamado neste trabalho de Ciclo III.

No ciclo III observou-se uma nova queda no percentual de estudantes reprovados por falta de frequência e o incremento dos escores médios das avaliações formativas, sem que isto viesse a se refletir nos escores das avaliações somativas. Constatou-se que houve uma queda do coeficiente de correlação entre os escores da avaliação formativa e os escores da avaliação

somativa indicando um indesejável descolamento entre estes dois sistemas de avaliação. Esta queda ocorreu porque uma parcela dos estudantes, que não dispunha do tempo ou motivação necessários para aprendizagem de domínio, optou por realizar em grupo as avaliações formativas, obtendo um escore elevado nas avaliações formativas, sem que houvesse o aprendizado individual que é mensurado na avaliação somativa.

Conclui-se que, se adequadamente administrada, a metodologia adotada é capaz de desenvolver a autonomia de uma parcela dos estudantes, que tenham disponibilidade de tempo proporcional às suas necessidades, que por sua vez, são inversamente proporcionais aos conhecimentos prévios, do ensino básico.

A existe uma correlação entre os escores da avaliação formativa e a avaliação somativa, que pode ser um indicativo de qualidade da aprendizagem baseada em problemas: assumindo-se que as avaliações somativas meçam adequadamente a aprendizagem individual, a queda desta correlação indica a queda da eficácia do sistema de aprendizagem baseada em problemas.

8. Trabalhos futuros

Os resultados encontrados no Ciclo III, referentes ao segundo semestre letivo de 2019 levaram à especificação de novas melhorias que seriam implementadas no primeiro semestre de 2020.

No entanto, devido a pandemia Covid19, não foi possível dar continuidade ao processo de melhoria incremental pois a impossibilidade de realização de encontros presenciais implicou a necessidade substanciais mudanças metodológicas.

A metodologia utilizada na atividade Aprendizagem Autônoma durante e após o período de isolamento social será objeto de futuras publicações.

Finalmente, cabe citar que os trabalhos realizados na atividade *Aprendizagem Autônoma* bem como a identificação da relação existente entre a autonomia, os conhecimentos do ensino básico e a probabilidade de evasão deram origem a um projeto mais amplo de preparação para ingresso em Cursos de Engenharia, denominado PreparaEng (CORDEIRO DO VALLE *et al.*, 2021a, 2021b; DO CANTO FILHO *et al.*, 2022).

Referências

AMARAL, C. C. S. DO. **Desenvolvimento de Software: Análise comparativa para modelos sequencial, interativo e incremental, espiral e prototipação.**, 2017.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBOSA, P. V.; MEZZOMO, F.; LODER, L. L. **Motivos de Evasão no curso de Engenharia Elétrica: Realidade e perspectivas**. Congresso Brasileiro De Ensino De Engenharia. **Anais...**2011.

BLOCK, J. H.; BURNS, R. B. Mastery learning. **Review of research in education**, v. 4, p. 3–49, 1976.

BUNGĂU, C.; POP, A. P.; BORZA, A. **Dropout of first year undergraduate students: A case study of engineering students**. Balkan Region Conference on Engineering and Business Education. **Anais...**2017.

CANTO, A. B. DO; FERREIRA, L.; BERCHT, M. Objetos de aprendizagem no apoio à aprendizagem de engenharia: explorando a motivação extrínseca. **RENOTE**, 2012.

CASANOVA, J. R. et al. University dropout in engineering: motives and student trajectories. 2021.

CHRISTO, M. M. S.; DE RESENDE, L. M. M.; KUHN, T. DO C. G. Por que os alunos de engenharia desistem de seus cursos—um estudo de caso. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 29, n. 1, 2018.

CORDEIRO DO VALLE, E. et al. **ELETROCHALLENGE: PROJETO DE EXTENSÃO COM PROPOSTA DE DESAFIO MANTÉM CALOUROS DAS ENGENHARIAS EM CONTATO COM CONTEÚDOS DO CURSO EM TEMPOS DE PANDEMIA**. ANAIS do XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...**Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2021a.

CORDEIRO DO VALLE, E. et al. **PROPOSTA PEDAGÓGICA INOVADORA PARA QUALIFICAÇÃO E PREPARAÇÃO DE ALUNOS DE ENSINO MÉDIO PARA CURSAR ENGENHARIAS EM TEMPOS DE PANDEMIA**. ANAIS do XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...**Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2021b.

DE CAMPOS, A. et al. Mineração de Dados Educacionais e Learning Analytics no contexto educacional brasileiro: um mapeamento sistemático. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 23, n. 3 Set/Dez, 2020.

DE GRAAF, E.; KOLMOS, A. Characteristics of problem-based learning. **International journal of engineering education**, v. 19, n. 5, p. 657–662, 2003.

DO CANTO FILHO, A. B. et al. Retenção e Evasão em Cursos de Engenharia: uso de tecnologia para proporcionar a Aprendizagem Social. **RENOTE**, v. 20, n. 1, p. 273–283, 2022.

ELZOMOR, M. et al. Leveraging vertically integrated courses and problem-based learning to improve students' performance and skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 144, n. 4, p. 4018009, 2018.

GAGNÉ, M.; DECI, E. L. Self-determination theory and work motivation. **Journal of Organizational behavior**, v. 26, n. 4, p. 331–362, 2005.

GAMBOA, J. Z. Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. **INNOVA Research Journal**, v. 3, n. 10, p. 20–33, 2018.

JUNIOR, R. G. A. et al. Descoberta de conhecimento para identificação de fatores que influenciam o desempenho discente. **Informática na Educação: teoria & prática**, v. 22, n. 3 Set/Dez, 2019.

KOLB, A. Y.; KOLB, D. A. Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. **Academy of management learning & education**, v. 4, n. 2, p. 193–212, 2005.

KOLB, A. Y.; KOLB, D. A. Experiential learning theory. Em: **Encyclopedia of the Sciences of Learning**. Freiburg: Springer, 2012. p. 1215–1219.

LODER, L. L. **Engenheiro em formação: o sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MARUYAMA, T.; INOUE, M. Continuous quality improvement of leadership education program through

PDCA cycle. **China-USA Business Review**, v. 15, n. 1, p. 42–49, 2016.

MEC. **RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019 - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Homologação do Parecer que Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Edição: 77, Seção 1, 2019**. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/despachos-de-22-de-abril-de-2019-83417223>>
MOODLE. **Moode - Calculated question type**. , 2022. Disponível em: <https://docs.moodle.org/400/en/Calculated_question_type>. Acesso em: 5 jul. 2022

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. **Teorias de Aprendizagem**, 2014.
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto nº 5.773 - regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação**. , 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/decreton57731.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2022

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American psychologist**, v. 55, n. 1, p. 68, 2000.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, jun. 1988.

SWELLER, J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. **Learning and instruction**, v. 4, n. 4, p. 295–312, 1994.

TAYEBI, A.; GOMEZ, J.; DELGADO, C. Analysis on the lack of motivation and dropout in engineering students in Spain. **IEEE Access**, v. 9, p. 66253–66265, 2021.
UFRGS. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica - UFRGS**. , 2009. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia/uploads/files/ppc_ele.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2022

VAN MERRIËNBOER, J. J. G.; SWELLER, J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. **Medical education**, v. 44, n. 1, p. 85–93, jan. 2010.

VANSTEENKISTE, M.; LENS, W.; DECI, E. L. Intrinsic Versus Extrinsic Goal Contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation. **Educational Psychologist**, v. 41, n. 1, p. 19–31, mar. 2006.

WINGET, M.; PERSKY, A. M. A Practical Review of Mastery Learning. **American Journal of Pharmaceutical Education**, 2022.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 29-37

Josevandro Barros Nascimento

Universidade Federal Rural de Pernambuco

josevandrobarros@yahoo.com.br

Fabrício Soares

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

fabricao-soares@uergs.edu.br

Vanessa Cristine Silva

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

vanessa.cristine.silva@uftm.edu.br

Patrícia Fernanda da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

patriciafsilva@ufrgs.br



PORTO ALEGRE

RIO GRANDE DO SUL

BRASIL

Recebido em: dezembro de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

Elaboração de jogos educacionais para a construção de conhecimentos matemáticos

Elaboration of educational games for the construction of mathematical knowledge

Resumo

Neste artigo é apresentada a proposição do uso de recurso tecnológico, especificamente na produção de um jogo digital com o software Scratch, para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdo do componente curricular de Matemática. Procura refletir sobre os conceitos do pensamento computacional e o ensino de probabilidade conforme a BNCC. O Scratch servirá para desenvolver a programação do jogo digital, de forma que a Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental faça parte deste processo. A proposta permite trabalhar a linguagem de programação como um meio para representar e desenvolver as concepções dos estudantes perante conteúdo da Matemática que, em grande parte das vezes, são considerados complexos. Por fim, espera-se que o uso da ferramenta Scratch e das aplicações criadas com ela, tornem-se um facilitador de ensino e de aprendizagem, possibilitando que os conceitos abordados em salas de aula possam ser significativos e melhor compreendidos.

Palavras-chave: Jogos digitais. Scratch. Probabilidade. Ensino e Aprendizagem

Abstract

This article is presented as a proposal for the use of technology, specifically in the production of a digital game with the Scratch software, to assist in the teaching and learning process of contents of curricular components of Mathematics. Try to reflect on the concepts of computational thinking and the teaching of probability according to the BNCC. Scratch will serve to develop the programming of the digital game, so that Mathematics of the Final Years of Elementary School is part of this process. A programming proposal to work as a means to represent and develop concepts presented by students of Mathematics that in most cases are considered as projects. Finally, Scratch and the applications created with it, become teaching-learning tools, becoming a teaching-learning facilitator.

Keywords: Digital games. Scratch. Probability. Learning

1. Introdução

Atualmente observa-se que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDICs, quando utilizadas no contexto escolar, impõe uma diversidade de desafios. Para Oliveira (2020), entretanto, é possível encontrarmos experiências vivenciadas por professores e estudantes, envolvendo aplicativos, *applets* e *apps* em sala de aula por meio do uso em *notebooks* e telefones celulares, entre outros.

Os jogos digitais, propiciados pelo avanço das tecnologias digitais da informação e comunicação, ampliam a relação de ensino e aprendizagem nas salas de aula. Ainda assim, avançamos do ponto de vista didático, de forma qualitativa, no uso dos recursos digitais, proporcionando atividades voltadas à programação e ao desenvolvimento de conteúdos matemáticos (MACÊDO et al. 2017; PAULA & VALENTE, 2016).

No Brasil, com o avanço das pesquisas acadêmicas, utilizando os recursos digitais para modernizar as práticas pedagógicas e a interação das tecnologias digitais no âmbito escolar, suscita uma grande discussão quanto às práticas educacionais e metodologias de ensino (PALOMINO et al. 2019), fazendo surgir ferramentas que auxiliam o professor no processo de ensino e de aprendizagem, como, por exemplo, os jogos digitais no ensino de Matemática, que podem ser utilizados de diferentes formas em sala de aula.

A proposta do uso do *Scratch*¹, apresentada e discutida neste texto, envolve a mobilização dos recursos presentes na plataforma, bem como, de uma metodologia diferenciada, tendo por objetivo criar um jogo/aplicação para o ensino de Probabilidade.

Este artigo, descreve algumas possíveis contribuições oferecidas por meio do uso da plataforma *Scratch* para o ensino e aprendizagem no ambiente escolar, enfatizando o desenvolvimento de conhecimentos Matemáticos sobre Probabilidade nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Acredita-se que os jogos digitais, como aporte para o desenvolvimento de conteúdos em sala de aula, quando bem utilizados, podem expandir a capacidade de construção conceitual e possibilitar aprendizagens.

Neste sentido, as próximas seções deste trabalho estão organizando da seguinte forma: tecnologia digital de informação e comunicação – TDIC; o ensino de conceitos de Probabilidade na BNCC, metodologias propostas na abordagem do desenvolvimento da

pesquisa, bem como os resultados e discussão e por fim as considerações finais.

2. Tecnologia digital de informação e comunicação - TDIC

Os conceitos sobre as TDICs, em geral, costumam causar opiniões divergentes no meio educacional, isso porque apresenta diferentes ideias, porém sabe-se que geralmente, trata-se da tecnologia de informação e comunicação. A fim de discutir tal problemática é necessário buscar conhecer a interpretação de cada palavra relacionada a tecnologias digitais (GANDRA, 2020).

O conceito da palavra tecnologia é amplo e vai além de máquinas e mecanismos, definido como conjunto de processos, métodos, técnicas e ferramentas relativos à arte, indústria, educação, etc. [...] tudo o que é novo em matéria de conhecimento técnico e científico. [...] Aplicação dos conhecimentos científicos à produção em geral (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2022).

O uso das tecnologias, em especial a TDIC, ganhou um amplo espaço no meio educacional, em que algumas vezes a comunidade foi definida como sociedade da informação - SI (SILVA, 2021). Se pautamos pela evolução cronológica das tecnologias de informação e comunicação, entre o período entre 1960 e 2000 possui alguns momentos marcantes sobre as tecnologias no sistema educacional (GANDRA, 2020).

A partir dos anos 60 começam a ser utilizadas ferramentas tecnológicas de comunicação e informação no ambiente escolar, como recurso didático metodológico para o ensino e aprendizagem de Matemática. Essa motivação permeia, ainda hoje, as pesquisas acadêmicas científicas voltadas a pensar em caminhos, que possam analisar as vantagens e marcar possibilidades para se trabalhar com as TDICs.

3. O ensino de conceitos de Probabilidade na BNCC com apoio dos jogos digitais

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens comuns para todos os estudantes da educação básica em todas as modalidades de ensino do país. A elaboração da BNCC parte de diversos documentos de abrangência nacional para nortear um currículo mínimo comum para a educação básica.

Um dos principais aspectos a serem destacados da BNCC está no fato deste documento estabelecer o objetivo de que a educação básica promova nos

¹ <https://scratch.mit.edu/>

estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais fundamentais para atuação cidadã e profissional no decorrer da vida (BRASIL, 2018). A BNCC define competência como sendo “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Visando estimular e desenvolver esta competência, observa-se a possibilidade de utilização do *Scratch*, haja vistas que as aplicações construídas com a ferramenta podem fazer compreender sobre a importância do uso das tecnologias digitais significativamente e crítica, auxiliando os alunos a perceberem que podem além de consumir conteúdos prontos, também produzi-los, especialmente usando habilidades matemáticas e tecnológicas, bem como do pensamento lógico e promovendo a construção de conhecimentos contextualizada mente.

Apesar da importância do desenvolvimento das habilidades relacionadas à unidade temática Probabilidade e Estatística, existem muitas dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos, especialmente, relacionadas à forma abstrata como os tópicos são apresentados, sem conexão com a realidade dos alunos, além da ausência de utilização de recursos computacionais por parte dos professores (MORAIS, STURION & REIS, 2017).

Dificuldade semelhante, também, é observada em pesquisas que tratam do ensino de Probabilidade na ótica dos professores (EUGÊNIO, 2019), onde são constatadas lacunas na formação inicial dos docentes e a necessidade de ações de formação continuada para qualificar o ensino ofertado aos alunos do Ensino Fundamental. Para o enfoque metodológico da pesquisa, apresentamos na sequência.

4. Metodologia

A metodologia e as opções desenvolvidas que norteiam e embasam as ideias deste artigo tem fundamentação em excerto de revisão bibliográfico.

Para Manzo (1971, p. 32), a bibliografia, “oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente” e tem por objetivo permitir ao cientista “o reforço paralelo na análise de suas pesquisas ou manipulação de suas informações” (TRUJILLO, 1974, p. 230).

Após a fundamentação teórica foi realizada uma pesquisa exploratória no ambiente *Scratch* com a *string*

em português “probabilidade”, com o filtro “populares” buscando projetos que contribuem para o desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC, relacionadas aos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Foram encontrados no total da busca 72 projetos. Analisaram-se os seguintes aspectos em todos os objetos da amostra: se o jogo apresentava interação com jogadores, se a etapa de ensino se relacionava com as habilidades para os Anos Finais do Ensino Fundamental e se o jogo estava funcionando conforme as instruções presentes nas instruções do projeto. Foram excluídos da discussão dos resultados projetos duplicados, remixagens sem alterações da dinâmica do jogo, assim como aqueles que não apresentavam instruções, dificultando o entendimento de como jogar e jogos cuja temática abordada referia-se ao conteúdo do Ensino Médio. Sendo assim, foram analisados 9 projetos do *Scratch* que atenderam aos critérios de inclusão os quais são discutidos na próxima seção deste artigo.

Após a análise destes 9 projetos, foi desenvolvido o jogo “Probabilidade no Ensino Fundamental” que teve como objetivo desenvolver habilidades da unidade temática de Probabilidade do componente de Matemática, previstas na BNCC para o 6º ano do Ensino Fundamental.

5. Resultado e discussão

Ao analisar a plataforma *online* do *Scratch* encontramos vários jogos com o objetivo de trabalhar conceitos de Probabilidade, porém muitos não apresentam detalhes sobre a proposta pedagógica, conteúdos, conceitos, habilidades e público-alvo do jogo assim, dificultando o uso pelo professor com determinado ano escolar.

No Quadro 1, é apresentado o resultado da análise detalhada dos 9 jogos disponíveis que exploram os conceitos de Probabilidade direcionados ao Ensino Fundamental dos Anos Finais conforme os aspectos de seleção definidos na pesquisa. Na análise são destacados aspectos relacionados aos elementos de jogos, especialmente, recursos de interação com o aluno e quais objetos de conhecimentos/habilidades da BNCC da escolaridade proposta são trabalhados nos jogos como as habilidades. De acordo com projetos observados os seguintes conteúdos foram abordados: Espaço amostral, Eventos aleatórios e Eventos

complementares e Noções de Probabilidade, referentes a habilidade EF05MA22²

Quadro 1: Análise dos Jogos de Probabilidade direcionados ao Ensino Fundamental

Nome do Jogo	Elementos de jogo	Objetos de conhecimento/ Habilidades	Link de acesso ³
Jogo da Probabilidade (Editora RoboMind)	Interação com usuário com o uso da roleta para sorteio da cor/número, pontuação.	Probabilidade: eventos aleatórios (Roleta). Noção de acaso.	https://scratch.mit.edu/projects/424429749/
Qual a probabilidade?	Uso de personagem. Narrativa. Clique do mouse para responder as perguntas.	Probabilidade: Expressar a probabilidade de um evento por meio de frações e porcentagem. Análise da ideia aleatória em situações do cotidiano.	https://scratch.mit.edu/projects/398910997/
Adivinha o número xavante	Uso de personagem. Narrativa. Clique do mouse para responder às perguntas.	Probabilidade: Noção do acaso.	https://scratch.mit.edu/projects/3258635/ .
Dino no Vale dos Dinossauros	Uso de personagens. Narrativa. Clique do mouse para interação com o personagem.	Probabilidade: Cálculo de probabilidade. Adição e subtração	https://scratch.mit.edu/projects/289779469/
Probability Game	Uso de personagens. Digitação de respostas.	Probabilidade: Espaços amostrais, eventos aleatórios. Análise e interpretação de gráficos. Análise combinatória.	https://scratch.mit.edu/projects/329113480/
Probabilidade de eventos	Uso de personagem. Interação com o usuário por meio da digitação. Clique no mouse.	Probabilidade de ocorrência de eventos. Identificação do espaço amostral.	https://scratch.mit.edu/projects/530242140/

² “EF05MA22 Apresentar todos os possíveis resultados de um experimento aleatório, estimando se esses resultados são igualmente prováveis ou não” (BRASIL, 2018)

³ Todos os acessos foram realizados na data de 31 de março de 2022.

Nome do Jogo	Elementos de jogo	Objetos de conhecimento/Habilidades	Link de acesso ⁴
A probabilidade e os dados	Uso de personagem. Narrativa. Interação com o usuário por meio da digitação de respostas.	Probabilidade: Eventos aleatórios representado pelo jogo dos dados. Representa a probabilidade de um evento com uma fração.	https://scratch.mit.edu/projects/215344789/
Probabilidade - Eventos complementares e sucessivos	Interação com o usuário por meio da digitação de respostas.	Probabilidade: Eventos complementares	https://scratch.mit.edu/projects/598428408/
Aula de probabilidade	Uso de personagem. Narrativa. Interação com o usuário por meio da digitação de respostas.	Probabilidade: Eventos aleatórios, cálculo da probabilidade de um evento.	https://scratch.mit.edu/projects/236903667/
Bingo (probabilidade)	Interatividade (Caneta e gravação de voz), pontuação e interação com o usuário por meio da digitação de respostas.	Probabilidade: Eventos aleatórios, probabilidade representada por frações.	https://scratch.mit.edu/projects/458109153/

Fonte: Autores a partir de pesquisa na plataforma Scratch (2022).

Com base nos levantamentos dos jogos na plataforma Scratch, foi possível construir um novo jogo com a utilização da ferramenta, desenhando seus personagens no aplicativo Bitmoji⁵. A ideia de utilizar a ferramenta bitmoji é para humanizar a relação do aluno com o aplicativo, de forma que a interatividade seja algo central para atrair e manter a atenção do estudante durante todo o jogo (GÖRGENS; ANDRADE, 2020). Também, foram utilizados recursos de texto e áudios gravados pelos professores desenvolvedores para ampliar a acessibilidade do jogo e passar para o aluno todas as orientações necessárias para avançar nas etapas da aplicação.

A proposta do jogo "Probabilidade no Ensino Fundamental remix-3" foi desenvolvido para turma do 6º ano do Ensino Fundamental dos Anos Finais e teve como premissas: a interatividade com o aluno/usuário e o desenvolvimento de habilidades de probabilidade previstas na BNCC para o Ensino Fundamental do anos finais, em especial, a habilidade "EF06MA30 Calcular a probabilidade de um evento aleatório, expressando-a por número racionais (forma fracionária, decimal e

percentual) e comparar esse número com a probabilidade obtida por experimentos sucessivos" (BRASIL, 2018). Na figura 1, temos a tela inicial do jogo, onde o estudante clica em jogar e em seguida é perguntado: "Qual seu nome?"

Figura 1 - Telas iniciais do Jogo



Fonte: Autores (2022).

⁴ Todos os acessos foram realizados na data de 31 de março de 2022.

⁵ <https://www.bitmoji.com/>

O jogo está dividido em duas fases: na primeira o estudante deve identificar quais são os números pares e ímpares, conforme é apresentado na figura 2.

Figura 2 - Telas do Jogo: números pares e ímpares



Fonte: Dos Autores (2022).

Na primeira fase são apresentadas quatro perguntas para os alunos: "O número 5 é par ou ímpar?", "O número 8 é par ou ímpar?", "O número 4 é par ou ímpar?" e "O número 9 é par ou ímpar?", para cada acerto o aluno recebe um ponto. Ao lado esquerdo, temos um exemplo de feedback positivo para o aluno quando ele acerta uma questão, trabalhando também a interação com o *bitmoji*.

Na segunda fase, figura 3, o aluno precisa compreender o sorteio dos números na roleta, trata-se de um evento aleatório em que a probabilidade de sortear quaisquer dos números (de um a dez) é igual. Nesta fase, o aluno tem que clicar para girar a roleta (o professor pode dizer a quantidade de rodadas para o experimento) e em seguida anotar os números que foram sorteados.

Figura 3 - Telas do Jogo: sorteio dos números na roleta



Fonte: Dos Autores (2022).

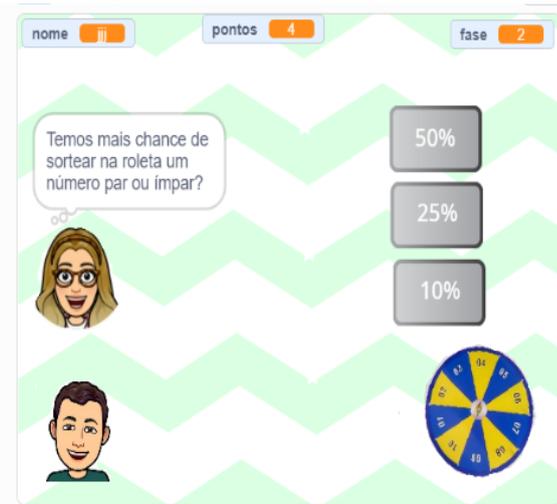
Depois, deve clicar no botão responder para seguir jogando. Sendo feitas três perguntas: Figura 4 "Temos mais chance de sortear um número par na roleta ou ímpar?", "Qual o percentual de chance de sortear um número par?" e "Qual o percentual de chance de sortear o número 6?".

Figura 4(a) - Tela do Jogo Fase 2



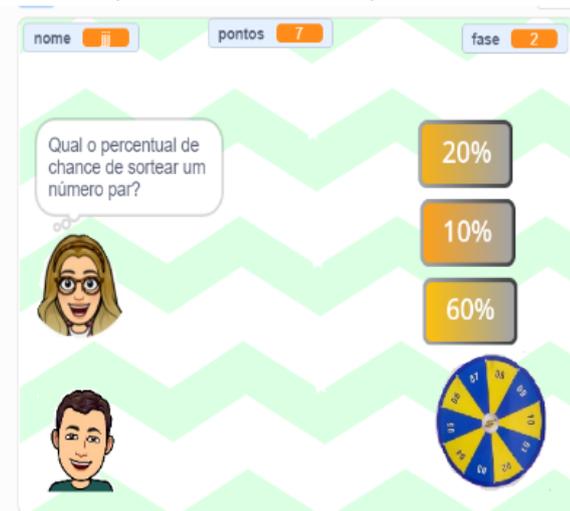
Fonte: Dos Autores (2022).

Figura 4(b) - Tela do Jogo Fase 2



Fonte: Dos Autores (2022).

Figura 4(c) - Tela do Jogo Fase 2



Fonte: Dos Autores (2022).

Ao acertar a questão espera-se que o aluno tenha adquirido a habilidade de calcular a probabilidade de um evento aleatório, comparando esse número com a probabilidade obtida por experimentos sucessivos. Além disso, é dado um feedback para cada resposta escolhida pelo estudante. A versão final do jogo construído está disponível na plataforma do Scratch no link, <https://scratch.mit.edu/projects/612563199/> é indicado para os professores de Matemática utilizem com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental, como uma atividade introdutória à exploração do conteúdo ou mesmo para complementar o trabalho desenvolvido pelo professor em sala de aula.

6. Considerações finais

Visando apresentar contribuições acerca da plataforma Scratch aplicada ao ensino de Matemática, tem se buscado metodologias didáticas, procedimentos de pesquisas e instrumentos avaliativos que possam auxiliar o professor neste processo.

Por meio desta pesquisa foi possível analisar que existe uma demanda no uso de tecnologias, por parte dos professores, em formação inicial e continuada em conhecer TDIC, disponível para trabalhar em sala de aula.

Observou-se que o Scratch possibilita desenvolver uma linguagem de codificação com uma interface visual simples, podendo ser utilizada como material didático no Ensino de Matemática, promovendo o pensamento computacional, permitindo que professores e alunos criem histórias, jogos e animações digitais para o desenvolvimento de diversos conteúdos.

A partir das coletas de dados, a pesquisa teve como objetivo analisar as principais contribuições do uso da plataforma Scratch aplicada ao ensino de Matemática, para desenvolver conceitos referentes aos conteúdos de Probabilidade. Também, foi possível observar uma variedade de jogos criados para o ensino e aprendizagem do referido conteúdo, porém muitos deles, não deixava claro o conceito a ser abordado, metodologia utilizada para ser desenvolvida em sala de aula de Matemática e para qual nível de ensino poderia ser aplicado.

Após buscar por jogos na plataforma e observar algumas carências, tais como: interatividade com o usuário/estudante, facilidade de compreensão dos conteúdos etc., nas aplicações disponíveis na comunidade, foi desenvolvido um jogo de Probabilidade pelos autores, seguindo as concepções das literaturas presentes para o embasamento do jogo, com as orientações sobre como desenvolver o cálculo probabilístico de um eventos aleatório, bem como, o estudante necessita comparar com os números obtidos pelo experimento sucessivos aplicando os conceitos de Probabilidade.

Um dos diferenciais no desenvolvimento deste jogo é que os alunos têm um feedback para cada resposta escolhida. A junção da utilização dos jogos digitais com o conteúdo trabalhado em sala de aula, desencadeia-se em uma motivação instigada pelos jogos, construindo assim, uma ponte entre a diversão e a aprendizagem.

Consequentemente, considera-se que o discente compreende o prazer em aprender, participando de todas as etapas do processo, desenvolvendo cada vez mais seu senso crítico e seu protagonismo na produção do conhecimento, além do raciocínio lógico.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental dos Anos Finais, indica a inserção dos conteúdos probabilísticos. Conforme o documento oficial, espera-se que os estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental consigam indicar a probabilidade de um evento por um número racional, compreender que, se um experimento aleatório for realizado com muitas tentativas, os resultados obtidos tendem à probabilidade calculada (BRASIL, 2018, p.132).

Já para os alunos dos 7º anos a BNCC motiva que os estudantes devem conseguir compreender o significado de termos como aleatoriedade, espaço amostral, resultados favoráveis, probabilidade, tentativas, experimentos equiprováveis, dentre outros (BRASIL, 2018, p.134). Para os estudantes no 8º do Ensino Fundamental dos Anos Finais espera-se que no término consigam construir o espaço amostral de experimentos, utilizando o princípio multiplicativo e indicar a probabilidade de um evento por meio de uma razão, verificando que a soma das probabilidades de todos os resultados individuais é igual a 1 (BRASIL, 2018, p.136) e por fim a BNCC para o 9º ano dispõem que os estudantes deve entender e Reconhecer, em experimentos aleatórios, eventos independentes, dependentes e calcular a probabilidade de ocorrências nos dois casos (BRASIL, 2018, p.138).

Com os resultados apresentados, ressaltamos ser possível utilizar as TDIC e a plataforma do *Scratch* no ensino de Matemática para desenvolvimento do conteúdo de Probabilidade em qualquer série dos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

DA SILVA, A. P. **O Ensino De LI No Ensino Médio Mediante A Tecnologia Em Uso E Os Seus Desafios**. 2021. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <http://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/1640> Acesso em: 12 dez. 2021

EUGÊNIO, R. D. S. **Letramento probabilístico nos anos finais do ensino fundamental: um processo de formação dialógica com professores de matemática**. 2019. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica. UFPE. Recife. p. 232. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3824>

5/1/TESE%20Robson%20da%20Silva%20Eug%c3%aani o.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

GANDRA, J. P. D. C. **Propostas e práticas: possibilidades e limitações na apropriação da TIC como recurso metodológico para o ensino e aprendizagem da matemática**. 2020. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos. Universidade Estadual Paulista (Unesp). São José do Rio Preto. p. 138. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192029/gandra_jpc_me_sjrp.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 14 nov. 2021.

GÖRGENS, P.; ANDRADE, P. A. Educação Universitária Apoiada pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação: algumas ideias práticas. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 17, 29 ago. 2020. DOI 10.21920/recei72020617267280.

MACÊDO, P.; MOUTINHO, M.; SANTOS, W. **Jogo digital como auxílio no estudo da matemática: um estudo de caso com estudantes do ensino fundamental** i. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2017. p. 548.

MANZO, A. J. **Manual para la preparación de monografías: una guía para presentar informes y tesis**. Humanitas. Buenos Aires. 1971.

MORAIS, D. A. M.; STURION, L.; REIS, M. C. dos. Um Estudo Exploratório da Educação Básica sobre o Ensino de Estatística e o Uso de Tecnologias Midiáticas. **Ensino da Matemática em Debate**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 61–86, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/32344>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MICHAELIS. Dicionário. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/tecnologia/> . Acesso em:14 dez. 2022.

OLIVEIRA, J. P. D. et al. **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 2020. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. p. 128. 2020.

PALOMINO, P. T. et al. Teaching Interactive Fiction for Undergraduate Students with the Aid of Information Technologies: An Experience Report. **RENOTE**, [S. l.], v.

17, n. 3, p. 527–536, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.99537. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/99537>. Acesso em: 16 nov. 2021.

PAULA, B. H. D. VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Ibero-Americana de Educação**, v. 70, n. 1, p. 9-28, 2016.

TRUJILLO, F. A. **Metodologia da ciência**. 3. ed. Kennedy. Rio de Janeiro. 1974.

VANSTEENKISTE, M.; LENS, W.; DECI, E. L. Intrinsic Versus Extrinsic Goal Contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation. **Educational Psychologist**, v. 41, n. 1, p. 19–31, mar. 2006.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 38-49

Bartholomeo Oliveira Barcelos
Universidade Federal de Santa Catarina
barthobarcelos@gmail.com

Robson Fernando Duda
Universidade Federal de Santa Catarina
robsonferduda@gmail.com

Adão Daniel da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina
advdaniel56@gmail.com

Alexandre Leopoldo Gonçalves
Universidade Federal de Santa Catarina
a.l.goncalves@ufsc.br

José Leomar Todesco
Universidade Federal de Santa Catarina
tite@egc.ufsc.br

Representação do conhecimento por meio de knowledge graphs: aplicação e categorização no domínio educacional

Knowledge representation through knowledge graphs: application and categorization in the educational domain

Resumo

Este estudo tem como objetivo investigar quais são as aplicações de KGs no domínio educacional e identificar as características destes em soluções de ensino nas quais foram aplicados. Como procedimento metodológico utilizou-se uma revisão narrativa, com busca estruturada, que analisou três bases de pesquisa: Scopus®, Web of Science® e IEEE Xplore®. Ao todo foram identificadas 71 publicações, que após serem submetidas a critérios de inclusão e exclusão alcançaram um quantitativo de 29 pesquisas elegíveis para análise em profundidade. Como resultados, foram propostas duas categorizações, a primeira, denominada de KGs no domínio educacional, que colabora para a análise e identificação das etapas de construção e implementação de uma arquitetura básica para KGs. Já a segunda, denominada de finalidades e objetivos dos KGs, evidencia as características e aplicações destes no domínio educacional. Os resultados fornecem um panorama sobre os estudos relacionados à KGs evidenciando o potencial desta tecnologia para a representação de conhecimento no domínio pesquisado.

Palavras-chave: Knowledge graph. Domínio educacional. Educação. Aplicações de Knowledge graph.

Abstract

This study aims to investigate what are the applications of KGs in the educational domain and identify their characteristics in teaching solutions in which they were applied. As methodological procedures, it uses a narrative review with a structured search applied to analyze three data bases: Scopus®, Web of Science® and IEEE Xplore®. In all, it identified 71 publications, that, after being submitted to inclusion and exclusion criteria, returned a total of 29 eligible documents for an in-depth analysis. As a result, two categorizations were proposed, the first, called KGs in the educational domain, which collaborates for the analysis and identification of the stages of construction and implementation of a basic architecture for KGs. The second, named purposes and objectives of the KGs, highlights their characteristics and applications in the educational domain. The results provide an overview of studies related to KGs, highlighting the potential of this technology for the representation of knowledge in the researched domain.

Keywords: Knowledge graph. Educational domain. Education. Knowledge graph applications.



PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

Recebido em: junho de 2022
Aprovado em: dezembro de 2022

1. Introdução

A difusão dos computadores e das primeiras linguagens de programação levou ao que se convencionou chamar de informática, compreendendo cinco linhas de desenvolvimento, segundo Gutierrez e Sequeda (2019): 1) automação de raciocínio para processar informações complexas; 2) desenvolvimento de processos para realização de buscas de dados em diferentes tipos de espaços de armazenamento; 3) a recuperação de informações de fontes não estruturadas; 4) as linguagens e sistemas para trabalhar com dados; e 5) a representação gráfica do conhecimento.

O contexto da representação do conhecimento por meio de grafos, sendo aqui denominado de *Knowledge Graph* (KG), é o objeto de estudo deste artigo. O termo grafo ou mapa do conhecimento recebeu tal designação no final do século 20 e ganhou notoriedade quando a empresa Google® o integrou na sua ferramenta de busca no ano de 2012 (GUTIERREZ; SEQUEDA, 2019).

Desde então, a evolução do conceito de KG vem ganhando dinamicidade por meio da convergência de métodos estatísticos e lógicos em diversas áreas. Abu-Salih (2020), indicou 7 (sete) domínios para os quais grafos de conhecimento foram construídos e usados para resolver diferentes problemas da vida real: Saúde, Educação, Tecnologia da Informação, Ciência e Engenharia, Finanças, Política, Sociedade e Viagens.

O interesse de aplicação do KG na área educacional ganhou muitas conotações, por exemplo, tem servido para avaliar o desempenho dos alunos para o simples controle de suas atividades (Zegarra; Chang; Wang, 2015; Le et al., 2020; De Medio et al., 2017) ou, mais profundamente, para desenvolver um processo de ensino personalizado que considera as condições de cada ator envolvido nesse processo, seja o professor, o aluno, ou a instituição educacional (LIU et al., 2019; ILKOU; SIGNER, 2020; GAO; WANG; XU, 2020).

Com o enfoque na área educacional, surge a seguinte questão de pesquisa: “quais são as aplicações de KGs no domínio educacional e como estas podem ser categorizadas de acordo com seu processo de desenvolvimento e utilização”?

A partir disso, este estudo tem como objetivo investigar quais são as aplicações de KGs no domínio educacional e identificar as características destes em soluções de ensino nas quais foram aplicados. O trabalho apresenta uma fundamentação teórica que faz reflexões

sobre KGs e a área educacional; após são apresentados os procedimentos metodológicos, seguido das discussões e resultados do trabalho, finalizando com as considerações finais.

2. Knowledge Graphs (KGs) no domínio educacional

Esta seção visa apresentar e refletir conceitos-chave deste estudo sobre o desenvolvimento e utilização de KGs na perspectiva do domínio educacional.

2.1 Knowledge Graph

KG é entendido como um tipo de representação relacional do conhecimento que, conforme Davis, Shrobe e Szolovits (1993), tem uma longa história na lógica e inteligência artificial. Na comunidade da Web Semântica vem sendo utilizado com o propósito de criar uma “web de dados” para ser lida por máquinas, destacam Berners-Lee, Hendler e Lassila (2001).

Recentemente, Hogan et al. (2021, p. 30) definem KG “como um grafo de dados destinado a acumular e transmitir conhecimento do mundo real, cujos nós representam entidades de interesse e cujas arestas representam relações potencialmente diferentes entre essas entidades”. Wang et al. (2021), destacam que o KG se assemelha a uma forma especial de rede semântica, que integra dados em um grafo auxiliando no processamento e raciocínio do conhecimento.

Shaoxiong et al. (2015, p. 1), destacam o KG como uma “representação estruturada de fatos, consistindo em entidades, relacionamentos e descrições semânticas. Entidades, podem ser objetos do mundo real e conceitos abstratos; relacionamentos, representam a relação entre entidades; e as descrições semânticas de entidades e seus relacionamentos, contêm tipos e propriedades com um significado bem definido”.

A construção de um KG pode ser realizada utilizando diferentes recursos, com destaque para a Estrutura de Descrição dos Recursos¹, nos quais os nós representam entidades de domínio conectados por arestas que representam relacionamentos. O conjunto de entidades e relacionamentos são organizados em uma ontologia que define sua semântica e suas restrições de uso (ZOU, 2020).

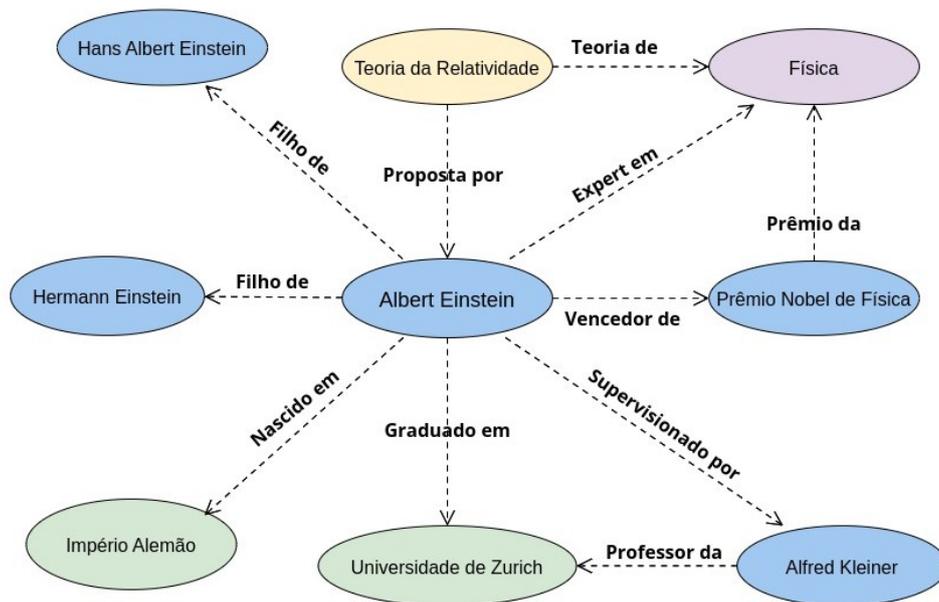
O processo de construção de um KG é constante e pode ser dividido em duas categorias, conforme Qin, Cao e Xue (2020):

¹ do inglês *Resource Description Framework* (RDF)

- De cima para baixo: se refere a um método baseado na construção de ontologias utilizando fontes de dados estruturadas para extração de conceitos e das regras de restrição, para posteriormente adicioná-las à base de conhecimento do grafo; e,
- De baixo para cima: se refere ao uso de métodos como reconhecimento de padrões e regras de escrita para processar diretamente os dados coletados e extrair informações valiosas (como entidades, relações, entre outras.) necessárias à construção do grafo de conhecimento.

A representação do KG (Figura 1) de Zhou et al. (2015) corrobora com as indicações anteriores de que este é uma espécie de rede semântica, em que os nós representam os conceitos e as arestas do grafo representam as relações semânticas entre os conceitos.

Figura 1 - Estrutura do KG

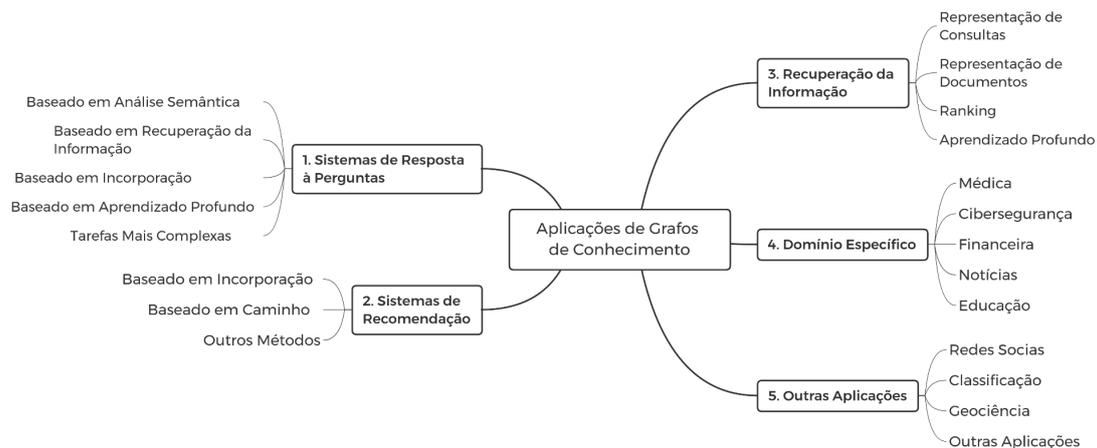


Fonte: Extraído de Ji et al. (2015).

Segundo Singhal (2012), um marco na popularização do tema foi o ano de 2012, quando o KG da empresa Google® foi iniciado com o intuito de apresentar resultados mais precisos e úteis em seu mecanismo de busca na *web*, além de também influenciar o recurso de autocomplete de pesquisas preditivas. Rospocher et al. (2016) complementam que os mecanismos de busca são as tecnologias responsáveis por alavancar a popularidade dos KGs, visto que as ferramentas de busca como Google® e Bing® passaram a empregá-los constantemente na apresentação de seus resultados.

Pesquisas sobre KGs podem ser classificadas em duas categorias: técnicas de construção e de aplicação de KGs. Estudos sobre técnicas de construção se concentram na extração, representação, fusão e raciocínio do conhecimento nos grafos. Enquanto outros estudos abordam sobre a aplicação de KGs em domínios específicos (Zou, 2020). O autor destaca ainda, que a maioria dos artigos dedicados à aplicação de KGs se relacionam à áreas específicas, além da aplicação em domínios específicos.

Figura 2 - Campos de Aplicação



Fonte: Adaptado de Zou (2020).

A Figura 2 sintetiza os resultados da pesquisa de Zou (2020). Na sequência são apresentados mais detalhes sobre esses campos de aplicação de KGs:

- Sistema de Resposta à Perguntas: a representação semântica dos KGs pode colaborar na qualificação, dos resultados de pesquisa, de serviços de sistemas de resposta à perguntas com reconhecimento de semântica;
- Sistemas de Recomendação: o KG é empregado, principalmente, como fonte de informações secundárias, ajudando a aprimorar a precisão das recomendações e a diversidade de itens recomendados;
- Recuperação de Informação: a propriedade dos KGs de conter e representar entidades (objetos do mundo real e conceitos abstratos) colabora para aperfeiçoar a capacidade dos sistemas de buscas de entender as consultas e os documentos, ou seja, a busca orientada à entidades;
- Domínios Específicos: para além das áreas genéricas de aplicação, os KGs podem ser aplicados em *corpus* de domínio para resolver problemas específicos.
- Outras Aplicações: estas representam a utilização de KGs em tarefas muito específicas, nas quais estes não são a finalidade principal, mas os elementos de suporte, parte de uma solução tecnológica.

Entre os domínios específicos de aplicação está a área da Educação, na qual “o grafo de conhecimento visa revelar a estrutura interior dos tópicos de conhecimento, tratando do núcleo do material educacional e do processo de ensino, que é representado pelos resultados da aprendizagem”

(ILKOU; SIGNER, 2020, p. 3).

2.2 Usos de KGs no contexto educacional

A representação do conhecimento tornou-se uma das tarefas mais importantes no desenvolvimento de uma educação inteligente. Neste contexto, Su e Zhang (2020) reforçam que os pesquisadores utilizam KGs para descrever estruturas de conhecimento no domínio educacional, realizando pesquisas e aplicações de ensino não-lineares, que incluem: microensino, avaliação da aprendizagem, trilhas de aprendizagem e recomendação de conteúdos de aprendizagem.

No domínio da educação, Qin, Cao e Xue (2020) destacam que os KGs são frequentemente usados para o ensino e aprendizagem de disciplinas, onde também são chamados de mapas conceituais. A utilização como um recurso de recomendação de aprendizagem e visualização de conceitos, também é destacado por Zou (2020).

Sobre a aplicação do KG nos processos de ensino, Qin, Cao e Xue (2020) destacam, por exemplo, que a utilização deste no ensino da disciplina de banco de dados auxilia o docente e alunos na identificação dos conceitos basilares de cada temática estudada na disciplina. Do mesmo modo, auxilia os docentes na redução do tempo de trabalho; qualificação de suas tarefas laborais; detecção e avaliação do conhecimento dos alunos em qualquer momento pedagógico; compreensão das tendências de aprendizagem; melhora das habilidades de aprendizagem e eficiência dos alunos.

A aplicação do KG também é realizada por meio da integração da técnica de ensino do tipo estudo de casos

com disciplinas do ensino superior. Hu, Jiang e Li (2019), propuseram o uso do método do Grafo de Conhecimento e dos Casos de Ensino² utilizado para armazenar casos, por exemplo, de fraudes na *internet*, que filtra os casos por meio das características apresentadas no grafo de conhecimento, e seleciona o caso mais adequado para a aula, tornando o ensino mais personalizado.

A representação de conhecimento por meio de KG pode promover suporte à compreensão das características e a arquitetura do conhecimento da matriz curricular de um curso, como por exemplo, em um curso de tecnologia da informação. Este tipo de aplicação realizado por Gao, Wang e Xu (2020), indicou que o KG pode contribuir na realização de pesquisas mais aprofundadas, as quais o docente pode recomendar recursos de aprendizagem para o aluno, como uma trilha de aprendizagem mais adequada visando oferecer suporte para uma educação personalizada.

Uma outra utilização no domínio educacional é proposta por Karimi et al. (2020) que combinaram o uso do KG com Redes Neurais de Grafos Relacionais³ para elaboração de modelos preditivos que avaliam o desempenho dos alunos e detectam aqueles que têm probabilidade de desistir ou reprovar em um curso *on-line*, denominado de Avaliação de Desempenho Profundo⁴ em tempo real. Neste, os dados históricos do curso *on-line* são modelados na forma de um grafo de conhecimento, que fornecerá dados para uma RGNN para esta extrair os atributos dos alunos e do curso, a fim de modelar uma Rede Neural Recorrente⁵ para codificar os dados comportamentais dos alunos de acordo com suas interações no ambiente virtual de ensino e aprendizagem da instituição.

3. Procedimentos Metodológicos

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão narrativa, com busca estruturada, com o objetivo de mapear como o recurso semântico de representação do conhecimento denominado de *Knowledge Graph* (KG) é aplicado na área da Educação.

Dessa forma, foram selecionadas três bases de pesquisa: Scopus®, Web of Science® e IEEE Xplore®,

que figuram entre as importantes bases de busca acadêmica, além de agregarem em suas bases um número extenso e variado de periódicos.

Norteando-se pela questão de pesquisa foram realizadas buscas prévias para localizar termos similares aos constructos para potencializar os resultados da pesquisa, tendo como *string* de busca: (TITLE-ABS-KEY ("knowledge graph") AND TITLE-ABS-KEY ("teaching")). Foram realizados outros ensaios combinando as palavras-chave como "education" ou "educational" nas bases de dados, mas optou-se pela palavra "teaching" na busca dos documentos, pois a qualidade dos resultados atendeu de forma adequada os objetivos deste estudo.

Os resultados da busca realizada no mês de Dezembro do ano de 2020 são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 - Resultado das Buscas

Base de Dados	Tipo de Documento	Período	Total de Publicações
Scopus (Elsevier)	Artigos de Periódicos e Conferências	até o ano 2020	49
Web of Science	Artigos de Periódicos e Conferências	até o ano 2020	14
IEEE Xplore	Conferências	até o ano 2020	10
Total Geral			73

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da base de dados bruta, procedeu-se com a seleção dos artigos, utilizando-se critérios de exclusão e inclusão para filtrar o número de produções aptas a colaborar com a questão de pesquisa. O diagrama da pesquisa, representado na Figura 3, ilustra os três ciclos de análise efetuados ao longo deste estudo, os quais foram realizados colaborativamente entre os pesquisadores.

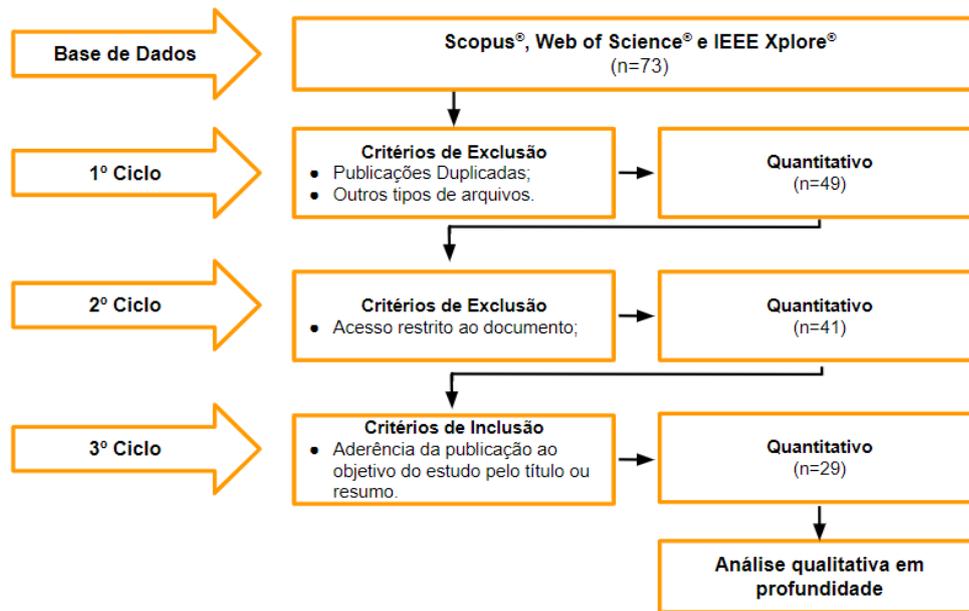
² do inglês *Knowledge Graph and Case Teaching* (KGCT)

³ do inglês *Relational Graph Neural Network* (RGNN)

⁴ do inglês *Deep Online Performance Evaluation* (DOPE)

⁵ do inglês *Recurrent Neural Network* (RNN)

Figura 3 - Diagrama da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como primeiro ciclo, realizou-se a exclusão das publicações duplicadas nas bases de dados de origem, bem como foram desconsiderados documentos que não eram artigos de periódicos ou conferências, resultando em um quantitativo de 49 estudos. Na sequência, no segundo ciclo, procedeu-se com a verificação da disponibilidade de acesso na íntegra aos artigos dentro de suas bases, ocorrendo uma redução no quantitativo para 41 publicações.

Para o terceiro ciclo foram designados dois avaliadores, para que fosse realizada uma revisão por pares e às cegas dos artigos em planilha eletrônica, dispôs-se também de um terceiro avaliador para solucionar eventuais divergências de inclusão ou não dos artigos. Dessa forma, procedeu-se, preliminarmente, com a análise dos títulos e resumos dos artigos para buscar indicativos da aderência destas publicações com os objetivos desta pesquisa, resultando num total de 29 publicações aptas. Neste ciclo, alguns trabalhos não evidenciaram de forma clara, no título ou resumo, suas intenções, neste sentido, em alguns casos houve a necessidade de análise integral do artigo objetivando reduzir a incerteza no processo de inclusão ou exclusão da publicação.

Por fim, depois de identificado o quantitativo de artigos aptos a contribuírem com os objetivos desta pesquisa, procedeu-se com uma análise qualitativa em profundidade, realizando uma nova avaliação por pares e às cegas para identificar e propor duas categorizações

que representassem: a) às classes relativas à utilização de uma arquitetura básica de KG; e b) às finalidades e objetivos dos KGs nos estudos analisados. Na próxima seção, são apresentadas as análises e discussões que compõem os principais achados e reflexões.

4. Resultados e Discussão

O quantitativo de publicações analisadas nesta revisão narrativa foi de 29 artigos, que buscaram contribuir com a questão de pesquisa deste estudo. A partir disto, esta seção faz considerações sobre os aspectos relevantes identificados, bem como de proposições oriundas da análise realizada.

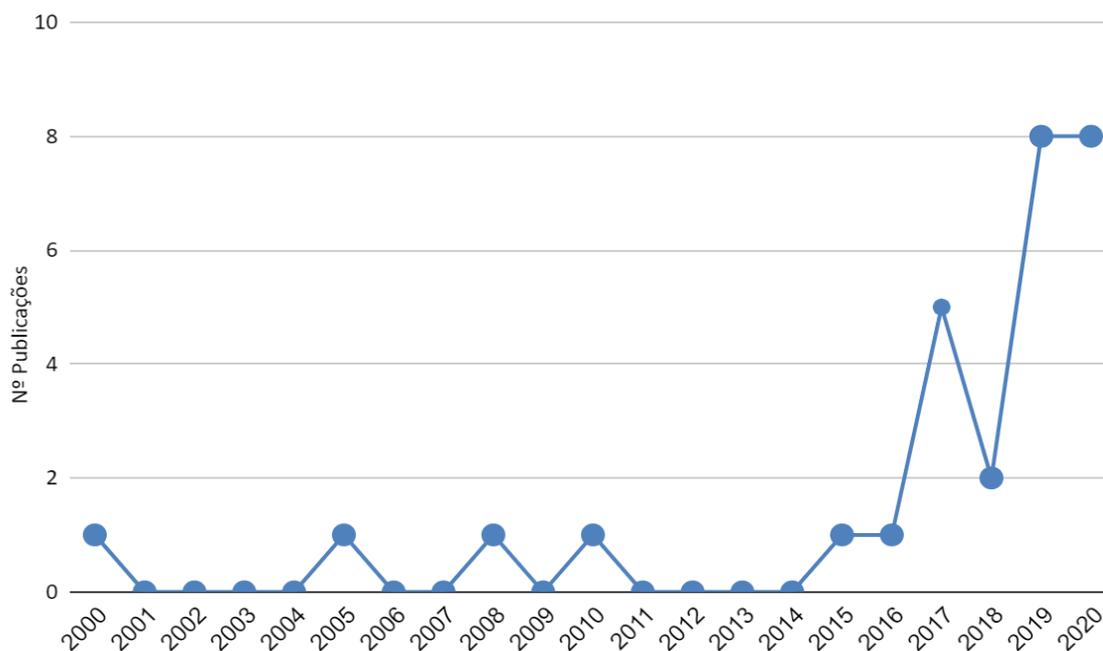
Na análise das publicações, chama a atenção que 69% dessas são oriundas de eventos científicos, sendo o ano de 2020, o período em que o maior número de trabalhos foi publicado, em congressos distintos, alinhados com a temática deste estudo, num total de 7 (sete).

Considerando que mais da metade dos estudos desta pesquisa procedem de congressos, destacam-se dois eventos: Conferência Internacional de Engenharia

de Software e Engenharia do Conhecimento⁶ e Conferência Internacional de Descoberta de Conhecimento e Mineração de Dados⁷, com o número de duas publicações realizadas em cada evento. Entre os periódicos, destaca-se a série Notas de Aula em Ciência da Computação⁸, com duas publicações que envolvem o domínio deste estudo.

Ponderando sobre a frequência de publicações dos estudos, na Figura 4 percebe-se que a partir do ano de 2017 houve um crescimento do número de publicações, mas os anos de 2019 e 2020 se destacaram no quantitativo, uma vez que representaram 55% das publicações (congressos e periódicos) objetos de análise desta pesquisa.

Figura 4 - Evolução do número de publicações



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir destas impressões iniciais procedeu-se com a primeira categorização dos estudos com base em três classes (Construção, Gestão e Aplicação de KGs) que representam as etapas para uma arquitetura básica de desenvolvimento e utilização desta tecnologia. Essas etapas são oriundas do trabalho de Gao, Wang e Xu (2020) e mostraram potencial para auxiliar na categorização dos artigos que foram selecionados visando atender aos objetivos deste estudo.

⁶ do inglês International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)

⁷ do inglês International Conference on Knowledge Discovery and Data

Mining (KDDM)

⁸ do inglês Lecture Notes in Computer Science

Quadro 2 - Categorização dos KGs no domínio educacional

Classes	Publicações
Construção de KGs	Zwaneveld (2000); Zegarra, Chang e Wang (2015); Sette, Tao e Jiang (2017); Li (2017); Duan e Wang (2017); Mirhosseini e Seo (2019); Ma e Ma (2019); Liu <i>et al.</i> (2019); Hu, Jiang e Li (2019); Ilkou e Signer (2020); e Wang <i>et al.</i> (2020).
Gestão de KGs	Guzzi <i>et al.</i> (2005); Wang e Li (2020); Telnov e Korovin (2020); e Huang <i>et al.</i> (2020).
Aplicação de KGs	Le <i>et al.</i> (2008); Le <i>et al.</i> (2020); Zhou <i>et al.</i> (2016); De Medio (2017); Kara e Konev (2017); Chen <i>et al.</i> (2018); Peng <i>et al.</i> (2019); Qiao <i>et al.</i> (2019); Weng <i>et al.</i> (2019); Xu <i>et al.</i> (2019); Gong <i>et al.</i> (2019); Su e Zhang (2020); Qin, Cao e Xue (2020); e Gao, Wang e Xu (2020).

Fonte: Adaptado de Gao, Wang e Xu (2020).

O Quadro 2, apresenta as classes dos KGs no domínio educacional a partir dos estudos de Gao, Wang e Xu (2020). Pondera-se que:

- Na classe “Construção de KG”, 38% das publicações apresentaram características que representam a mineração de vocabulários, reconhecimento de entidades e extração de conhecimento;
- Na classe “Gestão de KG”, 14% dos estudos apresentaram traços relativos quanto à modelagem e armazenamento de conhecimento, recuperação de raciocínio inteligente, consultas e gerenciamentos de dados gráficos; e,
- Por fim, a classe “Aplicação de KG”, reuniu 48% das pesquisas que contemplaram características como: detalhes sobre as formas de se realizar consultas em KGs, sistemas de recomendação e de resposta a perguntas com base em grafos de conhecimento.

Esta categorização permite analisar o desenvolvimento e a implementação de KGs como algo processual, visto que as classes representam três etapas bem distintas do estágio de desenvolvimento de uma arquitetura básica desta tecnologia. A identificação dessas classes de desenvolvimento de KGs colabora para a gestão e implementação destes no domínio educacional, além de permitir a integração com outros domínios.

Durante a realização da análise em profundidade foram apreciados os objetivos de cada pesquisa, junto da finalidade e do papel do KG nas proposições apresentadas. Considerando que a aplicação e a finalidade de utilização dependem de fatores como: o contexto e o tipo de solução esperada, foi proposta uma segunda categorização dos estudos que combina as finalidades e objetivos dos KGs em cada estudo (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorização das finalidades e objetivos dos KGs

Classes	Caracterização
<p>KGs integrados à aplicações educacionais</p> <p>(Guzzi <i>et al.</i>, 2005; Le <i>et al.</i>, 2008; Qin, Cao e Xue, 2020; Sette, Tao e Jiang, 2017; De Medio <i>et al.</i>, 2017; Chen <i>et al.</i>, 2018; Su e Zhang, 2020; Huang <i>et al.</i>, 2020; Qiao <i>et al.</i>, 2019; Le <i>et al.</i>, 2020; Hu, Jiang e Li, 2019; Ma e Ma, 2019).</p>	<p>Integração: com ferramentas educacionais interativas e outras plataformas <i>web</i>; na modalidade de ensino e aprendizado híbrido para aprimoramento de cursos; com disciplinas (matemática e banco de dados) para mapear e tornar o processo de ensino mais eficiente e inteligente; em sistemas de tutoria para modelar conceitos de conhecimento; com plataformas e sistemas que auxiliam na construção de KG.</p>
<p>Aplicação de KGs como sistemas de recomendação</p> <p>(Peng <i>et al.</i>, 2019; Xu <i>et al.</i>, 2019; Weng <i>et al.</i>, 2019; Gao, Wang e Xu, 2020; Ilkou e Signer, 2020; Liu <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>Recomendação: soluções de dúvidas a partir dos problemas do usuário; de conteúdos personalizados baseados em avaliações; atividades para criações colaborativas identificadas com a participação de docentes e alunos; trilhas de aprendizagem mapeadas a partir da estrutura e relações de conhecimentos dos cursos; atividades para uma aprendizagem adaptativa a partir de <i>gaps</i> de conhecimento e de conhecimentos implícitos nos processos de aprendizagem.</p>
<p>Utilização de KGs para descoberta e geração de novos conhecimentos pelos usuários</p> <p>(Zegarra, Chang e Wang, 2015; Mirhosseini e Seo, 2019; Weng, 2019; Zhou <i>et al.</i>, 2015; Wang <i>et al.</i>, 2020; Duan e Whang, 2017; De Medio <i>et al.</i>, 2017; Kara e Konev, 2017; Li, 2017; Zwaneveld, 2000; Gong <i>et al.</i>, 2019).</p>	<p>Descoberta e geração de novos conhecimentos: a partir do treinamento de habilidades visuais dos alunos em tópicos de discussão; por meio da representação gráfica de conhecimentos de sistemas educacionais e de cursos on-line; a partir do mapeamento e compreensão dos perfis e processos cognitivos gerados pelos alunos; com base no mapeamento de conhecimentos gerados em domínios específicos.</p>
<p>Outras aplicações de KGs no contexto educacional</p> <p>(Telnov e Korovin, 2020; Wang e Li, 2020).</p>	<p>Outras aplicações como: o incremento de um KG por meio de aprendizado de máquina, análise textual e anotações semânticas; aprimoramento de KGs para resolver problemas de correferência de grafos construídos a partir de livros didáticos.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram identificadas similaridades entre as finalidades e objetivos de KGs, que permitiram alocar os estudos em classes dentro do domínio educacional. Alguns estudos apresentaram mais de uma finalidade para a utilização do KG, por isso, foram divididos e alocados dentro da classe que melhor os representou. O Quadro 3 evidencia as características que fornecem a "identidade" de cada uma das classes propostas:

- KGs integrados à aplicações educacionais: nesta classe a tecnologia é combinada ou inserida em diferentes etapas de outras soluções educacionais;
- Aplicação de KGs como sistemas de recomendação: o KG é desenvolvido com a finalidade de colaborar no processo de ensino, como uma

ferramenta de recomendação, principalmente, de conteúdos e trilhas de aprendizagem;

- Utilização de KGs para descoberta e geração de novos conhecimentos pelos usuários: o KG é utilizado para mapear processos cognitivos dos alunos, de domínios específicos de conhecimento para colaborar com o processo de ensino e aprendizagem (alunos e professores), bem como para auxiliar na tomada de decisão de gestores educacionais;

- Outras aplicações de KGs no contexto educacional: são estudos que diferem dos demais, mas tem por característica o enriquecimento e aprimoramento dos KGs desenvolvidos na área da educação.

Cabe destacar que nos estudos analisados, nem sempre o desenvolvimento de um KG é a finalidade ou objetivo principal, mas sim, por vezes, esta figura como coadjuvante na solução apresentada. Ou seja, o KG é parte da solução e, por isso, buscou-se identificar qual a finalidade dele ou a etapa onde é utilizado nas soluções propostas para o domínio educacional.

5. Considerações Finais

Este estudo buscou investigar por meio de uma revisão narrativa, com busca estruturada em bases de dados, quais são os tipos de aplicações de *Knowledge Graphs* (KG) no domínio educacional, junto a identificação das características desses KGs gerados para as soluções educacionais em que foram aplicados.

Inicialmente, destaca-se que na composição dos estudos analisados os dois últimos anos (2019 e 2020) são períodos de maior produção no domínio dos estudos analisados. Sendo substancial a presença de publicações em eventos internacionais do tipo congressos, dado que estes são um canal ágil para a divulgação dos resultados das pesquisas na área.

Foram propostas duas categorizações, a primeira (Quadro 2) colabora para a análise e identificação das etapas de construção e implementação de uma arquitetura básica para KGs. A segunda categorização (Quadro 3), combina as finalidades e objetivos dos KGs evidenciando as características e aplicações destes no domínio educacional.

Dessa forma, o estudo forneceu um panorama dos estudos relacionados à KGs desenvolvidos dentro de uma perspectiva educacional. Também propôs categorizações para esses estudos a fim de auxiliar os pesquisadores na compreensão do potencial desta ferramenta tecnológica para a representação do conhecimento, bem como prover um meio para o desenvolvimento de outras soluções aplicadas neste domínio de estudo.

Como limitações do trabalho está o processo de categorização dos estudos, visto que é uma ação subjetiva que é influenciada diretamente pelas perspectivas dos pesquisadores, sendo dificultada pela heterogeneidade dos objetivos e finalidades dos KGs nas soluções educacionais propostas.

Para estudos futuros, sugere-se a realização de uma revisão de escopo que faça uso de protocolos científicos validados a fim de analisar e identificar lacunas de conhecimento no âmbito da utilização de KGs no contexto educacional.

Referências

ABU-SALIH, B. Domain-specific Knowledge Graphs: A survey. *Computer Science*. <https://arxiv.org/abs/2011.00235>, oct. 2020.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic web [online] 2001. Disponível: <<https://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/>>. Acessado em: 22 fev. 2021.

CHEN, P. et al. KnowEdu: A System to Construct Knowledge Graph for Education. *IEEE Access*, v. 6, p. 31553-31563, may. 2018.

DAVIS, R.; SHROBE, H.; SZOLOVITS, P. What is a knowledge representation?. *AI Mag.*, v. 14, n. 1, p. 17-33, 1993.

DE MEDIO, C. et al. Automatic extraction and sequencing of wikipedia pages for smart course building. *Proceedings - 21st International Conference Information Visualisation*, p. 378-383, nov. 2017.

GUTIERREZ, C.; SEQUEDA, J. F. A Brief History of Knowledge Graph's Main Ideas: A tutorial. 18th International Semantic Web Conference (ISWC), Auckland, New Zealand, 2019. Disponível em: <<https://iswc2019.semanticweb.org/tutorials/>>. Acessado em: 24 jan. 2021.

DUAN, H.; WANG, L. MOOC Instruction Optimization in Emergency and First Aid-From the Perspective of the Knowledge Graph. 3rd International Conference on Computer Science and Mechanical Automation (CSMA), p. 142-145, 2017.

GAO, J.; WANG, L.; XU, F. Research on The Construction of Course Knowledge Graph of High School Information Technology. *International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, Tianjin, China, p. 211- 215, 2020.

GONG, X. et al. Study on Framework of Intelligent Analysis of Chinese Preview Homework in Primary Schools. *Proceedings - 2019 Chinese Automation Congress (CAC)*, p. 1082-1091, nov. 2019.

GUZZI, R. et al. An Educational Development Tool Based on Principles of Formal Ontology. *Educational Technology & Society*, v. 8 n.1 p. 80-89, 2005.

HOGAN, A. et al. Knowledge Graphs. *ACM Computing*

Surveys, v. 54, n. 4. jul. 2021.
DOI:<https://doi.org/10.1145/3447772>

HU, L.; JIANG, Y; LI, Y. Optimization Design of Internet Fraud Case Based on Knowledge Graph and Case Teaching. Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology (ICIET), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, p. 301-305, 2019.

HUANG, L. et al. Professional Competence Management for University Students Based on Knowledge Graph Technology. Proceedings - 10th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication, p. 331-335, jul. 2020.

ILKOU, E.; SIGNER, B. A technology-enhanced smart learning environment based on the combination of knowledge graphs and learning paths. Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education, v. 2, p. 461-468, may. 2020.

Jl, S. et al. A Survey on Knowledge Graphs: Representation, Acquisition and Applications. Journal Of Latex Class Files, v. 14, n. 8, 2015.

KARA, S.; KONEV, A. Knowledge engineering as a component of the curriculum for medical cybernetics. Studies in Health Technology and Informatics, v. 236, p. 241-247, 2017.

KARIMI, H. et al. Online Academic Course Performance Prediction using Relational Graph Convolutional Neural Network. Proceedings of The 13th International Conference on Educational Data Mining, jul. 2020.

LE, D. et al. E-Course and its applications in blended-learning environment. Proceedings of the International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, and e-Government, Las Vegas, NV, United States, jul. 2008.

LE, D. et al. Applying pedagogical analysis to create an online course for e learning. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), v. 6277, v. part. 2, p. 114-123, 2020.

LI, L. Constant evaluation of L2 students english writing ability. Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), p. 404-409, jul. 2017.

LIU, Q. et al. Exploiting cognitive structure for adaptive learning. Proceedings of the ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD), p. 627-635, jul. 2019.

MA, L.; MA, Y. Automatic question generation based on MOOC video subtitles and knowledge graph. 7th International Conference on Information and Education Technology (ICIET), v. part F148391, p. 49-53, mar. 2019.

MIRHOSSEINI, M.; SEO, J. Wiki'ike: Making Use of Knowledge Graphs in a Classroom. Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW), p. 33-36, oct. 2019.

PENG, Y. et al. A task-oriented dialogue system for moral education. In: Isotani S., Millán E., Ogan A., Hastings P., McLaren B., Luckin R. (eds) Artificial Intelligence in Education. AIED 2019. Lecture Notes in Computer Science, v. 11626. Springer, 2019.

QIAO, C. et al. Automated Construction of Course Knowledge Graph Based on China MOOC Platform. IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE), Yogyakarta, Indonesia, p. 1-7, 2019.

QIN, Y.; CAO, H.; XUE, L. Research and application of knowledge graph in teaching: Take the database course as an example. Journal of Physics: Conference Series, v. 1607, n. 1, aug. 2020.

ROSPOCHER, M. et al. Building event-centric knowledge graphs from news. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, v. 37, n. 1, 2016.

SETTE, M.; TAO, L.; JIANG, N. A Knowledge-Driven Web Tutoring System Framework for Adaptive and Assessment-Driven Open-Source Learning. Proceedings - International Computer Software and Applications Conference, v. 2, p. 712-717, sep. 2017.

SHAOXIONG et al. A Survey on Knowledge Graphs: Representation, Acquisition and Applications. Journal Of Latex Class Files, v. 14, n. 8, aug. 2015.

SINGHAL, A. Introducing the knowledge graph: things, not strings. Product updates Google® [online], mai. 2012. Disponível em: <<http://googleblog.blogspot.com.br/2012/05/introduc-ingknowledge-graph-things-not.html>>. Acessado em:

19 fev. 2020.

SU, Y.; ZHANG, Y. Automatic Construction of Subject Knowledge Graph based on Educational Big Data. 3rd International Conference on Big Data and Education (ICBDE), p. 30-36, apr. 2020.

TELNOV, V.; KOROVIN, Y. Machine learning and text analysis in the tasks of knowledge graphs refinement and enrichment. 22nd International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains, v. 2790, p. 48-62, 2020.

XU, J. *et al.* iTest: A novel online testing system based on the WeChat platform. Computer Applications in Engineering Education. v. 27, n. 4, p. 885-893, jul. 2019.

WANG, P. *et al.* Incremental Mobile User Profiling: Reinforcement Learning with Spatial Knowledge Graph for Modeling Event Streams. Proceedings of the 26th International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, p. 853-861, aug. 2020.

WANG, X. *et al.* Knowledge graph quality control: A survey. Fundamental Research, v. 1, n. 5, p. 607-626, ISSN 2667-3258, sep. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2021.09.003>.

WANG, T.; LI, H. Coreference resolution improves educational knowledge graph construction. Proceedings - 11th International Conference on Knowledge Graph (ICKG), p. 629-634, aug. 2020.

WENG, J. *et al.* Construction and Application of Teaching System Based on Crowdsourcing Knowledge Graph. Communications in Computer and Information Science, v. 1134, p. 25-37, aug. 2019.

ZEGARRA, E.; CHANG, S.-K.; WANG, J. Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), v. 2015, p. 284-289, jan. 2015.

ZHOU, P. *et al.* Automatically Constructing of Association Semantic Link Enabled Subject Cognitive Mapping. International Conference on Identification, Information, and Knowledge in the Internet of Things, Beijing, China, p. 50-53, 2015.

ZOU, X. A Survey on Application of Knowledge Graph. Journal of Physics: Conference Series, v. 1487, 2020.

ZWANEVELD, B. Structuring mathematical knowledge

and skills by means of knowledge graphs. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, v. 31, n. 3, p. 393-414, 2000.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 50-60

Andréa Thees

Universidade Federal do Estado do
Rio de Janeiro
andrea.thees@unirio.br

Maria Auxiliadora D. Machado

Universidade Federal do Estado do
Rio de Janeiro
maria.machado@unirio.br

Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM): uma proposta adaptada para análise de videoaulas

Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML): a proposal adapted for analysis of video classes

Resumo

Esse trabalho apresenta parte dos resultados de uma tese de doutorado que buscou responder em que medida assistir videoaulas de matemática do YouTube pode contribuir para o estudo efetivo de conteúdos matemáticos. As videoaulas selecionadas foram assistidas e analisadas com base nos princípios da TCAM, que foram adaptados para avaliação desse formato de material audiovisual. Elaborou-se um critério de pontuação das características das videoaulas, que permitiu refletir acerca da crescente projeção do YouTube para fins educacionais. Conforme os dados coletados, foi possível verificar que assistir videoaulas de matemática disponíveis na rede social de compartilhamento de vídeos YouTube tornou-se uma prática recorrente. Todavia, os resultados encontrados indicaram que o grau de aderência da videoaula aos princípios da TCAM irá interferir no estudo de conteúdos de matemática: quanto mais atraente e apelativa for a videoaula, menores as chances de que a aprendizagem de conteúdos de matemática seja efetivada.

Palavras-chave: YouTube. Videoaula. Aprendizagem Multimídia. Tecnologias Digitais.

Abstract

This work presents part of the results of a doctoral thesis that sought to answer to what extent watching YouTube mathematics videos lessons can contribute to the effective study of mathematical content. The selected video lessons were watched and analyzed based on the principles of CTML, which were adapted to evaluate this format of audiovisual material. A scoring criterion was developed for the characteristics of the video lessons, which allowed us to reflect on the growing projection of YouTube for educational purposes. According to the data collected, it was possible to verify that watching math video classes, available on the social video sharing network YouTube, has become a recurring practice. However, the results found indicated that the degree of adherence of the video class to the CTML principles will interfere in the study of mathematics contents. That is, the more attractive and appealing the video lesson, the lower the chances that the learning of mathematics content will be effective.

Keywords: YouTube. Video lessons. Multimedia Learning. Digital Technologies.



PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

Recebido em: junho de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

1. Introdução

Essa pesquisa buscou identificar elementos da produção e do consumo de videoaulas de matemática, disponíveis em um canal no YouTube, com o objetivo de compreender em que medida esses recursos multimídia podem contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos. A investigação foi motivada pelo crescimento acelerado de canais do YouTube com foco no ensino de conteúdos de matemática, um movimento que pode estar sendo impulsionado pela demanda por videoaulas de matemática, mas também pela política de monetização do YouTube.

A plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube possui certas peculiaridades desde sua estreia na rede mundial em 2005. Entender a ascensão do YouTube.com como um fenômeno da internet tem sido o foco principal de diversos pesquisadores (ALLOCCA, 2018; BURGUESS e GREEN, 2018; CHRISTENSEN, 2007; CRICK, 2016; LANGE, 2014).

O uso das redes sociais se intensificou a partir da popularização de dispositivos eletrônicos de comunicação e informação com acesso à internet (CASTELLS e CARDOSO, 2005). Esse contexto, associado às mudanças na plasticidade cerebral dos nativos digitais (PRENSKY, 2001a, 2001b) e ao colapso dos sistemas educacionais tradicionais (SIBILIA, 2012), pode justificar a crescente tendência à produção e consumo de vídeos educativos no YouTube.

A questão que se coloca, então, para pensar as particularidades da prática de estudar matemática com videoaulas no YouTube, se refere à existência de novas relações de aprender e ensinar, de outras formas de comunicação inusitadas, de coletivos nunca pensados antes, de conexões que se estabelecem independentemente da distância e do momento (LANGE, 2014). É também considerar a presença das tecnologias digitais nos processos cotidianos de ensinar e de aprender matemática.

A maioria dos indivíduos em idade escolar, atualmente, pertence a uma geração que nunca viveu sem celulares, tablets, computadores pessoais e acesso à internet. A chamada Geração Millenium possui hábitos peculiares e esse coletivo de nativos digitais vem fazendo com que as instituições escolares repensem suas estratégias de ensino e seus modos de atuar. Presencia-se, a cada dia, mais e mais sujeitos ansiosos para integrar as tecnologias às práticas pedagógicas, buscando inovar o processo de ensino e aprendizagem, sem que essas tentativas de

inovação se transformem em apenas mais um modismo.

Ou seja, a aquisição de desenvolvimento tecnológico, o acesso à internet e a chegada à sociedade em rede não são garantia de transformação de uma realidade social para melhor. Castells (2005, p. 19) afirma que “difundir a Internet ou colocar mais computadores nas escolas, por si só, não constituem necessariamente grandes mudanças sociais”.

Apesar da compreensão de que esse paradigma tecnológico tem capacidade de desempenho e atuação superiores em relação aos sistemas tecnológicos anteriores, dependerá de onde, por quem e para que são usadas as tecnologias de comunicação e informação.

O recorte apresentado nesse trabalho se refere à etapa da pesquisa de análise das videoaulas a partir dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia – TCAM, de Mayer (2009). Para realizar essa etapa da investigação, foi selecionada uma amostra de vinte videoaulas, equivalente a 10% do universo das duzentas videoaulas mais populares do canal escolhido.

Os procedimentos metodológicos se basearam na aplicação de princípios que se originaram em três objetivos de fundamental importância na elaboração de materiais multimídias voltados para a aprendizagem. Estes objetivos visam à redução do processamento de conteúdo supérfluo, ao gerenciamento do entendimento essencial e à promoção do processamento criativo (MAYER, 2009).

2. A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e seus Doze Princípios

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia – TCAM, foi elaborada por Richard E. Mayer (2009) e seus colaboradores, tendo como base evidências experimentais realizadas ao longo de mais de duas décadas de investigações na Universidade de Cambridge. As pesquisas de Mayer se basearam e se desenvolveram a partir de uma hipótese central, que considera que “people learn better from words and pictures than from words alone” (MAYER, 2009, p. 1). Ou seja, pessoas aprendem melhor com palavras e imagens, do que somente com palavras, conforme tradução. Contudo, segundo Mayer, a ideia de possibilitar um aprendizado melhor a partir do uso conjugado de palavras e imagens apenas se sustenta, como hipótese, quando esse uso respeitar alguns princípios. Para delimitar a aprendizagem multimídia

ao uso de videoaulas, foram consideradas algumas adaptações.

A TCAM foi desenvolvida em cima da ideia de verificar que modelo de instrução multimídia seria capaz de promover uma suposta aprendizagem, caracterizando-a assim como uma aprendizagem multimídia. A teoria possui uma abordagem, quanto à produção de recursos multimídia, centrada nos aprendizes, visando adaptar as novas tecnologias às necessidades desses com o objetivo de favorecer a aprendizagem. Para tal, busca meios que tenham potencial para maximizar a aprendizagem, oferecendo suporte para o desenvolvimento de recursos multimídia que possam aperfeiçoar os conteúdos e mensagens abordados.

Segundo Mayer (2009), três suposições advindas do campo das ciências cognitivas são as bases para a TCAM, a saber, “dual-channel, limited-capacity, and active-learning processing” (IBIDEM, p. 68). A primeira suposição, do canal duplo, sugere que as pessoas possuem canais separados para processar estímulos auditivos e visuais. Tais sistemas até interagem, mas são essencialmente diferentes. A hipótese da capacidade limitada se refere ao limite na capacidade de processamento cognitivo que os seres humanos têm em cada um dos dois canais, sendo capazes de lidar apenas com certa quantidade de informações por vez. Outrossim, a hipótese do aprendizado ativo indica que o aprendiz deve estar envolvido em um processo cognitivo adequado, com engajamento, para que a aprendizagem ocorra. Esse processo abarca tanto a seleção de um material relevante, quanto sua subsequente organização mental em uma estrutura coerente e, finalmente, a integração e consolidação desse novo material com o conhecimento prévio do estudante.

Dessa forma, o desafio da instrução multimídia compreende trabalhar assertivamente o processamento de informação entre esses dois canais, o auditivo e o visual. Enquanto a instrução multimídia administra a quantidade e a qualidade das informações que são entregues de cada vez, suas premissas buscam dar condições para o adequado processamento cognitivo de um novo conhecimento.

Embora o objeto de estudo da TCAM tenha sido, originalmente, as apresentações multimídia, seus conceitos, definições e proposições podem ser aplicadas a outras instruções multimídia, como seria o caso de vídeos ou videoaulas. Para tal, também se considera aplicar os três objetivos que Mayer (2009) indicou como sendo de fundamental importância para os materiais multimídias voltados para a

aprendizagem e que devem ser observados durante a sua elaboração.

Esses objetivos, que visam à redução do processamento de conteúdo supérfluo e desnecessário, ao gerenciamento do entendimento essencial e à promoção do processamento criativo e gerador, inspiraram os doze princípios da TCAM, sistematizados em três grupos distintos, sendo:

Grupo A – dos princípios para reduzir o processamento desnecessário na memória sensorial, evitando a sobrecarga cognitiva: 1. coerência, 2. sinalização, 3. redundância, 4. proximidade espacial, 5. proximidade temporal;

Grupo B – dos princípios para favorecer o processamento essencial do material na memória de trabalho, possibilitando a integração com o conhecimento prévio: 6. segmentação, 7. conhecimento prévio, 8. modalidade;

Grupo C – dos princípios para favorecer o processamento gerador do material na memória de longo prazo, permitindo que a aprendizagem aconteça: 9. multimídia, 10. personalização, 11. voz, 12. imagem.

Para determinar a validade desses princípios, Mayer (2009) conduziu uma série de experimentos envolvendo testes de retenção e de transferência para medir a diferença média de desempenho entre os integrantes do grupo de teste e os integrantes do grupo de controle. Em seu método, foram utilizadas as premissas do Teste de Cohen (1988 *apud* MAYER, 2009, p. 54), que se utiliza das seguintes fórmulas para cálculo do efeito de cada princípio testado:

$d = \frac{x_1 - x_2}{s}$, onde x_1 é a média do grupo de teste e x_2 é a média do grupo de controle;

$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$, onde n_1 e n_2 são os números de sujeitos em cada grupo, e s_1 e s_2 representam os desvios padrões agrupados.

Essa maneira de medir o tamanho do efeito mostra-se particularmente favorável quando se deseja comparar uma série de dados experimentais obtidos a partir de testes e materiais diferentes, pois permite a utilização de uma métrica comum para conjuntos de dados diversos, facilitando significativamente a comparação de resultados variados (MAYER, 2009, p. 54). Segundo o Teste de Cohen, se um resultado for

maior ou igual que 0,8 o tamanho do efeito é considerado grande, se o resultado for menor que 0,8 e maior ou igual a 0,5 considera-se o tamanho do efeito como médio e, para um resultado menor que 0,5 e maior ou igual a 0,2, o tamanho do efeito é considerado pequeno. Resultados abaixo de 0,2 são desprezados. Nesse sentido, Mayer (2009, p. 54) considera que um método instrucional que obteve resultado 0,8 ou superior, ou seja, que possui um tamanho de efeito grande, está indicando uma relevância prática em associação à sua relevância estatística, pois tem um impacto bastante significativo no desempenho dos estudantes. O autor destaca ainda que, para lidar com muitas comparações experimentais acerca do mesmo método instrucional, optou por focar na mediana dos tamanhos de efeito. Ou seja, no tamanho do efeito que possui metade dos resultados acima dele e a outra metade dos resultados abaixo. Quando a mediana dos tamanhos do efeito possui um valor médio ou alto, existem razões para acreditar que aquele método instrucional é eficiente para a prática educacional.

Em síntese, a ideia central defendida por Mayer nesses princípios, segundo Cardoso (2014, p. 96), "é

que o aprendizado humano é otimizado quando o material didático apresenta informações que podem ser captadas por diferentes sentidos, por exemplo, a audição e a visão, e de forma simultânea". Fatores afetivos também devem ser levados em conta ao preparar um material de ensino, já que a personalização do material aproxima o estudante daquilo que é ensinado. No estudo realizado por Cardoso (2014) para analisar as videoaulas de álgebra, os doze princípios da TCAM foram aplicados sem que a métrica dessa teoria, ou seja, os tamanhos médios dos efeitos resultantes dos Testes de Cohen, tivessem sido considerados.

A Tabela 1 sumariza os resultados encontrados nos noventa e três experimentos realizados durante duas décadas de pesquisas, apresentando o tamanho do efeito mediano de cada um dos princípios da TCAM. Também mostra quantos testes foram realizados e quantos deles apresentaram resultados esperados, ou seja, confirmaram que a aplicação do princípio em questão de fato potencializou o aprendizado dos indivíduos.

Tabela 1 - Resumo dos resultados dos princípios para a Aprendizagem Multimídia

Princípio da TCAM	Tamanho Médio do Efeito (mediana)	Testes com o Resultado Esperado
I. Princípios para Reduzir o Processamento Supérfluo		
1. Princípio da Coerência	0,97	14 de 14
2. Princípio da Sinalização	0,52	5 de 6
3. Princípio da Redundância	0,72	5 de 5
4. Princípio da Proximidade Espacial	1,19	5 de 5
5. Princípio da Proximidade Temporal	1,31	8 de 8
II. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial		
6. Princípio da Segmentação	0,98	3 de 3
7. Princípio do Conhecimento Prévio	0,85	5 de 5
8. Princípio da Modalidade	1,02	17 de 17
III. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo		
9. Princípio da Exposição Multimídia	1,39	11 de 11
10. Princípio da Personalização	1,11	11 de 11
11. Princípio da Voz	0,78	3 de 3
12. Princípio da Imagem	0,22	5 de 5

Fonte: Adaptado de MAYER (2009)

3. Método adaptado e utilizado na investigação

Para investigar em que medida assistir às videoaulas de matemática disponíveis em um canal no YouTube pode contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos, foi necessário ponderar os índices de cada um dos doze princípios de maneira que os resultados

não ficassem deturpados, visto que Mayer (2009) testou isoladamente os princípios da TCAM em apresentações audiovisuais e analisou os resultados obtidos em separado. Diferentemente disso, foram estabelecidos índices de participação em relação a cada princípio, para depois testá-los em uma única videoaula, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Tabela Matriz de Índices da TCAM

Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia - TCAM	Tamanho médio do efeito	Índice relativo de cada princípio	Participação (%) de cada princípio
A. Princípios para Reduzir o Processamento Superfluo	4,71	0,42586	42,59%
1. Princípio da Coerência	0,97	0,08770	8,77%
2. Princípio da Sinalização	0,52	0,04702	4,70%
3. Princípio da Redundância	0,72	0,06510	6,51%
4. Princípio da Proximidade Espacial	1,19	0,10759	10,76%
5. Princípio da Proximidade Temporal	1,31	0,11844	11,84%
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	2,85	0,25769	25,77%
6. Princípio da Segmentação	0,98	0,08861	8,86%
7. Princípio do Conhecimento Prévio	0,85	0,07685	7,69%
8. Princípio da Modalidade	1,02	0,09222	9,22%
C. Princípios para Promover o Processamento Criador	3,28	0,31646	31,65%
9. Princípio Multimídia	1,39	0,12568	12,57%
10. Princípio da Personalização	1,11	0,10036	10,04%
11. Princípio da Voz	0,78	0,07052	7,05%
12. Princípio da Imagem	0,22	0,01989	1,99%
Total Geral:	11,06	1	100,00%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os princípios da TCAM foram codificados e sintetizados para facilitar o trabalho de observação das videoaulas e evitar interpretações equivocadas. Sendo assim, ficou estabelecido que a videoaula estaria respeitando os princípios da TCAM se: A1.Coerência (materiais supérfluos ou desnecessários não fossem mostrados); A2.Sinalização (existissem dicas de organização do conteúdo a ser apresentado); A3.Redundância (tivesse apenas gráficos e narração, em vez de gráficos, narração e texto impresso); A4.Proximidade espacial (palavras e figuras afins estivessem próximas, em vez de distantes umas das outras); A5.Proximidade temporal (palavras e figuras correspondentes fossem apresentadas ao mesmo tempo, e não em sucessão); B6.Segmentação (apresentasse o conteúdo segmentado, e não como uma unidade contínua, permitindo ao usuário controlar

o ritmo da aprendizagem); B7.Conhecimento prévio (os principais conceitos, definições e características do conteúdo fossem mostrados previamente); B8.Modalidade (tivessem gráficos e narração, em vez de gráficos e texto impresso); C9.Multimídia (empregasse recursos audiovisuais, que é o princípio fundamental da TCAM); 10.Personalização (usasse palavras informais, no estilo de uma conversa coloquial, e não em estilo formal); C11.Voz (as palavras fossem ditas por uma voz humana amigável, e não por uma máquina); C12.Imagem (a imagem do narrador aparecesse na tela, e não apenas sua voz em off).

Na primeira fase do processo de análise, a videoaula era assistida na íntegra e as características mais relevantes eram comentadas em voz alta e captadas por um gravador de celular. A seguir, esses comentários eram transcritos para o formulário de análise e, depois,

eram identificados qual ou quais princípios da TCAM estavam sendo desrespeitados na videoaula em questão e em que trechos isso ocorria. Os trechos selecionados eram novamente assistidos para a

identificação do nível de aderência da videoaula a um determinado princípio (insuficiente, muito baixo, baixo, médio), que depois eram convertidos em pontos (-10,-7,5, -5, -2,5).

Tabela 3 – Formulário para análise de videoaulas

Vídeoaula 01:	Índice TCAM:	
POLÊMICA: 80% das Pessoas Erram o Valor de $2+5 \times 3+4$ Expressão Numérica e PEMDAS	7,61	
A. Princípios para Reduzir o Processamento Supérfluo	7,76	
1. Princípio da Coerência	2,5	
2. Princípio da Sinalização	10	
3. Princípio da Redundância	10	
4. Princípio da Proximidade Espacial	10	
5. Princípio da Proximidade Temporal	7,5	
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	5,18	
6. Princípio da Segmentação	2,5	
7. Princípio do Conhecimento Prévio	2,5	
8. Princípio da Modalidade	10	
C. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo	9,37	
9. Princípio Multimídia	10	
10. Princípio da Personalização	10	
11. Princípio da Voz	10	
12. Princípio da Imagem	0	
Observações sobre a classificação dos princípios da TCAM	Código	Pontos
Informações supérfluas no início do vídeo (polêmica, burburinho).	A1	-2,5
Texto grande em vermelho acima e abaixo do conteúdo, com uma interrogação, exibido durante todo o vídeo.	A1	-2,5
Conceitos completamente pertinentes ao tema, como parênteses, chaves, colchetes, a ordem em que se faz as operações são explicadas às pressas, no meio do vídeo e da explicação, violando de forma grave o princípio do treinamento prévio.	B7	-7,5
O narrador "encaixa" no meio da explicação de como fazer, como estaria errado se fosse feito de outra forma, desenvolvendo a expressão a partir do erro antes de finalizar a demonstração do raciocínio correto, exigindo esforço extra da memória de trabalho do aluno enquanto ele aguarda o fechamento da linha de raciocínio principal da questão.	A5	-2,5
	A1	-2,5
O vídeo praticamente não oferece chances boas de pausa para o aluno assimilar uma parte do raciocínio antes que seja dado o próximo passo e em nenhum momento sugere que isso seja feito.	B6	-7,5
Não há imagem do narrador.	C12	-10

Fonte: Elaborado pelas autoras

Ao submeter uma videoaula para análise segundo os princípios da TCAM, supôs-se que a videoaula teria uma pontuação máxima e que, conforme algum princípio fosse sendo desrespeitado, seus pontos iam sendo subtraídos. Na fase seguinte, ocorria a digitação dos pontos recebidos por cada princípio em uma planilha

com fórmulas para ponderar os valores e calcular a pontuação final adquirida pela videoaula, conforme exemplo da Tabela 3.

No total, foram analisadas as vinte videoaulas mais populares de um canal de videoaulas de matemática do YouTube, que originaram a Tabela 4:

Tabela 4 – Classificação das Videoaulas por Grau de Aderência

Princípios da TCAM	Aderência	Grupo A	Coerência	Simulação	Redundância	Prox. Espacial	Prox. Temporal	Grupo B	Segm. de tempo	Contraste de cor	Modelagem	Grupo C	Multimídia	Personalização	Voz	Imagem
Videoaula 10	10,00	10,00	10	10	10	10	10	10,00	10	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 17	10,00	10,00	10	10	10	10	10	10,00	10	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 09	9,75	9,79	9	10	10	10	10	9,36	9	9	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 08	9,62	10,00	10	10	10	10	10	8,51	10	5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 11	9,59	10,00	10	10	10	10	10	8,39	7,5	7,5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 12	9,58	10,00	10	10	10	10	10	9,14	7,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 16	9,36	10,00	10	10	10	10	10	8,28	5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 18	9,36	10,00	10	10	10	10	10	8,28	5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 14	9,32	9,45	10	5	10	10	10	8,28	5	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 15	9,17	10,00	10	10	10	10	10	6,79	5	5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 05	9,14	10,00	10	10	10	10	10	7,42	2,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 06	9,13	10,00	10	10	10	10	10	7,02	10	0	10	9,69	10	10	10	5
Videoaula 07	9,12	8,97	5	10	10	10	10	8,28	5	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 19	8,73	8,46	2,5	10	10	10	10	8,39	7,5	7,5	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 13	8,70	8,97	5	10	10	10	10	7,42	2,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 20	8,70	7,39	0	5	10	10	10	9,25	10	7,5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 02	8,61	9,49	7,5	10	10	10	10	6,04	5	2,5	10	9,53	10	10	10	2,5
Videoaula 04	8,41	7,18	0	10	5	10	10	9,25	10	7,5	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 03	8,33	8,93	7,5	5	10	10	10	5,30	5	0	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 01	7,61	7,76	2,5	10	10	10	7,5	5,18	2,5	2,5	10	9,37	10	10	10	0

Fonte: Elaborado pelas autoras

Esses dados parecem ser bastante significativos se for levado em conta que pontuações acima de 7,5 foram consideradas como tendo uma alta aderência ao princípio, pelos valores para conversão de grau em pontuação.

Na amostra analisada, as treze primeiras videoaulas obtiveram índice de aderência nove e dez pontos, colocando esses valores médios na faixa de alta aderência aos princípios da TCAM. As sete videoaulas restantes, apesar de terem obtido pontuação abaixo de 9,0, foram classificadas com um bom grau de aderência. Das videoaulas analisadas, nenhuma ficou abaixo do índice de 7,5.

A planilha de controle das pontuações, com a discriminação dos pontos obtidos em cada princípio pelas videoaulas analisadas, facilitava uma visão geral do comportamento das videoaulas quando submetidas

aos doze princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, de Richard Mayer (2009). Além dos valores absolutos de aderência a certo princípio e dos valores médios por grupo de princípios, a planilha calculava a média geral das vinte videoaulas. Esses valores foram comparados através da tabela 5:

Tabela 5 – Relação das médias obtidas com a análise das 20 videoaulas

Princípios da TCAM	Média
A. Princípios para Reduzir o Processamento Superflúo	9,32
1. Princípio da Coerência	7,45
2. Princípio da Sinalização	9,25
3. Princípio da Redundância	9,75
4. Princípio da Proximidade Espacial	10,00
5. Princípio da Proximidade Temporal	9,88
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	8,03
6. Princípio da Segmentação	6,70
7. Princípio do Conhecimento Prévio	7,20
8. Princípio da Modalidade	10,00
C. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo	9,71
9. Princípio Multimídia	10,00
10. Princípio da Personalização	10,00
11. Princípio da Voz	10,00
12. Princípio da Imagem	5,38
Nível Total de Aderência da Videoaula aos Princípios:	9,11

Fonte: Elaborado pelas autoras

Em relação às médias, cinco princípios obtiveram pontuação máxima. No caso do princípio da proximidade espacial, no qual a proximidade de palavras e imagens facilitaria a memória de trabalho e evitaria o esforço de retenção da imagem, existia total sincronicidade entre a narração e as imagens que iam aparecendo ao longo da videoaula.

Similarmente, o princípio da voz infere que existem maiores chances de aprendizagem quando o material multimídia exposto é narrado em uma voz humana amigável, e não por uma voz computadorizada, e o princípio da personalização, que diz que as pessoas aprendem melhor a partir de apresentações multimídia quando as palavras são apresentadas de maneira informal, em tom de conversa, ao invés de uma apresentação formal, foram totalmente atendidos nas videoaulas analisadas. Em outras palavras, a voz utilizada nas videoaulas é do próprio narrador, e não uma voz mecanizada ou robotizada. Também o modo de narração empregado é informal, adotando um tom de conversa coloquial.

De modo equivalente, o princípio da modalidade manteve a pontuação máxima, o que pode ser compreendido facilmente, a partir do estilo das videoaulas de matemática do Canal MatemáticaRio. Nelas, as imagens são acompanhadas exclusivamente de palavras narradas, ou seja, em formato sonoro, descarregando assim as informações do canal visual para o canal auditivo, liberando o sistema visual para processar com muito mais eficiência o que está sendo transmitido. Complementa esse princípio, o princípio multimídia, que afirma que as pessoas aprendem melhor a partir de palavras e imagens do que apenas a partir de palavras, possibilitando a construção de um

modelo mental visual rico em conexões com o modelo mental sonoro e integrados entre si.

Em seguida, percebeu-se que o princípio da proximidade temporal manteve a pontuação alta, provavelmente devido à simultaneidade na apresentação de palavras e figuras correspondentes, presente em praticamente todas as vinte videoaulas. Outro princípio que manteve sua pontuação alta foi o princípio da redundância. Uma explicação para justificar esse resultado poderia estar embasada na premissa assumida no início dessa análise, de que as fórmulas, símbolos e conectores usados na matemática foram considerados como imagens e somente quando havia uma palavra ou expressão escrita, esse registro era considerado como texto impresso. Assim, também a boa pontuação auferida ao princípio da sinalização pode estar significando que o material multimídia analisado era bem organizado no que se refere à inserção de dicas e indicações ao longo das videoaulas.

Não tão bem pontuados assim estavam os princípios da coerência e do conhecimento prévio. Ambos não obtiveram o grau de aderência desejado, tendo em vista que, na maioria das videoaulas, são adicionadas informações irrelevantes à aprendizagem do tema principal em si. Em geral, as videoaulas iniciam com uma chamada, informação sobre o canal, pedido de inscrição ou de curtidas, propaganda da plataforma MatemáticaRio, ou mesmo brincadeiras ou piadinhas.

Embora esse estilo seja a marca registrada do canal, ele não se limita aos momentos iniciais da videoaula. Além disso, também foram encontrados materiais supérfluos ao longo das videoaulas analisadas. Por outro lado, em algumas videoaulas, foi observado que era deixada uma lacuna em relação a realizar um treinamento prévio tal que o usuário se familiarizasse com os nomes e as características dos principais elementos a serem ensinados. Mais abaixo em termos de aderência das videoaulas, está o princípio da segmentação, revelando a necessidade de existirem alternativas para que sejam feitas pausas na videoaula de acordo com o ritmo de cada um.

Por fim, mas tão importante quanto os princípios discutidos acima, está o princípio da imagem. Ele afere à imagem do narrador a motivação para aprender com o material multimídia, no caso, com as videoaulas de matemática. A pontuação baixa se refere à existência de praticamente a metade das videoaulas analisadas gravadas sem a imagem do narrador, em formato de quadro-negro, ou apenas exibindo suas mãos. Essas videoaulas, em que eram visualizadas somente as mãos do narrador, tiveram diminuídas as pontuações referentes ao princípio da coerência, pois os gestos das

mãos em cima das explicações do conteúdo causavam bastante distração.

Outras observações que podem ser retiradas da tabela anterior dizem respeito aos grupos de princípios, sendo que a menor média ficou com o grupo dos princípios para gerenciar o processamento essencial, que são aqueles que mais influenciaram na média final das videoaulas. Talvez, a alta aderência das videoaulas aos princípios para promover o processamento criativo seja a principal responsável pelo sucesso do canal. Essa suposição pode indicar o quanto é importante, para o sucesso de uma videoaula, respeitar os princípios da personalização, da voz e da imagem, além do próprio princípio multimídia, obviamente. No caso do Canal MatemáticaRio, nesse grupo de princípios, apenas o princípio da imagem não obteve pontuação máxima.

Essa análise parece ser bastante significativa se for levado em conta que pontuações acima de 7,5 foram consideradas como tendo uma alta aderência ao princípio, pelos valores para conversão de grau em pontuação. No caso das treze primeiras videoaulas, que estão entre nove pontos e o máximo de dez pontos, os valores médios conquistados encontram-se na faixa de aderência alta, bem como as sete videoaulas restantes, apesar de terem obtido pontuação entre 7,5 e 9,0, também foram classificadas com um alto grau de aderência.

Considerou-se, então, ser possível afirmar que, quanto mais adequados estiverem os materiais multimídia utilizados como mediadores de processos educativos, mais chances de uma aprendizagem significativa ser efetivada. Lembrando, porém que, assim como Mayer (2009) alerta, os materiais multimídia podem ser apenas facilitadores da aprendizagem. Apenas por atender aos princípios da TCAM, não se pode afirmar que a aprendizagem se efetive de forma significativa, pois existem muitas outras variáveis envolvidas nesse processo.

4. Análise dos Dados

Algumas observações que dizem respeito aos valores obtidos após a pontuação dos princípios relativos aos Grupo A, B e C podem ser retiradas da Tabela 5, pois verifica-se, por exemplo, que as menores médias obtidas pertencem ao grupo de princípios para gerenciar o processamento essencial (Grupo B). Esses são os princípios usados para avaliar se os conteúdos da videoaula estavam segmentados de tal forma que permitisse ao usuário controlar o ritmo da aprendizagem; se os principais conceitos e definições da videoaula haviam sido mostrados previamente, pois entende-se que as pessoas aprendem melhor quando

já sabem os nomes e as características dos principais conceitos antes de conhecer mais detalhes; e, se a videoaula possuía figuras e narração, em vez de figuras e texto impresso, visto que as pessoas aprendem melhor com imagens e textos falados do que com imagens e textos escritos.

Pode-se inferir que a preocupação em favorecer o processamento essencial, isto é, o processamento responsável por representar o material na memória de trabalho possibilitando a integração com o conhecimento prévio, poderia ser mais bem valorizada na elaboração das videoaulas de matemática analisadas. A baixa aderência aos princípios desse grupo pode ocasionar uma sobrecarga no processamento essencial, restando poucos recursos cognitivos para realizar o processamento gerador, responsável por organizar e integrar as representações mentais produzidas.

Já as médias de pontuação dos princípios do Grupo A, que visam reduzir o processamento supérfluo, ou desnecessário, evitando sobrecarga cognitiva, ficaram um pouco acima devido às videoaulas que conseguiram atingir o máximo de pontos. A maior parte dos princípios desse grupo foi respeitada e observa-se boa sinalização, com a qual as pessoas aprendem melhor quando a organização do material é explicitada, pois o aprendiz poderia ser guiado ao que é essencial, favorecendo a organização; quase nenhuma redundância, onde a presença de legendas implicaria em sobrecarga do canal visual, o que não ocorreu na maioria das videoaulas; e, praticamente, total contiguidade espacial/temporal, cujos princípios afirmam que as pessoas aprendem melhor quando tanto as palavras e as imagens correspondentes estão espacialmente próximas, e quando as palavras e as imagens correspondentes aparecem ao mesmo tempo, facilitando o estabelecimento de conexões entre as informações verbais e visuais.

Ainda nessa análise constatou-se que o princípio da coerência foi o mais desrespeitado na elaboração de quase metade das videoaulas investigadas. Esse princípio indica que as pessoas aprendem melhor quando informações desnecessárias são suprimidas. Palavras, títulos, links externos, figuras, emojis, sons, ruídos, músicas e outros códigos, quando não são essenciais para a compreensão do conteúdo tornam-se supérfluos e impedem, ou dificultam, que um determinado conteúdo seja efetivamente estudado e compreendido.

Por fim, verificou-se uma alta aderência das videoaulas analisadas aos princípios do Grupo C, que buscam promover o processamento criativo. Talvez essa seja a principal característica das videoaulas de

matemática disponibilizadas pelo canal e responsável por seu sucesso entre o público consumidor de videoaulas. Essa suposição parece indicar o quanto é importante, para o sucesso de uma videoaula junto aos usuários do YouTube, respeitar os princípios da personalização, da voz e da imagem, além do próprio princípio multimídia, obviamente. É fato que essas vinte videoaulas de matemática foram produzidas pelo proprietário do canal que, como um professor de matemática, possui um estilo próprio e pouco varia suas práticas letivas. Sendo assim, entende-se ser mais provável que novidades tecnológicas sejam incorporadas às gravações, modificando o padrão do material multimídia, ao invés de haver grandes alterações no método de ensino ou no formato pedagógico.

Pelo fato de serem gratuitas e possuírem uma interface amigável e intuitiva, as videoaulas podem acabar se tornando iscas atrativas, especialmente, para aqueles que pertencem à geração dos chamados nativos digitais (PRESNKY, 2001a, 2001b), seu consumo até pode parecer confortável e familiar, compensando as lacunas deixadas pelo sistema escolar (SIBILIA, 2012). Dessa forma, a opção de usar videoaulas para se estudar conteúdos de matemática, em um primeiro momento, surge como poderosa e eficiente. Contudo, por estarem hospedadas na rede social YouTube, sua utilização pode apresentar desvantagens.

O YouTube é uma plataforma que tem seus próprios critérios de difusão dos seus conteúdos, com parâmetros definidos a partir de seu algoritmo e sua dinâmica. A maioria desses processos métricos, comuns nas redes sociais intrínsecas à atual sociedade em rede (CASTELLS e CARDOSO, 2005), nada têm a ver com a eficiência de uma videoaula na efetivação da aprendizagem, quando mediada por esse tipo de recurso multimídia. Ou seja, a dinâmica característica de redes sociais, em especial do YouTube, pode estar comprometendo a qualidade de uma instrução multimídia quando seus algoritmos recomendam videoaulas com maior popularidade, no lugar de videoaulas com maior aderência aos princípios da TCAM (MAYER, 2009), por exemplo. Além disso, a necessidade de atratividade estética, títulos apelativos, abordagem de conteúdos através de assuntos polêmicos, paródias, utilização de caixa alta e emojis para chamar a atenção, citando apenas alguns exemplos presentes nas vinte videoaulas de matemática analisadas nesse recorte, podem desviar a atenção do internauta para itens não coerentes com o estudo adequado de conteúdos de matemática.

As práticas daqueles usuários que atuam na produção de conteúdo mostraram estar sob a influência

de tais aspectos. Ao se tornarem youtubers, professores proprietários de canais no YouTube e outros profissionais passam a ser empreendedores de si mesmos. A partir desse instante, passam a se preocupar com a autopromoção, com o crescimento do canal, com monetização, propagandas, entre outras ações de venda e marketing de produtos, no caso de videoaulas. Possivelmente, a qualidade pedagógica do material por ele produzido poderá diminuir.

Enfim, deve-se ressaltar que o nível de aderência das videoaulas aos princípios da TCAM foi avaliado, exclusivamente, a partir da videoaula em si, desde o momento em que ela se inicia até o momento em que ela termina. Desse modo, não foram considerados outros elementos presentes no YouTube que podem impactar de maneira significativa a eficiência do emprego dessa plataforma como principal ferramenta de estudo. O caminho feito pelo usuário até a seleção de uma videoaula coloca em cena outros fatores. Afinal, como qualquer rede social virtual, o YouTube oferece uma verdadeira profusão de possíveis fontes de distração e de conteúdos supérfluos, colocando o usuário a um clique de uma gama quase infinita de vídeos de puro entretenimento, sem nenhum valor educacional.

5. Considerações Finais

Essa pesquisa corrobora com a tese de que assistir videoaulas para estudar conteúdos de matemática dependerá do grau de aderência da videoaula selecionada aos princípios da TCAM para se concretizar. Nesse sentido, existem potencialidades, mas também limitações, tanto na produção de videoaulas de matemática, quanto na seleção de videoaulas para consumo individual ou em práticas pedagógicas. Ou seja, quanto mais atraente e apelativa for a videoaula para os internautas, mais os princípios da TCAM parecem ser desrespeitados e menores as chances de a videoaula contribuir para o estudo efetivo de conteúdos de matemática.

A partir dos resultados dessa investigação, foi possível afirmar que, quanto mais adequados estiverem os materiais multimídia utilizados como mediadores de processos educativos, mais chances de um estudo efetivo que pode se desdobrar em uma aprendizagem significativa ser concretizada. Todavia, considera-se que, assim como os materiais multimídia, as videoaulas de matemática disponíveis no YouTube podem ser apenas facilitadoras da aprendizagem. Somente por atender aos princípios da TCAM não se pode afirmar que a aprendizagem se concretize de forma

significativa, pois existem muitas outras variáveis envolvidas nesse processo.

Por fim, espera-se que essa proposta de método para aplicação dos princípios da TCAM, cujo principal objetivo é possibilitar a análise de videoaulas, possa servir de inspiração para outras pesquisas sobre a produção e o consumo de videoaulas de matemática no YouTube ou, ainda, para contribuir teoricamente com os estudos acerca da aprendizagem multimídia.

Referências

ALLOCCA, Kevin. Videocracy: how YouTube is changing the world. Londres: Bloomsbury, 2018. 335 p.

BURGUESS, Jean; GREEN, Joshua. YouTube: digital media and society series. 2 ed. Cambridge: Polity Press, 2018. 191p.

CARDOSO, Valdinei Cezar. Ensino e aprendizagem de álgebra linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. 2014. 205f. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

CASTELLS, Manoel. A Sociedade em Rede: do conhecimento à política. In: CASTELLS, Manoel.; CARDOSO, Gustavo. (Orgs.). A Sociedade em Rede: do conhecimento à ação política. Conferência promovida pelo Presidente da República no Centro Cultural de Belém. Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005. p. 17-30. Disponível em: <http://escoladeredes.net/group/bibliotecamanuelcastells> Acesso em 21 jun. 2021.

CASTELLS, Manoel; CARDOSO, Gustavo. (Orgs.). A Sociedade em Rede: do conhecimento à ação política. Conferência promovida pelo Presidente da República no Centro Cultural de Belém. Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005.

CHRISTENSEN, Christian. YouTube: the evolution of media? [online]. In: Screen Education – New Literacies. v. 45, 2007, p. 36-40. Disponível em: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=805148727785584;res=IELHSS>. Acesso em: 27 mai 2018.

CRICK, Matthews. Learning in YouTube: what else is happening in the online universe of pets and pop stars? In: _____. Power, Surveillance, and Culture in YouTube's Digital Sphere. Nova Jersey: William Paterson University, 2016. 317 p. cap. 9, p. 243-269.

LANGE, Patricia G. Kids on YouTube: Technical identities and digital literacies. São Francisco, Califórnia: Left Coast, 2014. 271 p.

MAYER, Richard E. Multimedia learning. 2 ed. Nova Iorque: Cambridge, 2009. 304 p.

PRENSKY, Mark. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001a. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>. Acesso: em 04 jun. 2019.

PRENSKY, Mark. Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: do they really think differently?. On the Horizon, v. 9, n. 6, p.1-6, 2001b. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>. Acesso em: 04 jun. 2019.

SIBILIA, Paula. Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012. 224 p.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 61-73

Gislandya Suelly Bandeira Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

gislandya.silva@alunos.ufersa.edu.br

Mileno Alexandre Barbosa Epifânio

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

mileno.epifanio@alunos.ufersa.edu.br

Gabriel Caldas Barros e Sá

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

gabriel.sa@ufersa.edu.br



PORTO ALEGRE

RIO GRANDE DO SUL

BRASIL

Recebido em: junho de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

Desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio do ensino-aprendizagem dos métodos numéricos

Development of an application to assist the teaching-learning process of numerical analysis

Resumo

No Brasil, alunos de 15 a 16 anos possuem média de conhecimento abaixo do nível 2 em matemática, o que posiciona o país em 58º lugar entre os 65 analisados pelo PISA, refletindo também a dificuldade de alunos de universidades em cursos de ciências exatas. O uso de ferramentas computacionais pode ajudar professores e alunos a obter melhores resultados, principalmente na área de análise numérica. Com base nisso, esta produção acadêmica visa desenvolver uma toolbox, denominada "Toolbox Raízes das funções", que pode realizar o processo de resolução de questões utilizando os métodos de Newton-Raphson, Secante e Bisseção, que consiga demonstrar passo a passo da solução e gráfico do método, além de ser totalmente desenvolvido em português, visando auxiliar o processo de ensino-aprendizagem em cursos de análise numérica. A toolbox foi disponibilizada para todos os usuários no MATLAB Central File Exchange.

Palavras-chave: Métodos numéricos. Toolbox. Newton-Raphson. Bisseção. Secante.

Abstract

In Brazil, students aged 15 to 16 years old have the average knowledge below level 2 in mathematics, which ranks the country in 58th among the 65 analyzed by PISA, also reflecting the difficulty of students in universities in exact sciences courses. The use of computational tools might be able to help teachers and students achieve better results, especially in the numerical analysis field. Based on this, this academic production aims to develop a toolbox, called "Toolbox Raízes das funções" for MATLAB which can carry out the resolution process for questions using the Newton-Raphson, Secant and Bisection methods, which can demonstrate the step-by-step solution and graph of the method, as well as being entirely developed in Portuguese in order to assist the teaching-learning process in numerical analysis courses. The toolbox was then made available to all users in MATLAB Central File Exchange.

Keywords: Numerical methods. Toolbox. Newton-Raphson. Bisection. Secant.

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e advento da internet, as ferramentas computacionais têm se mostrado cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Se tratando do ensino, em especial na área das ciências exatas e tecnológicas, isso não é diferente. No entanto, ainda existem grandes barreiras a serem vencidas no uso da tecnologia associada ao ensino (VALENTE, 2002; VIEIRA et al., 2019).

No Brasil, existem algumas dificuldades nas jornadas traçadas pelos estudantes do ensino superior, onde algumas causas são a falta de tempo para estudo pela necessidade de trabalhar, a visualização de perspectivas futuras, condições sociais, situação financeira e também a formação básica deficiente (G1, 2018; NEVES, 2016). Essas dificuldades se tornam ainda maiores nas disciplinas de exatas, onde os alunos trazem esse déficit de conhecimento ainda do ensino básico, sendo exemplo a análise realizada por Corso e Dorneles (2010) com 79 alunos matriculados entre a 3ª e 6ª série do ensino fundamental, onde a maior dificuldade constatada se deu na matemática. Já no ensino médio, segundo o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), os alunos brasileiros de 15 e 16 anos estão abaixo do nível 2 em conhecimentos matemáticos, classificando o país na classificação 58 dos 65 países analisados (G1, 2018).

Como consequência, isso reflete diretamente na evasão no ensino superior, como na USP (Universidade de São Paulo), onde os cursos de exatas apresentaram em média 79,88% de evasão entre os anos de 1998 e 2008, enquanto entre 2009 e 2014, segundo o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), os cursos de Engenharia Metalúrgica e Engenharia Mecânica registraram uma taxa de evasão próxima de 90% e 60%, respectivamente (NEVES, 2016; SACCARO; FRANÇA; JACINTO 2019; HOED, 2016).

Dentro dos cursos das ciências exatas, geralmente existem componentes curriculares nas áreas de física, cálculo, química e programação, sendo uma dessas disciplinas o Cálculo Numérico (também chamada de Análises Numéricas ou Métodos Numéricos), que objetiva estudar as técnicas numéricas para a obtenção de soluções aproximadas para problemas reais (CUNHA; CASTRO, 2010; FERNANDES et al., 2019). No curso de Engenharia Elétrica da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), entre 2010 e 2017, 25,86% dos alunos matriculados foram reprovados ou realizaram o trancamento do componente, assim como possuíam uma probabilidade de evasão do curso de 72% após o discente ser reprovado na disciplina (ARAÚJO; ALVES, 2018).

Uma das formas de amenizar essa dificuldade é o uso de ferramentas computacionais, que objetivam diminuir a forma sistemática passiva do ensino tradicional, sendo uma mudança associada a popularização das TIC's (Tecnologias da Informação e Comunicação) e utilização da sala de aula invertida, do inglês, flipped classroom, permite que o instrutor libere o estudante para realizar a parte tradicional (também chamado de aprendizagem passiva) por meio de assuntos teóricos antes das aulas, normalmente em casa por meio de palestras ou similares, otimizando e destinando o tempo em sala de aula para atividades práticas do desenvolvimento previamente estudado, aumentando a aprendizagem ativa durante a vida acadêmica (ZABALA; PARKER; VIEIRA, 2017; LUCKE; KEYSNER; DUNN 2013).

Um dos exemplos de um programa computacional que pode ser utilizado é o MATLAB, uma plataforma destinada a análise de dados, desenvolvimento de algoritmos e criação modelos matemáticos, existindo até a opção de adição de extensões, chamadas de toolbox (MATLAB, 2021).

Há ferramentas criadas exclusivamente para o auxílio dos métodos numéricos, como o Derive, que foi descontinuado em 2007 e Mc ToolBox Raízes, desenvolvido para resolução dos métodos da Bisseção, Secante, Newton-Raphson e Iteração Linear, porém sem apresentar o passo a passo da resolução (MARIANI; PETERS, 1998; MOURA, 2017; DERIVE, 2012). Entretanto, há uma pequena quantidade de ferramentas disponíveis em português que conseguem auxiliar os estudantes na resolução dos métodos numéricos, não apenas apresentando a solução, mas também o desenvolvimento das soluções.

Tendo em vista a problemática abordada, a principal pergunta que norteia esse estudo é: como a comunidade acadêmica pode mudar a aprendizagem passiva durante a disciplina de análises numéricas?

O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma toolbox no software MATLAB, intitulada "Toolbox Raízes das Funções", para resolução de problemas utilizando os métodos da Bisseção, Newton-Raphson e Secante, totalmente em português, e que consiga auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina em questão, sendo uma ferramenta capaz de apresentar o passo a passo da resolução, bem como os seus respectivos gráficos, e que será disponibilizada ao público em geral.

Para desenvolver a ferramenta e decidir quais métodos serão implementados, foi realizada uma pesquisa prévia na literatura e ferramentas livres, e, em seguida, através da ferramenta App Designer do MATLAB, a aplicação foi desenvolvida de forma satisfatória, atingindo os objetivos propostos.

O presente artigo está organizado em seis seções, incluindo introdução, em seguida são apresentação de trabalhos relacionados, referencial teórico, materiais e métodos, resultados e as considerações finais.

2. Trabalhos relacionados

No trabalho realizado por Paulista et al. (2018) foi desenvolvido a ferramenta RaizCalc, que utiliza a linguagem C para calcular o zero das funções polinomiais via método da Bisseção, mostrando seu respectivo gráfico e passo a passo. Moura (2017) realiza uma abordagem de criação de uma toolbox para resolução dos métodos da Bisseção, Secante, Newton-Raphson e Iteração Linear, exibindo seus respectivos gráficos.

Santos (2018b) realizou o cálculo do método da bisseção na linguagem de programação Python e Valadares (2016) aplicou os métodos Nehton-Raphson, Ponto Fixo, Falsa Posição Modificada, Falsa Posição, Bisseção e Secante no software GNU Octave, medindo seus respectivos esforços computacionais em diversas funções teste.

Os trabalhos nessa seção não demonstram o passo a passo da resolução (MOURA, 2017), não implementaram os métodos de Newton-Raphson e Secante (PAULISTA et al., 2018; SANTOS, 2018b) ou apenas comparam o esforço computacional dos métodos (VALADARES, 2016). Baseado nisso, esta produção acadêmica visa desenvolver uma ferramenta para realizar os cálculos dos zeros das funções, aplicando os métodos da Bisseção, Newton-Raphson e da Secante, trazendo como diferenciais em relação aos trabalhos relacionados a implementação dos três métodos no MATLAB, a apresentação do passo a passo da resolução e dos gráficos.

3. Referencial Teorico

3.1 Métodos Numéricos

A preocupação e necessidades relacionadas a contagem numérica foi desenvolvida nas civilizações antigas, sendo destaque os egípcios, babilônicos, maias, chineses e romanos, onde cada um desenvolveu uma maneira que mais se adequava as suas necessidades próprias. Posteriormente, foi necessário a padronização dos sistemas de contagem devido ao comércio, sendo escolhido o sistema de numeração indo-arábico, também conhecido como sistema decimal posicional (LEITE, 2013; OLIVEIRA, 2008; OGLIARI; ILKIU; RODAKIEWSKI, 2014; RODRIGUES, 2013).

Atualmente, os métodos numéricos são descritos

como a transformação de um problema real em uma formulação matemática, utilizando uma técnica que proporciona que sua resolução seja possível via operações aritméticas e lógicas, podendo ser referida também como matemática computacional, pois é muito aplicada no processo de resolução de problemas nos computadores digitais (ZULYADAINI, 2020; CHAPRA; CANALE, 2013).

Um exemplo de aplicação dos métodos numéricos é na resolução de sistemas lineares, que devem satisfazer diferentes equações ao mesmo tempo, podendo ser representado na forma $Ax = b$. Duas das técnicas que podem ser utilizadas na resolução desse tipo de situação é a Eliminação de Gauss, que transforma um sistema linear em uma matriz triangular superior equivalente, e fatoração LU, visando a decomposição da matriz A em um produto de n fatores (RUGGIERO; LOPES, 1997; FRANCO, 2006).

Existe a resolução de métodos numéricos pela interpolação, que tem como objetivo interpolar uma função $f(x)$ para se obter outra função $g(x)$. Essa necessidade pode surgir em diversas situações, como, por exemplo, onde há somente valores numéricos da função ou ainda quando a função de estudo possui uma diferenciação ou integração considerados difíceis de resolver, podendo essa técnica ser classificada entre polinomial ou inversa (LOBÃO, 2012).

A resolução de métodos numéricos também pode ocorrer pela integração numérica, que pode ser aplicada quando as funções não apresentam uma expressão analítica primitiva ou alto grau de complexidade. Nessas situações, as regras dos Trapézios e de $1/3$ de Simpson podem ser utilizadas no processo de resolução do problema estudado (RUGGIERO; LOPES, 1997).

Para exemplificar sua utilização em diversas áreas da sociedade, existem estudos no planejamento de caminhos auxiliando o controle de movimentos dos veículos (ROALD, 2015), detonações celulares bidimensionais em curvas de tubos lisos (LI; REN; NING, 2013), maximização da receita líquida pela frequência de limpezas em módulos de energia fotovoltaica (KHATCHATOURIAN; TRETER, 2021), lógica fuzzy na avaliação econômica financeira (ALBUQUERQUE; MESTRIA; MUNIZ, 2021), análise de vigas (MOREIRA et al., 2014) e aplicações voltadas ao conforto veicular (VILELA, 2010).

Os métodos numéricos abordados nesse artigo são referentes as técnicas utilizadas para calcular os zeros das funções reais, como descrito na subseção 3.2.

3.2 Zeros das funções reais

Algumas funções detêm de fórmulas explícitas de simples resolução que retornam os valores das raízes desejadas, como é o caso das equações de segundo grau. Entretanto, para funções mais robustas, a resolução analítica pode ser custosa e complexa, podendo até mesmo não possuir solução direta. Contudo, podemos utilizar métodos numéricos iterativos que são capazes de apresentar aproximações dos resultados reais sobre um espaço unidimensional k (FRANCO, 2006; RUGGIERO; LOPES, 1997; DELLAJUSTINA et al., 2014).

Moraes, Silva e Silva (2020) descreve que os métodos são classificados em dois grupos, diretos ou iterativos. Os diretos são aqueles que, após um número de operações, conseguem direcionar o sistema estudado para uma solução exata, enquanto os iterativos produzem uma sequência de vetores x^k que, com uma determinada precisão, realiza o processo de convergência por meio da aproximação (OLIVEIRA, 2020; OLIVEIRA, 2019).

Para o processo de obtenção dos valores utilizados nos zeros das funções, são necessários dois passos essenciais: isolamento e refinamento. Durante o isolamento, é preciso localizar o intervalo que contém a raiz, utilizando a análise teórica e gráfica da função $f(x)$, enquanto o refinamento tem como objetivo melhorar a aproximação inicial de maneira sucessiva, até atingir a precisão desejada, fazendo uso de critérios de parada e métodos como Bisseção, Newton-Raphson e Secante (CAMPOS, 2007; RUGGIERO; LOPES, 1997; PIRES, 2015).

Dentre os métodos numéricos iterativos para o cálculo dos zeros das funções reais, este trabalho aborda o da Bisseção, Newton-Raphson e Secante, que serão apresentados nos tópicos 3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4, respectivamente.

3.2.1 Critérios de Parada

Os métodos numéricos são capazes de encontrar aproximações dos valores reais. Se tratando do cálculo dos zeros das funções, faz-se necessário determinar quando há convergência do valor calculado, para isso são utilizados os critérios de parada. Caso o critério não seja satisfeito, pode-se dizer que não existe aproximação que satisfaça as condições impostas e, então, a execução do método é interrompida (RUGGIERO; LOPES, 1997).

Matematicamente, os critérios podem ser definidos e representados pela análise do valor da função, erro absoluto, erro relativo e limites do intervalo, conforme as Equações (I), (II), (III) e (IV), respectivamente. Porém,

como os métodos são implementados computacionalmente, faz-se necessário que além dos critérios matemáticos, o número máximo de iterações desejadas também seja definido como um critério de parada, a fim de reduzir o esforço computacional (RUGGIERO; LOPES, 1997).

Os critérios de parada são relacionados com a tolerância ϵ , que é um valor determinado de acordo com o problema. Os métodos abordados neste trabalho são iterativos e necessitam das informações acerca dos valores a e b , que corresponde ao intervalo inicial e final, respectivamente. Assim, a cada iteração, esses valores irão ser atualizados, correspondendo as variáveis x_i e x_{i-1} (RUGGIERO; LOPES, 1997; FRANCO, 2006).

$$|f(x_i)| < \epsilon \quad (I)$$

$$|x_i - x_{i-1}| < \epsilon \quad (II)$$

$$\frac{x_i - x_{i-1}}{x_i} < \epsilon \quad (III)$$

$$\frac{b-a}{2} < \epsilon \quad (IV)$$

3.2.2 Método de Newton-Raphson

Também conhecido como método das tangentes, esse modelo matemático foi proposto no século XVII em uma junção das pesquisas de Isaac Newton, publicada em seu livro "Método de Fluxões", e Joseph Raphson. Entretanto, o método de Joseph é considerado mais simples e, com as contribuições de Newton, o mesmo se tornou apto a ser utilizado em qualquer função real conhecida, se tornando um trabalho mútuo de ambas personalidades (SANTOS et al., 2018a).

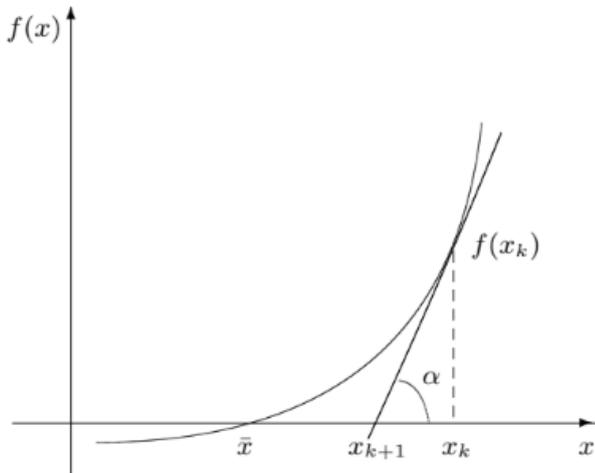
Esse método é entendido como um aprimoramento particular para o método do Ponto Fixo, permitindo a aproximação para a solução de uma função não linear a partir de um valor inicial, utilizando gradientes para conseguir gerar uma sequência de valores até que a aproximação almejada seja alcançada (SOUSA JÚNIOR et al., 2014; JI et al., 2014; SOUZA et al., 2018; Macleod, 1984; FRANCO, 2006). Desse modo, cada valor de x é uma aproximação para a raiz da função escolhida, obtido através da Equação (V), assim como mostra a Figura 1.

$$x_{k+1} = x_k + \frac{f(x_k)}{f'(x_k)} \quad (V)$$

Onde $f(x)$ é a função, $f'(x)$ representa sua respectiva derivada, x_k a aproximação da anterior da raiz e x_{k+1} a aproximação atual da raiz. No entanto, as desvantagens desse método são a necessidade de se conhecer a derivada da função e o fato da mesma ter que possuir um valor não-nulo. Apesar disso, esse método é um dos

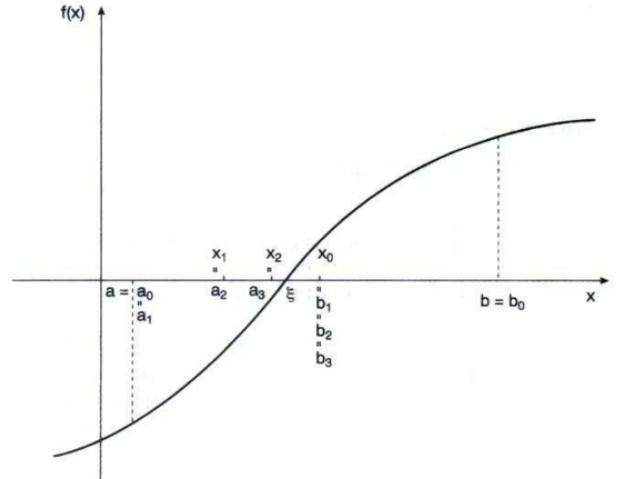
mais indicados para calcular os zeros das funções reais (RUGGIERO; LOPES, 1997).

Figura 1 – Representação gráfica do método de Newton-Raphson



Fonte: Franco (2006).

Figura 2 – Representação gráfica do método da Bisseção



Fonte: Ruggiero e Lopes (1997).

Entretanto, uma das desvantagens do método da Bisseção é a possível geração grande esforço computacional quando comparado com outros métodos numéricos (RUGGIERO; LOPES, 1997).

3.2.3 Método da Bisseção

O método da Bisseção é baseado no Teorema de Valor Imediato, garantindo a existência de uma solução para $f(x) = 0$ no intervalo escolhido, desde que a função seja contínua nesse intervalo e satisfaça a expressão $f(a)f(b) < 0$, que é conhecido como Teorema de Cauchy. Para isso, faz-se uso da redução do intervalo que contem a raiz, levando em consideração a divisão dos limites superior e inferior ao meio sucessivas vezes, enquanto não atingir a quantidade máxima de interações requeridas, encontrar o valor da raiz ou satisfazer o critério de parada especificado (NASCIMENTO, 2015).

Matematicamente, Ruggiero e Lopes (1997) descreve que é necessário definir os valores iniciais de x_k e x_{k+1} e que, no primeiro momento, representam o ponto inicial e final respectivamente, bem como o critério de parada desejado. A partir desse momento, o novo x_k é calculado sucessivamente de acordo da Equação (VI), sendo esse processo realizado até que $f(x_k) = 0$, onde x_k é a aproximação da raiz de $f(x)$, até que o critério de parada seja satisfeito ou o número máximo de iterações seja atingindo, como demonstra visualmente a Figura 2.

$$x_k = \frac{x_k + x_{k+1}}{2} \quad (VI)$$

3.2.4 Método da Secante

Visando contornar a limitação da necessidade de derivação do método de Newton-Raphson, pode-se usar o método da Secante, que substitui a derivada pela utilização das retas secantes da função, também conhecido como quociente da diferença (SOUZA et al., 2020; LOPES et al., 2018), conforme Equação (VII).

$$f'(x_k) \cong \frac{f(x_k) - f(x_{k-1})}{x_k - x_{k-1}} \quad (VII)$$

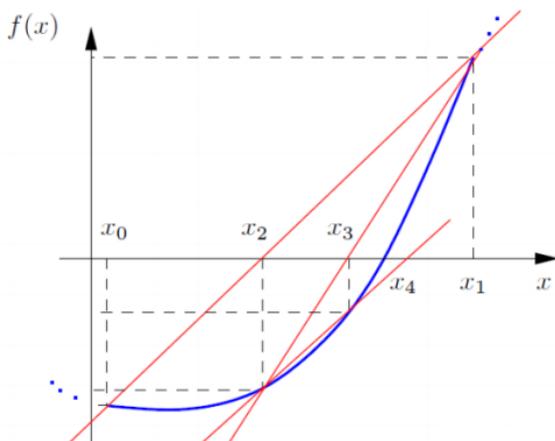
Onde x_k e x_{k-1} são duas aproximações para a raiz x e $f'(x_k)$ representa a aproximação para os valores aplicados na função (FRANCO, 2006). Com isso, aplicando a Equação (V) em (VII), obtém-se a formulação matemática para o método da Secante, como mostra a Equação (VIII), sendo necessário definir o intervalo, onde os seus extremos são os dois valores iniciais para x_k e x_{k-1} para, então, iniciar o cálculo da raiz a partir desse método (RUGGIERO; LOPES, 1997).

$$x_{k+1} \approx \frac{x_{k-1} * f(x_k) - f(x_{k-1}) * x_k}{f(x_k) - f(x_{k-1})} \quad (VIII)$$

Essa execução desse método é bastante similar ao método da Bisseção, mas obtendo sua convergência super linear ≈ 1.168 , relacionando-se com as retas secantes da função. Para resolução, é necessário definir o critério de parada e o intervalo x_0, x_1 (TEIXEIRA; SILVA,

2018; RUGGIERO; LOPES, 1997). A Figura 3 apresenta uma representação gráfica do funcionamento do método da Secante.

Figura 3 – Representação gráfica do método da Secante



Fonte: Ruggiero e Lopes (1997).

4. Materiais e Métodos

Para implementar computacionalmente os métodos descritos, são necessárias algumas informações, sendo eles o número máximo de interações (N), a tolerância (t), x_0 e x_1 , que são os valores inicial e final, respectivamente, ou ainda o valor inicial (x), no caso do método de Newton-Raphson, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Informações solicitadas em cada método

Método	Variáveis
Newton-Raphson	N, t, x
Bisseção	N, t, x_0, x_1
Secante	N, t, x_0, x_1

Fonte: Autor(es).

Inicialmente, foram entendidos os algoritmos que implementam os métodos numéricos baseados em Ruggiero e Lopes (1997), desenvolvido pelos autores. As Figura 4, 5 e 6 apresentam os pseudocódigos referentes aos métodos da Bisseção, Newton-Raphson e da Secante, respectivamente.

Para implementá-los, foi utilizado o MATLAB na versão R2020a, assim como App Designer, que é uma ferramenta do supracitado software para a criação de extensões computacionais no formato .mlapp. Por fim, após o desenvolvimento do aplicativo contendo a interface gráfica e a implementação dos métodos, a

toolbox foi criada a partir da funcionalidade package toolbox, do MATLAB, que permite unificar aplicativos, scripts e demais arquivos em uma ferramenta única para execução do usuário final.

Figura 4 – Algoritmo para implementação do método da Bisseção

```

Algoritmo "metodo_Bissecao"

entradas
  N: inteiro // numero maximo de iteracoes
  x0, x1: real // intervalo
  t: real // tolerancia
saidas
  xk: real // raiz
inicio
  i=0
  enquanto i <= N faca
    xk = (x0 + x1)/2
    se (f(xk) == 0 OU (x1-x0)/2 < t) entao
      // raiz encontrada
      interrompa
    fimse
    se f(x0)*f(x1) < 0 entao
      x1 = xk
    senao
      x0 = xk
    fimse
    i = i + 1
  fimenquanto
  se i > N entao
    // nao foi possivel encontrar a raiz
  fimse
fimalgoritmo

```

Fonte: Adaptado de Ruggiero e Lopes (1997).

Figura 5 – Algoritmo para implementação do método da Newton-Raphson

```

Algoritmo "metodo_Newton_Raphson"

entradas
  N: inteiro // numero maximo de iteracoes
  x: real // estimativa inicial
  t: real // tolerancia
saidas
  xk: real // raiz
inicio
  i=0
  enquanto i <= N faca
    xk = x - f(x)/f'(x)
    se (abs((x-xk)/xk) < t) entao
      // raiz encontrada
      interrompa
    fimse
    x = xk
    i = i + 1
  fimenquanto
  se i > N entao
    // nao foi possivel encontrar a raiz
  fimse
fimalgoritmo

```

Fonte: Adaptado de Ruggiero e Lopes (1997).

Figura 6 – Algoritmo para implementação do método da Secante

```

Algoritmo "metodo_Secante"

entradas
    N: inteiro      // numero maximo de iteracoes
    x0, x1: real    // intervalo
    t: real         // tolerancia

saidas
    xk: real        // raiz

inicio
    i=0
    enquanto i <= N faca
        xk = (x0*f(x1) - x1*f(x0))/(f(x1)-f(x0))
        se (abs((xk-x1)<t) entao
            // raiz encontrada
            interrompa
        fimse
        x0 = x1
        x1 = xk
        i = i + 1
    fimenquanto
    se i > N entao
        // nao foi possivel encontrar a raiz
    fimse
fimalgoritmo
    
```

Fonte: Adaptado de Rugierro e Lopes (1997).

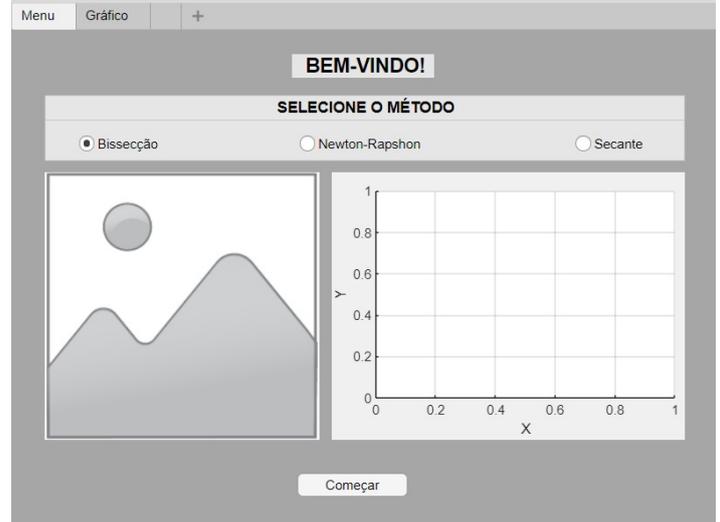
5. Resultados e Discussões

A partir dos métodos aplicados, a ferramenta, que foi disponibilizada gratuitamente para acesso da comunidade pela plataforma *MATLAB Central File Exchange*¹, onde estão disponíveis tanto o aplicativo quanto o código fonte, foram divididas em três guias, sendo elas a tela inicial, a guia referente aos métodos e a guia para exibição dos gráficos. Na tela inicial, o usuário se depara com a possibilidade de escolher entre um dos três métodos implementados: Bisseção, Newton-Raphson e Secante, onde, ao selecionar uma opção, um texto e um gráfico informativos são exibidos, conforme a Figura 7. Após selecionar o método desejado, o usuário pode clicar no botão **COMEÇAR**, que o redireciona para a segunda guia da ferramenta.

A segunda guia, referente aos métodos, solicita ao usuário diferentes entradas de acordo com o método selecionado, além de permitir que o usuário informe qual critério de parada deseja utilizar. A guia também apresenta os botões **CALCULAR**, que executa o método selecionado e busca a raiz da função informada, exibindo o passo a passo da resolução e os resultados em forma de tabela; **GRÁFICO**, que redireciona o usuário para a terceira guia, e **LIMPAR**, que deve ser selecionado cada

vez que o usuário deseje informar novos dados de entrada. Na segunda guia há ainda os botões **EXPANDIR TABELA**, que expande a tabela para a terceira guia, e **VOLTAR PARA O MENU**, que redireciona o usuário para a tela inicial. A Figura 8 ilustra a segunda guia.

Figura 7 – Tela inicial da ferramenta



Fonte: autor(es).

Caso o usuário clique em **EXPANDIR TABELA**, os resultados tabulados serão exibidos em uma tabela, denominada **TABELA EXPANDIDA**, exibindo cada iteração realizada pela ferramenta, onde interface da guia irá variar de acordo com o método escolhido. A Figura 09 demonstra a tela visualizada para o método de Newton-Raphson, demonstrando a quantidade de iteração, e as variáveis de x_n , $f(x_n)$, x_0 , $f(x_0)$, derivada da função e o erro escolhido.

Figura 8 – Segunda guia da aplicação



Fonte: autor(es).

¹<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/89584-raizes-das-funcoes-toolbox>

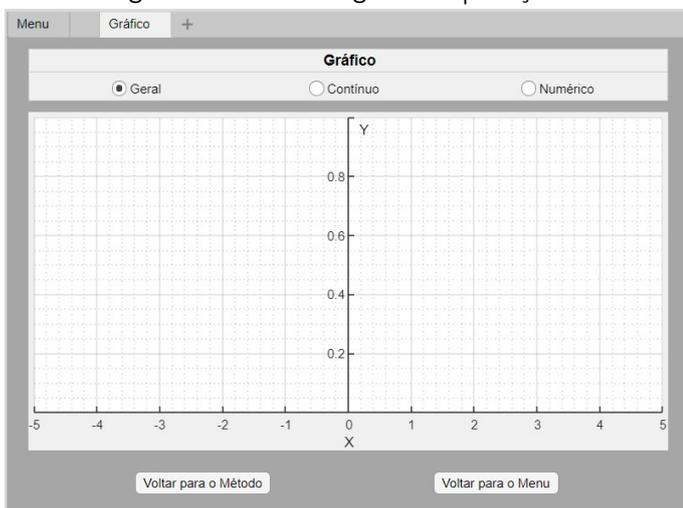
Figura 9 – Tabela expandida para o método de Newton-Raphson

Iteração	Xn	f(Xn)	x0	f(x0)	Derivada	erro

Fonte: autor(es).

A terceira guia é referente aos gráficos das funções utilizadas, conforme a Figura 10, com três opções de visualização: Contínuo, exibindo o gráfico analítico da função e raiz calculada; Numérico, exibindo o gráfico dentro do intervalo inicial informado, bem como a raiz; ou Geral, exibindo tanto o gráfico numérico quanto o contínuo. O botão **VOLTAR PARA O MÉTODO** permite que o usuário retorne à segunda guia, enquanto **VOLTAR PARA O MENU** o redireciona para a tela inicial.

Figura 10 – Terceira guia da aplicação



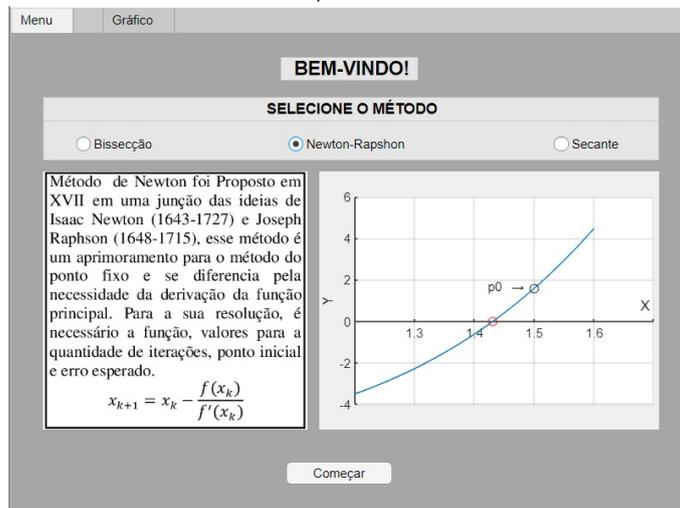
Fonte: autor(es).

3.1 Newton-Raphson

Se o usuário escolher o método de Newton-Raphson, a tela mostrada será igual a Figura 11 e a segunda guia solicitará os valores necessários. É importante frisar que o usuário não precisa inserir a derivada da função, pois a ferramenta realiza a derivação. Com isso, a Figura 12

apresenta um exemplo de tela utilizando a função $x^5 - 6$, uma tolerância de 0.01 e o critério de parada "análise do valor da função", no máximo 5 iterações e 1.5 como o valor de x .

Figura 11 – Primeira guia do método de Newton-Raphson



Fonte: autor(es).

Figura 12 – Segunda guia do método de Newton-Raphson

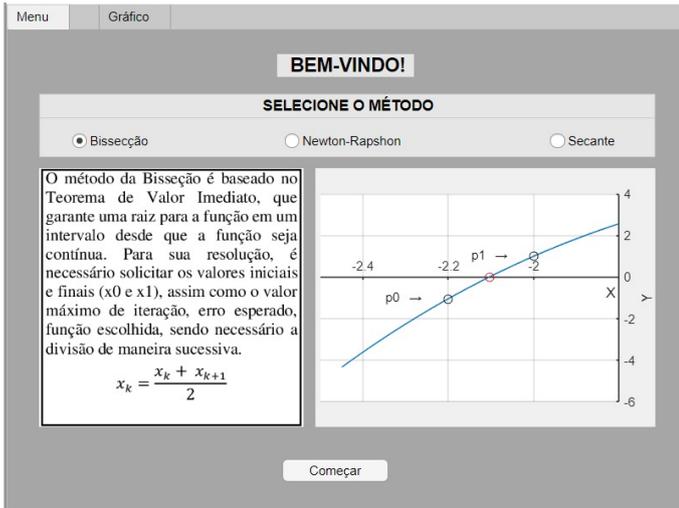


Fonte: autor(es).

3.2 Bisseção

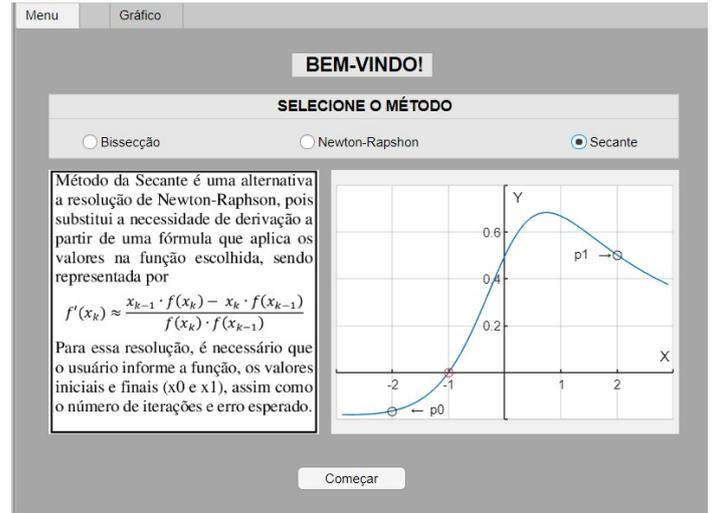
Quando o método da Bisseção for selecionado na primeira guia, conforme Figura 13, a segunda guia irá solicitar o valor para x_1 . Logo, considerando os mesmos dados demonstrados no método de Newton-Raphson para a função, tolerância, número de iterações, critério de parada e atribuindo x_0 como 1.2 e x_1 como 1.5, obtém-se a resolução demonstrada na Figura 14.

Figura 13 – Primeira guia do método da Bisseção



Fonte: autor(es).

Figura 15 – Primeira guia do método da Secante



Fonte: autor(es).

Figura 14 – Segunda guia do método da Bisseção



Fonte: autor(es).

Figura 16 – Segunda guia do método da Secante



Fonte: autor(es).

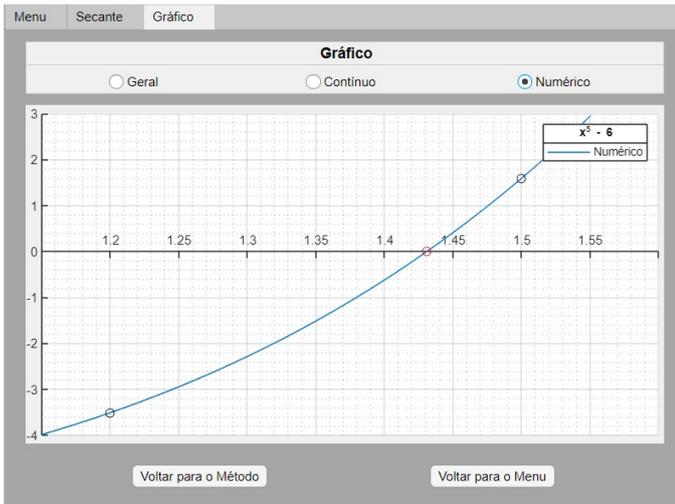
3.3 Secante

Caso seja escolhido o método da Secante na primeira guia, como demonstra a Figura 15, a segunda guia é atualizada e a ferramenta solicita as mesmas variáveis do método da Bisseção. Portanto, para efeitos de cálculos, serão considerados os mesmos valores atribuídos durante o cálculo para o método da Bisseção, como demonstra a Figura 16.

3.4 Gráficos para as funções

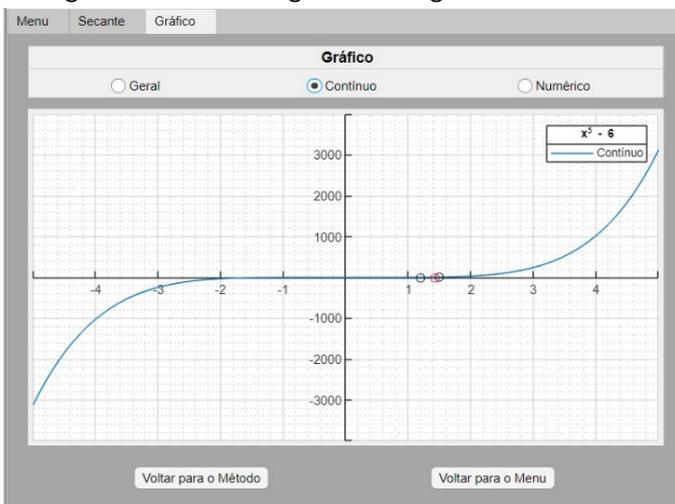
Ao selecionar a terceira guia da ferramenta, o gráfico da função utilizada será apresentado. Para a função de $x^5 - 6$, a Figura 17 exibe o gráfico contínuo, contendo as raízes e intervalo selecionado e a Figura 18 e apresenta o gráfico numérico, com foco no intervalo e na raiz calculada, respectivamente e a Figura 19 apresenta o gráfico geral, que exibe o contínuo e numérico.

Figura 17 – Terceira guia com o gráfico numérico



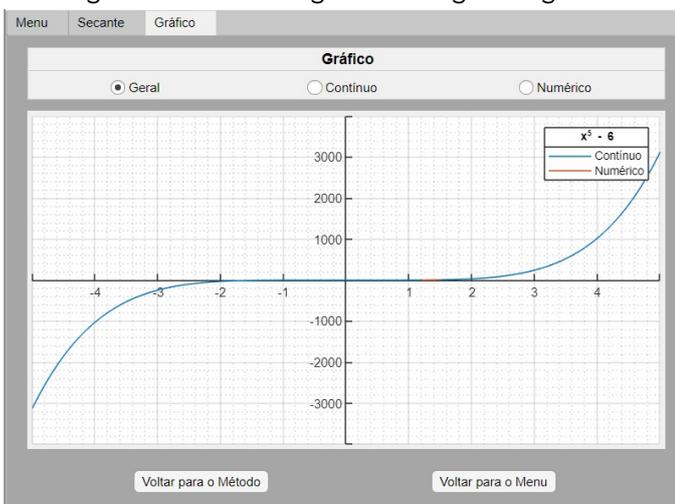
Fonte: autor(es).

Figura 18 – Terceira guia com o gráfico contínuo



Fonte: autor(es).

Figura 19 – Terceira guia com o gráfico geral



Fonte: autor(es).

5. Considerações Finais

Motivado pela pouca diversidade de ferramentas em português que auxiliem os discentes no processo de ensino aprendizagem da disciplina de cálculo numérico, este trabalho buscou desenvolver uma toolbox no MATLAB, denominada "Toolbox Zeros das Funções" voltada a resolução dos métodos numéricos da Bisseção, de Newton-Raphson e da Secante, que fosse totalmente em português e que exibisse o passo de passo de resolução e os seus gráficos.

Os resultados mostram que a ferramenta foi desenvolvida e satisfaz seu objetivo, tendo em vista que a mesma foi capaz implementar os métodos e realizar as funcionalidades estabelecidos neste trabalho e auxiliar no uso em sala de aula, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais ativo. A ferramenta foi disponibilizada na plataforma de compartilhamento de arquivos da MathWorks, a MATLAB Central File Exchange.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o refinamento dos gráficos, a implementação de mais métodos numéricos, tais como métodos de interpolação, solução de sistemas lineares, integração numérica e equações diferenciais ordinárias, bem como testes da ferramenta em sala de aula com a finalidade de validar a mesma no que diz respeito a melhoria do processo de ensino aprendizagem na disciplina de métodos numéricos.

Referências

ALBUQUERQUE, Karine T. de; MESTRIA, Mário; MUNIZ, Pablo R. Otimização da frequência de manutenção preventiva de limpeza em módulos fotovoltaicos maximizando a receita líquida. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos 2020**, [S.L.], p. 1-6, 15 ago. 2020. Sbabra. <http://dx.doi.org/10.48011/sbse.v1i1.2484>.

ARAÚJO, Isabella Carolina; ALVES, Sandy Pinheiro. **Avaliação do desempenho acadêmico dos estudantes de graduação: Engenharia elétrica**. 2018. Disponível em: https://www.ufmg.br/prograd/arquivos/docs/RelatGrad/2018/avalDesempenhoEstudantesGrad_Pre_sencial/EngenhariaEletrica. Acesso em: 09 abr. 2021.

CAMPOS, F.F., **Algoritmos Numéricos**, Rio de Janeiro: LTC, 2.ed., 2007.

CHAPRA, Steven C. **Métodos Numéricos Aplicados com MATLAB® para Engenheiros e Cientistas-3**. AMGH Editora, 2013.

CORSO, Luciana Vellinho; DORNELES, Beatriz Vargas.

Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática. *Rev. psicopedag.*, São Paulo, v. 27, n. 83, p. 298-309, 2010. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862010000200015&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 10 abr. 2021.

CUNHA, Francisco Gêvane Muniz; CASTRO, Jânio Kléo de Sousa. **Cálculo Numérico**. Fortaleza: UAB/IFCE, 2010. 163 p.

DELLAJUSTINA, Fernanda Jaiara et al. The Hidden Geometry of the Babylonian Square Root Method. *Applied Mathematics*, v. 5, n. 19, p. 2982, 2014.

DERIVE. University of Hawaii, 2012. Disponível em: <<http://math.hawaii.edu/wordpress/derive/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FERNANDES, Amunike Jorge Moreira et al. APLICAÇÃO DE MÉTODOS NUMÉRICOS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA ECONÔMICA. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 10, n. 1, 2019.

FRANCO, Neide Maria Bertoldi. **Cálculo Numérico**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. 520 p.

G1. **Como superar as dificuldades em disciplinas exatas e garantir bons resultados**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/so-exatas/noticia/2018/08/27/como-superar-as-dificuldades-em-disciplinas-exatas-e-garantir-bons-resultados.ghtml>. Acesso em: 08 abr. 2021.

HOED, Raphael Magalhães. **Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de computação**. 2016. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Computação Aplicada, Departamento de Ciência da Computação, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Ji, Zhanglong et al. Differentially private distributed logistic regression using private and public data. *BMC medical genomics*, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2014.

KHATCHATOURIAN, Oleg; TRETER, Jaciara. Aplicação da lógica fuzzy para avaliação econômico-financeira de cooperativas de produção. *JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag. (Online)*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 141-162, 2010. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-17752010000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em 11abr. 2021. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752010000100006>.

LEITE, Claudécio Gonçalves. **A construção histórica dos sistemas de numeração como recurso didático para o Ensino Fundamental I**. 2014. 52 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014.

LI, Jian; REN, Huilan; NING, Jianguo. Numerical application of additive Runge-Kutta methods on detonation interaction with pipe bends. *International Journal Of Hydrogen Energy*, Miami, v. 38, n. 21, p. 9016-9027, jul. 2013.

LOBÃO, D. C. **Introdução aos Métodos Numéricos**. Universidade Federal Fluminense - UFF. Volta Redonda, p. 160. 2012. (Ci - 202).

LOPES, Modesto Valci Moreira et al. Comparativo entre os Métodos de Newton, Secante e Müller Aplicados a Raízes de Funções Polinomiais. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 6, n. 2, 2018.

LUCKE, Terry; KEYSNER, Ulrike; DUNN, Peter. The use of a Classroom Response System to more effectively flip the classroom. In: **2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2013. p. 491-495.

MACLEOD, Allan J. A generalization of Newton-Raphson. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 15, n. 1, p. 117-120, 1984.

MARIANI, V. C.; PETERS, Sérgio. Utilização do Software Derive no Ensino de Cálculo Numérico. *Revista Exatas*, Chapecó, v. 02, n.02, p. 37-49, 1998.

MATLAB. **What is Matlab?** 2021. Disponível em: <https://www.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html>. Acesso em: 08 abr. 2021.

MORAIS, Erikosn; SILVA, Iara; SILVA, Felipe. Estudo Comparativo entre a Implementação Sequencial e Paralela dos Métodos Gauss-Jacobi e Gauss-Seidel. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação*, [S. l.], v. 18, n. 2, 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/reic/article/view/1713>. Acesso em: 11 abr. 2021. DOI:

10.5753/reic.2020.1713

MOREIRA, S. et al. Análise de vigas laminadas utilizando o natural neighbour radial point interpolation method. **Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería**, v. 30, n. 2, p. 108-120, 2014.

MOURA, Allison de Sousa. **Uma ferramenta computacional para ensino-aprendizagem de métodos numéricos**. 2017. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Matemática Computacional, Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

NASCIMENTO, Demilson Antônio. **Métodos para Encontrar Raízes Exatas e Aproximadas de Funções Polinomiais até o 4º Grau**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
NEVES, Thiago José Galvão das. Causas da evasão de alunos nos cursos de graduação presencial da UFPE. 2016.

OGLIARI, Cassiano Roberto Nascimento; ILKIU, Luciana Graciele; RODAKIEWSKI, Paula (org.). **O PROFESSOR PDE E OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANENSE**, 2010. Paraná: Cadernos Pde, 2014. 01 v.

OLIVEIRA, Daniela Santos. **Números e sistemas de numeração**. Trabalho de Conclusão Curso (Especialização) - Programa de Pós-Graduação "Lato Sensu" em Matemática, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena, SP, 2008.

OLIVEIRA, Estefanie Rayane Silva de. **Resolução de sistemas lineares complexos por meio do método da eliminação de gauss**. 2020. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

OLIVEIRA, Paulo César Rodrigues. **Métodos numéricos para solução de sistemas de equações lineares utilizando o Matlab**. 2019. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Arraias, 2019.

PAULISTA, Cássio Rangel et al. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA SOLUÇÃO NUMÉRICA DE EQUAÇÕES POLINOMIAIS: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR. **Revista Mundi Engenharia**,

Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782), v. 3, n. 2, 2018.

PIRES, Augusto de Abreu. **Cálculo Numérico: prática com algoritmos e planilhas**. São Paulo: Atlas, 2015. 224 p.

ROALD, Ann Louise. **Path Planning for Vehicle Motion Control Using Numerical Optimization Methods**. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master Of Science In Cybernetics And Robotics, Department Of Engineering Cybernetics, Norwegian University Of Science And Technology, Trondheim, 2015.

RODRIGUES, Aroldo Eduardo Athias. **Sistemas de Numeração: Evolução Histórica, Fundamentos e Sugestões para o Ensino**. 2013. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Matemática, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarem, 2013.

RUGGIERO, Márcia A. Gomes; LOPES, Vera Lúcia da Rocha. **Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais**. Makron Books do Brasil, 1997.

SACCARO, Alice; FRANÇA, Marco Túlio Aniceto; JACINTO, Paulo de Andrade. Fatores Associados à Evasão no Ensino Superior Brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 49, n. 2, p. 337-373, 2019.

SANTOS, Dheiver. **APLICAÇÕES DOS MÉTODOS DA BISSEÇÃO E FALSA POSIÇÃO PARA ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ALGORÍTIMO EM PYTHON**. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 1, p. 149, 2018b.

SANTOS, Janio Cesar Alencar dos. **O MÉTODO DE NEWTON-RAPHSON NA SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO $2x = x^2$: uma motivação para o estudo da existência de logaritmo de números negativos**. 2018. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Matemática, Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018a.

SOUSA JÚNIOR, José de Alencar de et al. Mathematical modeling applied to the growth of tilapia in net cages in the sub middle of the São Francisco River. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 1001-1011, 2014.

SOUZA, Quezia Emanuely de Oliveira et al. Comparativo entre os Métodos da Secante, de Newton e de Newton Utilizando Derivada Numérica. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 7, n. 1, 2020.

SOUZA, Quézia Emanuely de Oliveira. **Comparativo entre os métodos de Newton-Raphson e das raízes múltiplas no cálculo de raízes de funções**. 2018. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

TEIXEIRA, Thiago; SILVA, Iara. Método do Formigueiro para Encontrar os Zeros de Funções Reais. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, v. 16, n. 4, 2018.

VALADARES, Dalton Cézane Gomes et al. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS ITERATIVOS DE RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES NÃO LINEARES IMPLEMENTADOS NO OCTAVE. In: **I Simpósio de Métodos Numéricos em Engenharia**. 2016.

VALENTE, José Armando. Uso da internet em sala de

aula. **Educar em revista**, n. 19, p. 131-146, 2002.

VIEIRA, Héliida Vasques Peixoto et al. O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1 ESP, p. 125-138, 2019.

VILELA, Daniel. **Aplicação de métodos numéricos de otimização ao problema conjunto da dirigibilidade e conforto veicular**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Controle e Automação Mecânica) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/T.3.2010.tde-20082010-153319. Acesso em: 2021-04-11.

ZABALA, Francisco José Correa; PARKER, Heidi E.; VIEIRA, Camilo. Implementing an active learning platform to support student learning in a numerical analysis course. In: **2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2017. p. 1-6.

ZULYADAINI, Z. Development of teaching materials in numerical methods. **Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology**, v. 8, n. 1, p. 28-38, 27 mar. 2020.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 74-85

Geovane Duarte Pinheiro

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

dgeovane@gmail.com

Emanuelli Pereira

Universidade Estadual do Centro-Oeste
do Paraná

emanueliw@gmail.com

Clodis Boscarioli

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

boscarioli@gmail.com

Leonardo Sebastian Guillermo Felipe

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

leogui27@yahoo.com.br

E-book como objeto de aprendizagem de funções lineares utilizando Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais

*E-book as an object for learning linear functions
using Mathematical Modeling and Digital
Technologies*

Resumo

Neste artigo, apresentamos um e-book interativo como objeto de aprendizagem de funções lineares elaborado para conter diferentes tecnologias digitais para explanação do conteúdo e problematizado por meio da Modelagem Matemática. O e-book foi aplicado, no contexto de ensino remoto decorrente da pandemia da COVID-19, a estudantes de cinco turmas que fizeram avaliação de seus aspectos pedagógicos e digitais. A produção de dados se deu a partir de respostas a um questionário analisadas numa abordagem quantitativa e qualitativa, revelando que o e-book se mostrou adequado em seus elementos constituintes. Além disso, infere-se que as tecnologias digitais aliadas à Modelagem Matemática podem tornar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática mais dinâmico, contextualizado e atrativo aos alunos.

Palavras-chave: E-book Interativo. Funções Lineares. Modelagem Matemática. Tecnologias Digitais na Educação.

Abstract

In this paper we present an interactive e-book as a learning object for linear functions, designed to contain different digital technologies to explain the content and problematized through Mathematical Modeling. The e-book was applied, in the context of remote teaching resulting from the COVID-19 pandemic, to students from five classes who evaluated their pedagogical and digital aspects. The production of data took place from the answers to a questionnaire analyzed in a quantitative and qualitative approach, revealing that the e-book proved to be adequate in its constituent elements. In addition, it is inferred that digital technologies combined with Mathematical Modeling can make the teaching and learning process of Mathematics more dynamic, contextualized, and attractive to students.

Keywords: Interactive E-book. Linear Functions. Mathematical Modeling. Digital Technologies in Education.



PORTO ALEGRE

**RIO GRANDE DO SUL
BRASIL**

Recebido em: junho de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

1. Introdução

No currículo escolar, a Matemática é vista como componente essencial para o desenvolvimento pleno da cidadania, conforme Brasil (2006). Nessa concepção, cabe ao professor trabalhar conteúdos que promovam a contextualização de problemas do cotidiano dos alunos, permitindo que possam entender as múltiplas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, contribuindo com a formação de indivíduos autônomos, críticos e conscientes de seu exercício de cidadania. A esse respeito, (SKOVSMOSE, 2013, p. 34) evoca que: (i) Deveria ser possível para os estudantes perceber que o problema é de importância. Isto é, o problema deve ter relevância subjetiva para os estudantes. Deve estar relacionado a situações ligadas às experiências deles; (ii) O problema deve estar relacionado a processos importantes na sociedade; (iii) De alguma maneira e em alguma medida, o engajamento dos estudantes na situação-problema e no processo de resolução deveria servir como base para um engajamento político e social (posterior).

É perceptível um caráter crítico explícito da Educação Matemática, preocupada com a formação de sujeitos capazes de exercer sua cidadania com competência crítica e reflexiva. Este mesmo autor ressalta a importância de que os alunos aprendam sobre atividades “reais” de construção de modelos matemáticos, oportunizando investigarem detalhes diversos em um modelo que, de fato, tem implicações sociais importantes; e exemplifica, afirmando que “[...] devemos entender como decisões (econômicas, políticas, etc.) são influenciadas pelos processos de construção de modelos matemáticos”; e acrescenta, resumindo os aspectos principais de um objeto de ensino e aprendizagem, (SKOVSMOSE, 2013, p. 40): (i) O material tem a ver com um modelo matemático real; (ii) O modelo tem a ver com atividades sociais importantes na sociedade; (iii) O material desenvolve um entendimento do conteúdo matemático do modelo, mas esse conhecimento, mais técnico, não é a meta. A meta é desenvolver um *insight* sobre as hipóteses integradas ao modelo, e assim desenvolver um entendimento dos processos (por exemplo, processos de decisão) na sociedade.

Skovsmose (2013) propõe ainda o aprender e ensinar Matemática com responsabilidade social, preocupando-se não somente com o conhecimento, mas também com sua aplicação e implicações sociais, e espera que a Educação Matemática dê condições para que o sujeito aprenda ao que se refere a diferentes competências, para que saiba lidar e aplicar as noções matemáticas em diferentes contextos, e reflita sobre

essas aplicações, tendo também condições de se reconhecer e agir como cidadão crítico.

Nessa compreensão, convém discutir metodologias para o ensino da Matemática com vistas a possibilitar uma aprendizagem contextualizada, em que os estudantes possam desenvolver essas competências e consigam compreender os conceitos matemáticos em diversas situações do dia a dia. A Modelagem Matemática como metodologia para o ensino da Matemática vem ao encontro desses entendimentos. Para (ALMEIDA E SILVA, 2017, p. 203): “A Modelagem Matemática diz respeito a uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não matemática. Em linhas gerais, uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita em termos de uma situação inicial – problema a ser investigado – e uma situação final – modelo matemático que serve para descrever, representar e, em alguns casos, prever aspectos associados ao problema. Considerando a natureza contextual de atividades desse tipo, conhecimentos matemáticos e não matemáticos podem ser construídos ou reconstruídos.”

Bassanezi (2002) defende que a Modelagem Matemática é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com aproximações da realidade, ou seja, que estamos sempre elaborando sobre representações de um sistema ou parte dele. Neste sentido, a Modelagem Matemática torna-se aliada ao processo de ensino e aprendizagem por permitir desenvolver problemas voltados à realidade do aluno, facilitando a aquisição das habilidades matemáticas e tecnológicas, promovendo envolvimento, reflexão e ação.

Por outro lado, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) apresentam exemplos de atividades de Modelagem Matemática agregadas ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que neste artigo denominaremos de apenas Tecnologias Digitais (TD). Os autores apontam que há sinergia entre essas tecnologias e a Modelagem Matemática no contexto educacional, com a utilização de *softwares*, internet, comunicação via rede, simulações, entre outros. Numa atividade de Modelagem com o uso de TD “as possibilidades de experimentação e investigação podem ser otimizadas, viabilizando a realização de simulações e previsões” (MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS, 2011). Esses autores argumentam ainda que parece haver uma incorporação natural das tecnologias na Modelagem, que ganha novas possibilidades conforme surgem novos recursos tecnológicos.

Tem-se, cada vez mais, a inserção das TD no dia a dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação

para bem usá-la; e por outro lado, tem-se nessas mesmas tecnologias recursos que podem subsidiar o processo de ensino e aprendizagem, em particular, da Matemática. Assim, é importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática (BRASIL, 2006). Para isso, é necessário um planejamento adequado na concepção de um produto multimídia, ou objeto de aprendizagem virtual, como é o caso do livro digital (*e-book*) interativo.

Para que possa oferecer interatividade, um *e-book* não deve ser visto apenas como um livro digitalizado a partir do impresso, mas sim um livro com potencial de interação e que integra diversos tipos de conteúdos e recursos como um objeto de aprendizagem. Nesse contexto, para Licht (2015), a interatividade se torna o diferencial mais significativo do livro digital educacional, uma aplicação multimídia que utiliza os recursos disponíveis com objetivo de facilitar o aprendizado.

Segundo Almeida *et al.* (2015), o uso de *e-books* tem revelado uma melhoria nas práticas educativas dos alunos, sendo uma fonte de motivação e interesse, o que resulta um retorno positivo em termos de qualidade de aprendizagem. Os autores relatam que a multimídia representa um potencial para compor conteúdos digitais, pois a utilização do *e-book* gera entusiasmo, onde o envolvimento emocional é maior do que no material impresso, podendo oportunizar uma aprendizagem ativa e flexibilizar a apresentação dos conteúdos pelo uso de diferentes mídias.

Em meio a esta diversidade de TD na área educativa, é importante saber selecionar e utilizar, de maneira adequada às intenções didáticas e às necessidades do aluno. Para tanto, é necessário saber também avaliá-los. Neste sentido, a utilização da Modelagem Matemática com o apoio de um *e-book* se mostra como uma possibilidade a ser explorada, para verificar a sua aplicabilidade em sala de aula e como os alunos interagem com o conteúdo. Desse modo, foi elaborado um *e-book* com uma atividade de Modelagem Matemática mediada pelas TD, que foi trabalhado com alunos do Ensino Médio e Superior, no contexto de ensino remoto.

Este artigo, que tem por objetivo apresentar um *e-book* interativo para apoio ao processo de ensino e aprendizagem de Funções Lineares, bem como avaliar

seus aspectos digitais e pedagógicos a partir de sua aplicação a estudantes de diferentes turmas, pelas respostas dos alunos a um questionário avaliativo. Este documento segue assim organizado: primeiramente tecemos algumas considerações sobre o *e-book* elaborado, e na sequência discorremos sobre o percurso metodológico empreendido. Os resultados e discussões são apresentados em seguida e, por fim, as considerações finais e perspectivas da pesquisa.

2. O *e-book* interativo e sua proposta

O *e-book* foi elaborado para apoio ao ensino de Funções Lineares tendo a Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem mediada por diferentes TD, tendo como público-alvo alunos do Ensino Médio ou ingressantes no Ensino Superior para revisão em disciplinas que requeiram tal conteúdo. O assunto foi escolhido pela importância de seu aprendizado no contexto de problemas do cotidiano e pela aplicação em outras áreas do conhecimento.

Segundo Skovsmose (2013), o conteúdo de funções deve ser trabalhado de maneira contextualizada, destacando suas aplicações no cotidiano dos alunos. Assim, foi proposto como atividade de Modelagem Matemática intitulada: “carregamento da bateria do celular”, já proposta em outros contextos e disponível na literatura, como em Almeida e Silva (2017). Esta é uma atividade que possibilita que o aluno desenvolva e compreenda conceitos da Matemática, como funções, gráficos, tabelas, fórmulas etc., sendo estimulado a realizar pesquisas e questionamentos, estabelecendo comparações com outros problemas semelhantes, levantando hipóteses, construindo estimativas, validando os resultados obtidos, entre outros. Além disso, as TD podem trazer contribuições significativas ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática à medida que atividades de exploração sejam parte fundamental de sua aprendizagem.

As diferentes TD inseridas no *e-book* (Quadro 1), foram utilizadas com diferentes intencionalidades pedagógicas, de forma a se complementarem. GeoGebra e MSExcel®, por exemplo, possibilitam a associação entre a parte algébrica e a representação gráfica, permitindo realizar manipulações entre os diferentes registros (algébrico, tabular e gráfico), além de permitir um ambiente interativo e dinâmico quando utilizados outros recursos tecnológicos como *Scratch*, *podcast*, vídeos e *hiperlinks*.

Quadro 1 – Recursos tecnológicos utilizados no e-book

Recursos	Intencionalidade pedagógica
	Ações para o ensino e aprendizagem
Scratch	Viabilizar o entendimento das funções lineares, através da identificação dos seus coeficientes
Vídeo	Explicar a elaboração de um gráfico da função linear
Podcast	Explorar o conceito da Modelagem Matemática através de uma situação real
MSExcel®	Elaborar o gráfico da função para identificação de seus elementos
GeoGebra	Resolver as situações problemas propostas, verificando o gráfico gerado
Hiperlinks	Disponibilizar recursos <i>online</i> para realização das tarefas de Modelagem Matemática

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 traz, ilustrando o *design*, duas páginas do e-book que tem um exemplo da explicação do conteúdo, juntamente com os *links* de acesso as atividades referentes ao mesmo juntamente com um *podcast*, situando um exemplo de uma situação real para explicação da Função Linear.

A motivação inicial para produção do e-book deu-se a partir da disciplina Tecnologias Digitais no Ensino de

Matemática, no Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Educação Matemática. Intencionávamos produzir um e-book interativo para trabalhar em sala de aula no Ensino Médio e no Ensino Superior, tendo em vista que os autores deste texto lecionavam, à época, nesses níveis de ensino.

Figura 1 – Páginas ilustrativas do e-book interativo proposto

Função linear

Uma **função do 1º grau** ou **função afim** é definida pela lei de formação $f(x)=a.x+b$, na qual **a** e **b** são reais e **a** $\neq 0$. Mas entre a vasta gama de [funções](#) do 1º grau, existe um tipo particular de grande importância: a **função linear**.

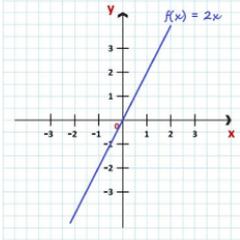
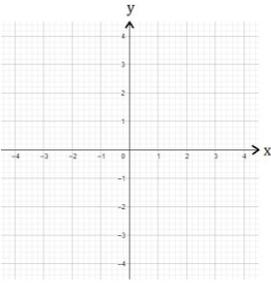


Gráfico de uma função linear.

A função linear é aquela em que temos **b = 0**, isto é, sua lei de formação é do tipo $f(x) = a.x$, com **a** real e **diferente de zero**. Observe que toda função que não possui valor para o coeficiente **b** é classificada como **função linear** e, por consequência, é também uma função afim.



Atividade prática

No gráfico ao lado, é possível simular algumas situações gráficas, alterando os valores dos coeficientes **a** e **b**.

Lembre-se que a função linear é composto de dois tipos de coeficientes: coeficiente angular e coeficiente linear.

Os valores destes coeficientes determinarão o comportamento gráfico da função linear.

Clique no gráfico!

(a)

Quanto custa a energia?

No áudio a seguir (MELO; SILVA; MARTINS, 2020), trazemos uma situação real de consumo de energia de uma lâmpada, e uma proposta de problema. Quanto você consome de energia elétrica em sua residência?



E o chuveiro elétrico? É possível modelar da mesma maneira?



Curiosidade!

Clique na imagem abaixo, e conheça um pouco sobre a maior usina hidrelétrica do mundo, que é brasileira! Confira.





Energia elétrica

As hidroelétricas são movidas pelo fluxo de água. Esse é o combustível de geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica. Essa é a principal fonte de **energia** utilizada no **Brasil**. Cerca de 90% da eletricidade consumida no país provém das usinas hidroelétricas.



(b)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O conteúdo de Funções Lineares mostrou-se apropriado e relevante, já que se trata de um conteúdo abordado no Ensino Médio e, em muitos cursos do Ensino Superior, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Em meio aos diálogos para preparação do e-book decidiu-se por utilizar uma atividade de Modelagem Matemática para abordar o conteúdo escolhido e nortear a confecção do material. Assim, entendemos que seriam articuladas duas possibilidades para o ensino da Matemática: as Tecnologias Digitais e a Modelagem Matemática.

O e-book foi roteirizado num documento do MSWord® e depois formatado no Google Apresentação, com os textos e objetos de aprendizagens anteriormente elaborados. No início do material há uma apresentação com os objetivos, uma explicação sobre a Modelagem Matemática, o sumário e um quadro com a descrição de todas as tarefas a serem realizadas pelos alunos. Há uma explicação sobre Função Linear, com um vídeo e na sequência, uma aplicação em um problema caracterizando como calcular o custo de uma ligação e uma atividade prática a ser realizada com o auxílio de um gráfico, acessado através de um *link*. Uma página é dedicada à uma curiosidade sobre Energia Elétrica, nela estão dois áudios – *podcast*, disponibilizados através de *links*. Na sequência, é explicado através de um vídeo como fazer o gráfico da Função Linear, e dando sequência, um jogo feito a partir do Scratch permite que os alunos explorem seus conhecimentos sobre as Funções Lineares, abordando os coeficientes e raiz. A atividade de Modelagem Matemática foi baseada em um exercício constante em Almeida e Silva (2017), que tinha como temática: tempo de carregamento de um celular. No material há uma contextualização sobre esse tema e são lançadas as problemáticas: *se eu deixar meu celular carregando por uma hora, qual será o percentual de carga no celular? Quanto tempo é necessário para que meu celular atinja a carga total?* Por meio do texto os alunos são incentivados a investigar e responder essas problemáticas e elaborar outros problemas relacionados ao tema. Na sequência é solicitado o preenchimento de uma tabela, em que há um *link* direcionando para uma planilha do MSExcel®, na qual é possível os alunos estabelecerem o modelo matemático que descreve a situação-problema estudada. O e-book é finalizado com uma seção para aplicação dos conhecimentos, em que há algumas tarefas sobre Função Linear, utilizando o GeoGebra.

Ressalta-se que o e-book foi disponibilizado em arquivo no formato .PDF, com sumário interativo e, os áudios e vídeos eram acessados no próprio documento.

O MSExcel®, o GeoGebra e os jogos digitais são direcionados por meio de *links*.

O e-book, que está disponível gratuitamente no *link* <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/703699>>, contém instruções a professores e estudantes que desejarem adotá-lo. A seguir, discutimos a aplicação e avaliação do e-book como um objeto de aprendizagem.

3. Planejando a avaliação do e-book

Tendo em conta o intuito de avaliar os aspectos pedagógicos e digitais do e-book interativo desenvolvido e aplicado, foi necessária uma busca por critérios de avaliação e elaboração de um instrumento de coleta de dados. Desse modo, considerou-se tanto os pressupostos da pesquisa qualitativa quanto da quantitativa. Sobre isso, Gatti (2012) menciona que “Conforme o problema, pode-se necessitar, para a sua compreensão, de vários tipos de aproximação, quando combinamos vários procedimentos de busca para conseguir elementos relevantes ao estudo. Nessa perspectiva é que se busca a superação da dicotomização irreconciliável entre abordagens qualitativas versus quantitativas, por um olhar mais amplo, que implica a conjugação de fontes variadas de informação sob uma determinada perspectiva epistêmica.”

De acordo com a autora, tanto as mensurações quantitativas, quanto as tematizações qualitativas são aproximações do fenômeno em questão, não o próprio fenômeno. Assim, tem-se observado o uso combinado de formas de abordagem que balizam os caminhos de análises e interpretações e, “essas abordagens combinadas envolvem análises quantitativas e qualitativas, integradas e contrastadas segundo eixos analíticos, que permitem interpretações de diversas naturezas” (GATTI, 2012).

Realizamos um levantamento bibliográfico sobre os processos de avaliação de um livro digital, e dentre os trabalhos encontrados, selecionamos os realizados por Maciel (2014) e Garcia (2014), que citam os critérios de avaliação do livro didático digital do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015, lançado pelo Governo Federal no ano de 2013 (BRASIL, 2013). Nestes autores, encontramos um conjunto de critérios que permitem a avaliação das concepções de interatividade presentes em um livro didático digital como o idealizado.

Tomando como referência esses autores, foram estabelecidos alguns critérios de avaliação para nossa pesquisa, definindo as dimensões de avaliação com o seu subseqüente desdobramento em indicadores, isto é, em elementos que serão os micros objetos de avaliação. Para nosso caso, consideramos duas

dimensões: aspectos pedagógicos e aspectos digitais, os quais são descritos a seguir: Aspectos pedagógicos: em nossa concepção de ensino da Matemática o *e-book*, que se destina a servir como apoio do processo de ensino e aprendizagem, precisa atender a recursos contextualizados dos saberes, adequados ao nível dos estudantes.

Partindo do exposto nessa primeira dimensão, elencamos os indicadores que versaram sobre a escolha, a abordagem dos conteúdos, a presença de exercícios e outras atividades pedagógicas que

acreditamos serem considerados relevantes pelos alunos avaliadores.

Sobre os aspectos digitais, os critérios observados nesta dimensão visaram julgar as vantagens e potencialidades que os recursos digitais apresentam. O livro digital precisa contemplar as interações (entre os atores: aluno - professor - conteúdo) e a gestão de recursos (*design* e *layout* digital). Assim, foram estabelecidos 12 indicadores, 8 vinculados aos aspectos pedagógicos e 4 vinculados aos aspectos digitais, conforme pode-se ver no Quadro 2.

Quadro 2 – Dimensões de avaliação e seus indicadores

Dimensões de avaliação	Indicadores
Aspectos Pedagógicos	Motivação e construção de conceitos
	Legibilidade dos textos
	Organização e sequência dos conteúdos
	Usabilidade das estratégias de ensino
	Quantidade de atividades/exercícios
	Promoção da interação do aluno
	Desafio das atividades
	Dinamismo das atividades com conteúdos digitais
Aspectos Digitais	Relação entre texto e imagem
	Linguagem apropriada dos textos
	Design/Layout
	Quantidade de páginas

Fonte: Elaborado pelos autores.

O *e-book* foi trabalhado em sala de aula, de forma remota, em virtude da pandemia da COVID-19. A sugestão foi para os professores explicarem em uma aula o material, para que os alunos resolvessem as atividades propostas, e na aula seguinte, foram feitas as correções e discussões sobre o assunto.

A coleta de dados foi precedida por uma sensibilização com os alunos, cuja finalidade foi incentivá-los a responder de forma crítica e participativa. Foi construído um formulário *online* no *Google Forms*, disponibilizado através de um *link*. Os alunos participaram respondendo o questionário de forma espontânea e a todos foi garantido o anonimato de suas respostas. Este questionário foi constituído por 17 perguntas (doravante chamadas de itens): 3 itens para

caracterizar os alunos (curso, série de ensino, instituição de ensino); 12 itens referentes aos indicadores, onde os respondentes contaram cinco opções de resposta, segundo a escala de valores tipo *Likert*. O questionário finalizava com uma questão do tipo dicotômica e uma questão aberta, onde os alunos poderiam expressar suas percepções, críticas e sugestões em comentários livres.

Participaram da pesquisa 114 alunos de quatro diferentes instituições de ensino, dos quais 75 cursavam o Ensino Médio Técnico (Informática e Administração) e os demais 39 o Ensino Superior (Agronomia, Engenharia Civil e Engenharia Química), divididos em 5 grupos, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Caracterização dos participantes da pesquisa

GRUPO	INSTITUIÇÃO	CURSO	ANO	QUANTIDADE
A	Instituto Federal do Paraná – campus de Barracão	Técnico em Administração	1º	33
B	Instituto Federal do Paraná – campus de Barracão	Técnico em Informática	1º	42
C	Centro Universitário Assis Gurgacz	Engenharia Civil	2º	20
D	Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná	Agronomia	2º	7
E	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Engenharia Química	1º	12

Fonte: Elaborado pelos autores.

A próxima seção traz a análise das respostas coletadas no questionário, de forma a discutirmos a efetividade do e-book para o ensino do conteúdo matemático escolhido.

4. Resultados e discussão

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa com suas respectivas análises. Do total de alunos, 78,1% disseram que nunca utilizaram e-book para seus estudos e 21,9% já haviam utilizado algum material semelhante.

Para a análise dos dados, foi realizada uma abordagem quantitativa para estabelecer o *Ranking Médio* (RM). Realizou-se a verificação quanto à concordância ou discordância das questões avaliadas, através da obtenção do RM da pontuação atribuída às respostas, relacionando à frequência das respostas dos alunos, onde os valores menores que 3 são considerados como discordantes e, maiores que 3, como concordantes, considerando uma escala de 5 pontos. O valor exatamente 3 foi considerado como “indiferente”. Segundo Oliveira (2005), quanto mais próximo de 5 o RM estiver, maior será o nível de satisfação dos estudantes e quanto mais próximo de 1, menor.

Para o cálculo do RM, foi utilizada a escala tipo *Likert*, com os valores atribuídos da forma: 1. Discordo totalmente; 2. Discordo; 3. Não concordo nem discordo; 4. Concordo e 5. Concordo totalmente. Logo, pela média ponderada e o número de alunos, foi obtido o RM, conforme Equação 1.

$$RM = MP/T \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

RM = Ranking médio

MP = Média ponderada

T = Total de alunos respondentes

A Tabela 1 traz os RM dos grupos em relação aos itens 4 a 15. Os itens correspondem às duas dimensões consideradas: os itens de 4 a 11 aos aspectos pedagógicos e os itens 12 a 15 a aspectos digitais. Pela média do RM, os aspectos pedagógicos ficaram com um

valor de 3,9, onde é possível constatar que houve uma satisfação dos alunos em relação a estes. Já a média aritmética nos aspectos digitais foi de 4,1, aferindo uma maior satisfação em relação à forma como foram apresentados o e-book e as TD empregadas.

Na Tabela 1, observa-se para o Grupo A que o maior valor obtido foi para os itens 6, 7, 12 e 15 (4,1; 4,0; 4,1; 4,1), o que mostra que a maior parte dos respondentes apresenta concordância nos itens 6 e 7 dos aspectos pedagógicos e nos itens 12 e 15 dos aspectos digitais. Cabe observar também que não há diferença expressiva entre os valores dos itens 4, 8 e 9 (3,6; 3,5; 3,5), o que denota a coexistência de recursos de ensino e aprendizagem sem a presença de um invalidar ou outro, podendo apresentar uma relação de complementariedade.

Os resultados obtidos para o Grupo B mostram que os maiores valores são para os itens 6, 8, 11, 12, 14 e 15 (4,0; 4,1; 4,0; 4,3; 4,0; 4,2). O que é importante notar, em comparação com o grupo A é a pequena diferença desses valores para os itens 6, 12 e 15 que são itens onde a maior parte dos alunos apresentam concordância em relação à organização, coerência e *layout* do e-book.

Para o Grupo C observa-se valores acima de 4 para quase a totalidade dos itens, exceto para os itens 8 e 10 cujos RM foram 3,8 e 3,9, respectivamente. Assim, o primeiro aspecto que chama a atenção neste grupo em comparação com os grupos A e B é o aumento dos valores em quase todos os itens. Pode-se dizer que esses alunos demonstraram mais interesse e/ou familiaridade com o conteúdo do e-book.

Pode-se observar que para o Grupo D o menor valor é de 3,9 e corresponde ao item 14; apresentando, portanto, concordância em todos os itens, seguindo o mesmo comportamento do Grupo C.

Para o Grupo E obteve-se o maior valor para os itens 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13 e 15 (4,3; 4,7; 4,6; 4,0; 4,6; 4,3; 4,3; 4,6), seguindo a mesma tendência de valores crescentes em relação aos grupos C e D. Cabe observar também que os menores valores são 3,6; 3,7; 3,6 e 3,8 correspondentes aos itens 8, 9, 10 e 14, respectivamente. Mesmo assim, a maioria dos alunos

deste grupo apresentam concordância com os aspectos pedagógicos e digitais.

Tabela 1 – Ranking Médio - GERAL (114 alunos)

ITENS	RANKING MÉDIO					
	GA	GB	GC	GD	GE	RM Geral
4. Os conteúdos do <i>e-book</i> contém situações motivacionais relacionados ao cotidiano dos alunos.	3,6	3,7	4,0	4,0	4,3	3,8
5. Os textos e ilustrações são de fácil leitura e entendimento.	3,8	3,8	4,4	4,4	4,7	4,0
6. O <i>ebook</i> está organizado e apresenta seqüência dos conceitos e materiais utilizados.	4,1	4,0	4,4	4,1	4,6	4,2
7. O conteúdo do <i>e-book</i> oferece subsídios metodológicos tanto para a aprendizagem quanto para sua usabilidade.	4,0	3,9	4,1	4,3	4,0	4,0
8. A quantidade de atividades/exercícios propostos no <i>e-book</i> como instrumentos para o ensino e aprendizagem são suficientes.	3,5	4,1	3,8	4,0	3,6	3,8
9. A metodologia empregada estimula a interação entre os alunos e entre aluno/professor.	3,5	3,6	4,2	4,1	3,7	3,7
10.O <i>e-book</i> apresenta atividades desafiadoras para os alunos.	3,8	3,9	3,9	4,1	3,6	3,8
11. Os recursos de Tecnologia Digital (vídeos, podcast (áudios), imagens, jogo, atividades, softwares associados) contidos no <i>e-book</i> , promovem o dinamismo das atividades de ensino e aprendizagem.	3,9	4,0	4,5	4,4	4,6	4,2
12. Existe coerência e equilíbrio entre os textos e as imagens ao longo do <i>e-book</i> .	4,1	4,3	4,3	4,6	4,3	4,2
13. A linguagem utilizada permite a clareza no entendimento dos assuntos contidos no <i>e-book</i> .	3,7	3,8	4,3	4,6	4,3	3,9
14. A quantidade de páginas do <i>e-book</i> é suficiente para o conteúdo proposto.	3,8	4,0	4,1	3,9	3,8	3,9
15. O <i>layout</i> do <i>e-book</i> (cores, fonte, espaçamento, diagramas, imagens), estão bem formatados e de fácil visualização.	4,1	4,2	4,4	4,4	4,6	4,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um fato que chama bastante a atenção é que os grupo A e B apresentam resultados semelhantes, da mesma forma que os grupos C, D e E. A razão disto talvez seja porque os grupos A e B são alunos do Ensino Médio com pouca experiência e os alunos dos grupos C, D e E são alunos do Ensino Superior, com maior contato com TD e abordagens de ensino e aprendizagem.

Em geral, os resultados obtidos nos cinco grupos revelam concordância com os itens estabelecidos para a avaliação do *e-book*. Isto mostra que as dimensões estabelecidas: aspectos pedagógicos e aspectos digitais com seus respectivos itens, foram satisfatórios. Salienta-se também que nenhum dos grupos foi

discordante em nenhum dos itens, já que o RM menor foi 3,5.

O último item do questionário consiste em um espaço dedicado para comentários ou sugestões a respeito do conteúdo do *e-book*. As respostas desta questão foram analisadas segundo semelhanças, recorrências, acordos e aspectos singulares, relacionados aos critérios que orientaram as questões avaliativas: Relate sua experiência com o uso deste *e-book*. O que acrescentou em termos de conhecimento matemático? Quais suas críticas e sugestões? Foram compiladas 67 respostas dos grupos A e B, composto pelos alunos do curso Técnico em administração e Técnico em informática; 20 respostas do grupo C,

composto pelos alunos do curso de Engenharia Civil; 6 respostas do grupo D, composto pelos alunos de Agronomia e; 11 respostas do grupo E, composto pelos alunos de Engenharia Química.

No intuito de analisar os aspectos pedagógicos e digitais do e-book a partir das respostas dos alunos, buscou-se embasamento na análise de conteúdo que, segundo Bardin (1977, p. 31) “é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”, as quais, de acordo com a autora, podem diferir conforme os documentos e objetivos dos investigadores.

Caregnato e Mutti (2006) apresentam as três grandes etapas para análise de conteúdo, baseadas em Bardin (1977): a) a pré-análise, que inclui procedimentos como: leitura flutuante, hipóteses, objetivos e elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação; b) a exploração do material, em que os dados são codificados a partir das unidades de registro; e c) o tratamento dos resultados e interpretação, em que é feita a categorização, que consiste na classificação dos

elementos segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns.

Para atender ao objetivo, procedeu-se à análise das respostas à questão aberta. Primeiramente foi feita a leitura das respostas dos alunos, na qual foi surgindo possíveis categorias, a partir das similaridades identificadas. Num segundo momento foram construídos quadros para cada grupo de alunos, agrupando as respostas semelhantes dentro das possíveis categorias. E, no terceiro momento foi feito o tratamento dos resultados e as interpretações que emergiram a partir das categorias. Tais resultados são apresentados na sequência.

As respostas foram elencadas em três categorias: dificuldades relatadas, sugestões para aprimoramento do material e potencialidades relatadas. O movimento de análise está ilustrado no Quadro 4.

Quadro 4 - Exemplo do movimento de análise

EXCERTO DA RESPOSTA	COMPREENSÃO	CATEGORIA
<i>“Achei bem complexo as palavras usadas” (Aluno do Grupo A)</i>	Linguagem do texto muito rebuscada	Dificuldades relatadas
<i>“Poderia ter mais exercícios para conseguir treinar mais” (Aluno do Grupo C)</i>	Acrescentar mais exercícios	Sugestões para aprimoramento do e-book
<i>“Conteúdo muito interessante, junto com a experiência da carga de celular e relaciona com conteúdos matemáticos” (Aluno do Grupo E)</i>	Relação estabelecida do conteúdo matemático com situações do cotidiano	Potencialidades do e-book

Fonte: Elaborado pelos autores.

Apresenta-se a seguir uma discussão de cada uma das categorias elencadas, considerando os dois aspectos: pedagógicos e digitais.

Com relação à Categoria 1, sobre as dificuldades relatadas pelos alunos, no que se refere aos aspectos pedagógicos foram: conteúdo muito complexo e difícil para entendimento *online*, explicações confusas, linguagem do texto muito rebuscada. Tais aspectos foram mencionados apenas pelos alunos dos grupos A e B. Já os aspectos digitais foram: *links* e áudios que não funcionaram, dificuldade para abrir o documento e para responder a atividade no próprio documento, que foram relatadas pelos alunos dos grupos A e B e do C.

A Categoria 2, composta pelas sugestões para o aprimoramento do *e-book*. Sobre os aspectos pedagógicos os alunos do grupo A e B mencionaram: acrescentar mais exemplos explicativos, fazer explicações com palavras mais simples, deixar as atividades mais claras e em quantidades menores, colocar problemas envolvendo dinheiro. Ainda sobre os aspectos pedagógicos, os alunos dos grupos C, D e E sugeriram acrescentar mais exercícios e aprofundar mais o conteúdo. Sobre os aspectos digitais foi sugerido: colocar mais vídeos explicativos, organizar melhor as imagens, textos e atividades.

A Categoria 3, sobre as potencialidades do *e-book*, com relação aos aspectos pedagógicos tem-se: contribuição para aprofundar e relembrar o conteúdo, melhora a compreensão, aumenta a motivação, a relação estabelecida do conteúdo matemático com situações do cotidiano, de fácil compreensão, prático e bem-organizado, apresenta uma maneira diferente de aprender e uma experiência agradável. Sobre os aspectos digitais: o *e-book* é dinâmico e tornou o ensino mais dinâmico e divertido, interage com a tecnologia.

Percebe-se uma diferença com relação ao nível de ensino em que o *e-book* foi trabalhado. Com os alunos que estão cursando Ensino Superior (grupos C, D e E), a única dificuldade relatada foi com relação ao áudio. Destaca-se ainda o fato de os alunos destas três instituições sugerirem acréscimo de exercícios e aprofundamento do conteúdo. Já para alguns alunos do Ensino Médio (grupos A e B) houve dificuldades com relação à linguagem do material. Por mais que também surgiram respostas que mencionaram que o material apresenta uma linguagem fácil, é importante considerar os alunos que tiveram dificuldade para entender o texto. Nesse sentido, entende-se que a linguagem do *e-book* ficou apropriada para os alunos do Ensino Superior e, para os alunos do Ensino Médio seria ainda necessário realizar algumas adaptações, mesmo sendo

o conteúdo de Função Afim próprio do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

O fato dos alunos do Ensino Superior sugerirem que poderia ter um acréscimo de exercícios e, ainda, que poderia aprofundar mais o conteúdo, pode-se supor a necessidade de adaptação do *e-book* para este nível de ensino também. Mas, neste caso, seria no sentido de complementar com mais exercícios, atividades e discussões que aprofundassem mais o conteúdo.

De forma geral, os alunos mencionaram muitas potencialidades do *e-book*, com destaque à dinamicidade que, possivelmente, foi proporcionada pelos diferentes elementos digitais do material e pelas possibilidades de interação. Além disso, as relações que foram estabelecidas entre a Matemática e situações do cotidiano evidenciaram-se nas respostas ao questionário, tal fato proporcionado pela atividade de Modelagem Matemática proposta.

Assim, depreende-se que a confecção de um *e-book* com uma variedade de elementos tecnológicos, como áudios, vídeos, links, jogos e outros *software* e ainda, com propostas de atividade de Modelagem Matemática mostrou-se apropriado, como possibilidade de apoio para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

5. Considerações finais

Num contexto de ensino remoto, decorrente da pandemia da COVID-19, o *e-book* interativo aliado à atividade de Modelagem Matemática se mostrou eficaz para a abordagem do conteúdo de Função Linear, conforme revelado por meio da análise das respostas dos estudantes ao questionário.

Com relação à Modelagem Matemática ficou evidente que possibilitou a articulação do conteúdo matemático com uma situação do cotidiano dos alunos. Trouxe uma aproximação com a realidade a partir de um problema proposto que viabilizou a elaboração de conceitos matemáticos por parte dos alunos.

Quanto às TD, ficaram expressas as potencialidades do *e-book*, destacando-se a interatividade, dinamicidade e atratividade que foi proporcionada pelos diferentes elementos digitais que compõem o material e pelas possibilidades de interação.

Sobre o conteúdo matemático, as respostas dos alunos indicaram que auxiliou e reforçou o conhecimento do conteúdo de funções de uma maneira dinâmica. Ainda, que a partir dos objetos de aprendizagem o conteúdo ficou mais fácil de ser compreendido.

Evidencia-se, portanto, que a Modelagem Matemática e as TD podem contribuir para o processo

de ensino e aprendizagem da Matemática quando trabalhadas de forma articuladas, tornando esse processo dinâmico e atrativo, principalmente quando relacionado com a realidade dos alunos.

Da mesma forma, os resultados obtidos e analisados, das questões da escala *Likert* mostraram que os respondentes expressaram sua concordância com os itens estabelecidos para avaliação do *e-book*. Isto é, as dimensões dos aspectos pedagógicos e digitais com seus respectivos itens, foram satisfatórios, atingindo deste modo o objetivo do presente estudo.

Muito embora acreditemos ter conseguido o objetivo estabelecido para esta pesquisa, sabemos que esse não é o ponto final, pois muito ainda há de ser discutido e pesquisado. Desta forma, estudos deverão ser feitos no sentido de validar adequadamente o questionário utilizado já que os resultados até agora encontrados se mostraram relevantes para este tipo de pesquisa. Nesse sentido, recomenda-se o uso de *software* estatístico com o intuito de refinar a metodologia empregada na investigação do instrumento de pesquisa, realizar a validação e verificar a confiabilidade do questionário. Além disso, sugere-se testar o *e-book* na forma presencial, efetivando a atividade de Modelagem Matemática, procurando aperfeiçoar seu conteúdo para ser utilizado como apoio ao ensino e aprendizagem da Matemática.

Finalmente, o ensino e aprendizagem da Matemática utilizando *e-books* com o conteúdo de Modelagem Matemática e mediadas com TD ainda precisam ser aprofundadas. É de se considerar a importância desse tipo de trabalho, pois pode contribuir para o desenvolvimento de projetos educacionais com o intuito de melhorar o ambiente de sala de aula e despertar o interesse dos alunos para o aprendizado dos conteúdos da Matemática.

Referências

ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. A. P. da. A ação dos signos e o Conhecimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática. *Bolema, Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 31, n. 57, p. 202-219, abr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bolema/v31n57/0103-636X-bolema-31-57-0202.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2022.

ALMEIDA, P. S. et al. Quadro Atual dos Livros Didáticos Digitais. *Iberoamerican Journal of Project Management*. núm. 2, fev. 2015.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Ed. Contexto. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volum_e_02_internet.pdf. Acesso em: 11 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2015. Brasília, DF. 2013 Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=8304:edital-pnld-2015-ensino-medio-03-07-2013>. Acesso em 11 mai. 2022.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa Qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto Contexto Enferm*, Florianópolis, p. 679-684, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/tce/v15n4/v15n4a17.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2022.

GARCIA, C. G. Avaliação da qualidade do *e-book* na área de ensino através do uso do método SERVQUAL: Um estudo prático em uma grande editora do país. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFPR, Curitiba. 2014.

GATTI, B. A. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, v. 28, n.1 p. 13-34, jan. 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbpae/article/view/36066>. Acesso em: 11 mai. 2022.

LICHT, M. C.; GONÇALVES, B. S. Interatividade e Motivação em Livro Digital. In: XIX CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL 2015, Blucher Design Proceedings, v. 2, p. 248-255, 2015, Florianópolis. Anais eletrônicos. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301453935_Interatividade_e_motivacao_em_de_livro_digital. Acesso em: 11 maio. 2022.

MACIEL, F. G. Critérios para a avaliação do Livro Didático Digital de Física. 2014. 95 f. Dissertação

(Mestrado em Ensino de Ciências) - UNB, Brasília/DF. 2014.

MEYER, J. F. C. de A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. dos S. (Org.). Modelagem em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. Coleção Tendências em Educação Matemática.

OLIVEIRA, L. H. de. Exemplo de cálculo de Ranking Médio para *Likert*. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. 2005. Notas de aula (Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA): Varginha.

SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: A questão da democracia. 2ª Edição. Campinas, SP: Papirus. 2013.

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol.25 | N°2 | 2022

ISSN digital ISSN impresso
1982-1654 1516-084X



Páginas 86-95

RESUMOS DE TESES HOMOLOGADAS

Maio a Agosto de 2022



Resumos desta edição

MANUEL JOAQUIM SILVA DE OLIVEIRA

Explorando Simulações e Laboratórios Virtuais Multimídia Como Recursos de Aprendizagem de Física

Pág. 87

JAQUELINE MOLON

Identificação de Estratégias Cognitivas Elaboradas por Estudantes na Resolução de Situações-Problema em Matemática por Meio de uma Ferramenta Digital

Pág. 88

ALINE DUBAL MACHADO

Mãos Sinalizantes: Ambiente Virtual de Aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais com Enfoque em Variações Linguísticas do Litoral Norte Gaúcho

Pág. 89

FRANCISCO EUDER DOS SANTOS

A Construção de Conhecimentos de Algoritmos: Uma Estratégia de Ensino Aprendizagem Utilizando a Plataforma de Prototipagem Eletrônica Arduino

Pág. 90

CLÓVIS DA SILVEIRA

Desenvolvimento de Um Framework com Estratégias de Avaliação de Agentes Conversacionais Educacionais

Pág. 91

CINTIA LISIANE DA SILVA RENZ

Reversibilidades Lógicas: Possibilidades para Pensar o Processo de Ensino e Aprendizagem em Contabilidade

Pág. 92

MOURIAC HALEN DIEMER

Grupos de Colaboração: A Influência da Postura Interpessoal na Aprendizagem de Lógica de Programação

Pág. 93

EDERSON BASTIANI

Desenvolvimento e Validação de uma Ferramenta Computacional Baseada em Técnicas de Mineração de Texto Voltada ao Apoio da Escrita de Projetos de Pesquisa

Pág. 94

ANDRÉA THEES

“Aprendi No Youtube!”: Investigação Sobre Estudar Matemática Com Videoaulas

Pág. 95


UFRGS

 PPGIE

PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

RESUMO DE TESE

MANUEL JOAQUIM SILVA DE OLIVEIRA

Orientadora: Prof. Dr. José Valdeni de Lima

Tese: **Explorando Simulações e Laboratórios Virtuais Multimídia Como Recursos de Aprendizagem de Física**

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Raquel Salcedo Gomes (PPGIE),

Prof. Dr. Ítalo Gabriel Neide (UNIVATES),

Prof. Dr. Manuel Constantino Zunguze (UPM).

Resumo

Neste trabalho foi estudada a utilização de laboratórios virtuais multimídia como recurso de aprendizagem de Física dentro da perspectiva das trajetórias de aprendizagem, da teoria da aprendizagem significativa e da aprendizagem experiencial. Devido ao fato de não haver laboratórios tradicionais em algumas escolas e até às recomendações atuais de não aglomeração de pessoas motivadas pela pandemia causada pelo Coronavírus Disease 2019 (COVID-19), os laboratórios virtuais podem ser usados como alternativa para a realização de aulas práticas. Além disso, há alunos que estudam a disciplina de Física na modalidade de ensino a distância ou no modelo híbrido que não têm possibilidade de realizar aulas experimentais em laboratórios reais. Neste contexto, avaliar este tipo de recurso de aprendizagem que permite ultrapassar algumas barreiras referentes à questão de tempo e lugar, é uma estratégia a ser considerada, pois para que ocorra a aprendizagem significativa uma das condições a ser levada em consideração é que os materiais sejam potencialmente significativos. É útil saber se um determinado laboratório virtual ou simulador tem as qualidades necessárias para situações de aprendizagem. Então, nesta tese desenvolveu-se o MORASIFE – Modelo de Referência para Avaliação de Simuladores de Física para Fins Educacionais – o qual foi formado a partir de requisitos pedagógicos aplicados à Norma ISO/IEC 25010 (2011). Neste trabalho foi também projetado um simulador com fundamentação na teoria de aprendizagem multimídia e baseado no método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia – Design Science Research (DSR). Além disso, foi delineada uma estratégia que assegure a utilização desse recurso de aprendizagem e orienta o aluno nas suas atividades com questões que o norteiam na busca de sua aprendizagem em cada uma das etapas de exploração do mesmo. Dois simuladores (simulador da Lei de Stevin – desenvolvido no âmbito desta pesquisa) e (simulador Sob Pressão – do Projeto PhET da Universidade de Colorado) com os mesmos objetivos de aprendizagem foram avaliados com base no MORASIFE por 3 professores e foram usados com dois grupos distintos de alunos para avaliar a aprendizagem. Para a análise dos resultados recorreu-se a estatística descritiva e teste de Mann-Whitney. As avaliações dos mesmos são altas e com notas bastante próximas. A partir da análise dos resultados, foi possível constatar os benefícios da avaliação de simuladores adequados funcionalmente e considerados satisfatórios sem restrições. Os resultados da aprendizagem dos grupos não apresentaram diferenças significativas e foram consideravelmente altos. Outros dois grupos simularam a distância e presencialmente, apresentando também bons resultados e sem diferença significativa entre eles.

Palavras-chave: Laboratórios virtuais e Simuladores. MORASIFE. Processo Ensino- Aprendizagem. Avaliação.

JAQUELINE MOLON

Orientadora: Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco

Tese: **Identificação de Estratégias Cognitivas Elaboradas por Estudantes na Resolução de Situações-Problema em Matemática por Meio de uma Ferramenta Digital**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leandro Krug Wives (PPGIE),

Prof.^a Dr.^a Laurete Terezinha Zanol Sauer(UCS),

Prof.^a Dr.^a Carmen Vieira Mathias (UFSM).

Resumo

A investigação dos raciocínios utilizados e das relações lógicas estabelecidas pelos estudantes nas atividades que lhes são propostas fornece evidências das estratégias cognitivas que elaboram. Identificar esses elementos pode subsidiar os processos de ensino e de aprendizagem e colaborar para a realização de uma avaliação mais direcionada. Inserida nessa problemática e centrada na teoria piagetiana, pesquisou-se como identificar evidências de estratégias cognitivas elaboradas por estudantes durante a resolução de situações-problema em matemática, cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos, e de que forma obtê-las por meio de um Aplicativo de Apoio à Ação Pedagógica (appAAP), desenvolvido no decorrer deste estudo. A pesquisa, de caráter qualitativo e objetivo exploratório-descritivo, foi desenvolvida em quatro etapas. Na primeira, voltada à definição e caracterização dos itens de investigação, participaram 37 professores de matemática. Na segunda e terceira etapas participaram 15 estudantes e foram realizadas entrevistas pautadas no método clínico piagetiano, cuja tarefa envolvia a resolução de situações-problema, a fim de identificar evidências de estratégias cognitivas elaboradas, a emergência de dúvidas e o enfrentamento de impasses ao longo do processo. A partir disso, foram elaborados modelos de avaliação para cada uma das situações-problema e um modelo geral que deu origem ao método de identificação de evidências de estratégias cognitivas implementado no appAAP. O desenvolvimento da aplicação ocorreu paralelamente às três primeiras etapas de pesquisa. A quarta etapa destinou-se à validação do método implementado no appAAP, com 48 participantes, e de critérios de qualidade de uso do módulo estudante da ferramenta, por meio da avaliação de 32 estudantes. Os resultados obtidos apontam que o procedimento delineado e implementado na aplicação tecnológica representa uma fonte de coleta de evidências das estratégias cognitivas utilizadas pelos estudantes durante a resolução dos problemas propostos. O módulo docente também foi desenvolvido possibilitando o cadastro de novas situações e a extração de relatórios das tentativas de resolução das situações disponibilizadas a cada turma. Nesse sentido, o appAAP demonstrou ser um instrumento de apoio à ação docente útil para embasar o direcionamento das atividades pedagógicas às necessidades dos estudantes.

Palavras-chave: estratégias cognitivas; resolução de situações-problema; avaliação do processo de aprendizagem; ação pedagógica; aplicação Web.

RESUMO DE TESE

ALINE DUBAL MACHADO

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia da Silva Campelo Costa Barcellos

Tese: **Mãos Sinalizantes: Ambiente Virtual de Aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais com Enfoque em Variações Linguísticas do Litoral Norte Gaúcho**

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Cátia de Azevedo Fronza (UNISINOS).

Prof.^a Dr.^a Liliane Ferari Giordani (UFRGS).

Prof. Dr. Eliseo Bemí Reategui (PGIE/UFRGS).

Resumo

A sociedade atual caracteriza-se pela diversidade existente e pela busca de ações com equidade. As tecnologias podem ser forte aliadas nas práticas em prol de oportunidades com acessibilidade, como para a comunidade surda. Assim, propor aproximações em espaços virtuais, tais como ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), considerando-se a diferença linguística, como pelo uso da Libras, é oportunizar interação com base na diferença do outro. Desse modo, o desenvolvimento e o uso de instrumentos tecnológicos acessíveis, que oportunizem às pessoas surdas construir novos conhecimentos baseados na colaboração, é fundamental, e para isso deve-se pensar na estruturação de ambientes mediadores para práticas educacionais voltadas à diversidade existente em nosso contexto social. Nesta perspectiva, a presente tese, embasada epistemologicamente na Teoria Sociocultural de Vygotsky, Teoria da Atividade e na concepção de Comunidades de Prática, responde à questão: de que modo um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) pode oferecer condições para a constituição de uma comunidade de prática (CoP) da Libras com enfoque em variações linguísticas, oportunizando a mediação entre sujeitos surdos (SS), tradutores e intérpretes de Libras/Língua Portuguesa (TILS) e aprendizes ouvintes (AO)? Para responder a essa inquietação, o estudo seguiu como metodologia a pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, explicativa e do tipo pesquisa-ação. Logo, desenvolveu-se um AVA, o Mãos Sinalizantes (MS), que conta com a participação de três grupos distintos: SS, TILS e AO, os quais realizaram uma Sequência de atividades, feedback, Diário de Bordo (relato e depoimento), mensagens instantâneas e entrevista semiestruturada sob a perspectiva êmica, sendo que esses instrumentos constituíram a geração de dados para análise deste estudo. O caminho percorrido na pesquisa deu-se pelo desenvolvimento do AVA Mãos Sinalizantes, seguido de sua validação como ambiente tecnológico por meio da participação do público-alvo do estudo. Concluiu-se que a validação serviu para verificação dos aspectos de usabilidade e acessibilidade do Mãos Sinalizantes, sendo pertinente destacar a satisfação quanto a esse ambiente. Ademais, foi possível identificar o potencial desse espaço virtual para mediação, viabilizando-se, assim, um ambiente tecnológico acessível e bilíngue para a oferta da prática da Libras e trocas culturais. Num segundo momento, deu-se a aplicação da pesquisa com onze (11) participantes integrantes do público-alvo. E, assim, pôde-se responder à pergunta norteadora desta tese. Logo, afirma-se que o AVA Mãos Sinalizantes se constituiu como uma comunidade de prática da Libras para SS, TILS e AO mediante processos de mediação. Mãos Sinalizantes estruturou-se como uma CoP, pois seus participantes demonstraram domínio, comunidade e prática, além de vinculação, engajamento e o desejo de compartilhar e conviver de forma virtual.

Palavras-chave: Libras. Ambiente virtual de aprendizagem. Teoria Sociocultural. Teoria da Atividade. Comunidade de prática. Variação Linguística.

FRANCISCO EUDER DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Milton Antonio Zaro

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernanda da Silva

Tese: A Construção de Conhecimentos de Algoritmos: Uma Estratégia de Ensino Aprendizagem Utilizando a Plataforma de Prototipagem Eletrônica Arduino

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leandro Krug Wives (PPGIE),

Prof.^a Dr.^a Liane Ludwing Loder (UFRGS),

Prof. Dr. Francisco Catelli (UCS).

Resumo

Alguns dos maiores desafios no processo de ensino-aprendizagem nos cursos Técnicos de Informática estão relacionados com a disciplina Lógica de Programação. Esta disciplina geralmente é ministrada no início dos cursos e apresenta altos índices de reprovação devido ao seu nível de complexidade e de abstração na construção de algoritmos computacionais. Estudos revelam que a prática pedagógica tradicional no ensino de algoritmos torna-se um processo desmotivador para os alunos, e que a Robótica Educacional visa proporcionar um ambiente dinâmico, atrativo e motivacional para eles. Sendo assim, esta tese tem como objetivo investigar como as atividades de robótica educacional, a partir da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, por meio de um simulador de circuitos podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de algoritmos. Um estudo de caso de abordagem quali-quantitativa foi realizado com os alunos do primeiro ano da disciplina Lógica de Programação do Curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Cacoal. Este estudo teve como aporte a teoria Histórico-Cultural de Lev S. Vygotsky, considerando os seguintes pontos: elementos mediadores, Zona de Desenvolvimento Proximal e a interação social. Os resultados alcançados com esta pesquisa mostraram que a Robótica Educacional aliada ao Arduino, é uma ferramenta pedagógica eficiente para o processo de ensino-aprendizagem para a disciplina Lógica de Programação, pois motivam e estimulam os alunos, tornando-os coparticipantes na reconstrução de seus conhecimentos sobre algoritmos e programação. Os resultados também apontam que as atividades utilizando a Robótica Educacional proporcionaram ao aluno: autonomia; colaboração; responsabilidade; criatividade; liderança; desenvolvimento do raciocínio lógico; trabalho em equipe; senso crítico e interação social. Estas afirmações estão sustentadas mediante os questionários aplicados aos alunos e análise das atividades práticas durante uma oficina on-line por meio de um laboratório virtual, com base na metodologia proposta e consolidadas nos resultados apurados.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Arduino. Algoritmos. Lógica de Programação. Zona de Desenvolvimento Proximal.

RESUMO DE TESE

CLÓVIS DA SILVEIRA

Orientadora: **Prof.^a Dr.^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco**

Coorientador: **Prof. Dr. Fabrício Herpich**

Tese: **Desenvolvimento de Um Framework com Estratégias de Avaliação de Agentes Conversacionais Educacionais**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Milton Antonio Zaro (PPGIE).

Prof.^a Dr.^a Eliane Pozzebon (UFSC/DEC).

Prof. Dr. Marcelo Augusto Rauh Schmitt (IFRS/POA).

Resumo

O crescimento das tecnologias de informação e comunicação tem demonstrado uma série de ferramentas desenvolvidas para as mais diversas finalidades, entre elas, as ferramentas que possibilitam o envio de mensagens instantâneas e proporcionam uma comunicação em tempo real, como é o caso dos agentes conversacionais, que permitem a participação e intervenção dos sujeitos, promovendo, dessa forma, a interação de um para um. Um agente conversacional mantém um diálogo com quem o utiliza, por meio de perguntas realizadas pelo estudante, mediante texto, simulando um tutor pedagógico que provê suporte ao ensino de conteúdo. De fato, avaliar e construir agentes conversacionais educacionais é um desafio, pois, atualmente, o uso de agentes demanda referências específicas para apoiar a avaliação de agentes conversacionais educacionais por conta de métricas de avaliação da qualidade de software. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida na presente tese resultou na construção de um framework com métricas de avaliação de software, passíveis de serem usadas na avaliação de chatbots em contexto educacional. O conjunto destas métricas foi pensado também como apoio para orientar a construção de um agente conversacional educacional. O framework envolveu métricas de avaliação de software da NBR-ISO IEC-25010 e métricas de trabalhos relacionados que abordam a avaliação de agentes conversacionais. Ademais, um aplicativo web, denominado ChatAval, foi desenvolvido com a finalidade de automatizar a definição das funcionalidades de categorias, métricas, avaliações e de apoiar a criação de questionário e entrega das avaliações com indicadores resultantes das respostas já calculadas automaticamente. O procedimento metodológico adotado neste estudo consiste em uma pesquisa exploratória e descritiva, caracterizada por procedimentos bibliográficos, documentais e estudo de caso. O estudo de campo envolveu alunos do Curso Técnico em Informática para Internet do Senac, unidade São Leopoldo-RS, com os quais foi trabalhado o uso dos agentes conversacionais METIS, ATENA e ALTEIA, que já vêm sendo estudados e desenvolvidos no contexto do Projeto AVATAR (Ambiente Virtual de Aprendizagem e Trabalho Acadêmico Remoto), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O framework foi validado por um conjunto de especialistas. Neste trabalho, foram considerados especialistas os profissionais que atuam com Tecnologia da Informação e não têm vivências ou experiências na docência; professores de diversas áreas da educação, mas que usam as tecnologias no contexto de suas disciplinas; e profissionais formados nas áreas de Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Licenciatura em Computação e outras formações, os quais atuam como docentes na área de Tecnologia da Informação. A coleta de dados envolveu três fases: levantamento do perfil dos sujeitos; atividades práticas de programação com os alunos, a fim de realizar um teste piloto nas funcionalidades do ChatAval a partir da avaliação dos agentes METIS, ATENA e ALTEIA; e a avaliação e validação das métricas que compõem o framework pelos especialistas. Os resultados das Fases 1 e 2 apontam que as funcionalidades do ChatAval foram validadas com sucesso. Já em relação ao resultado do framework, nenhum dos especialistas rejeitou ou sugeriu que fosse excluída uma determinada métrica, mas que fossem realizados pequenos ajustes em relação ao texto ou realocação para uma outra categoria, o que demonstra que as métricas com origem dos trabalhos relacionados, bem como as métricas da ISO/IEC 25010 atenderam, de forma satisfatória, a composição do framework.

Palavras-chave: Agentes Conversacionais. Métricas de Avaliação. Chatbot. Qualidade de Software. NBR-ISO IEC-25010.

CINTIA LISIANE DA SILVA RENZ

Orientadora: Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco

Tese: Reversibilidades Lógicas: Possibilidades para Pensar o Processo de Ensino e Aprendizagem em Contabilidade

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Rosane Aragón (PPGIE),

Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso (PPGIE),

Prof.^a Dr.^a Wendy Beatriz Witt Haddad Carraro (UFRGS),

Prof.^a Dr.^a Mariana Lima Duro (IFRS).

Resumo

O presente estudo tem como objetivo identificar, através de uma ferramenta digital, quais reversibilidades lógicas são operadas pelos estudantes ao realizarem uma tarefa de escrituração contábil de modo a gerar recomendações ao docente de contabilidade. Fundamenta-se na teoria piagetiana para compreender os processos lógicos, inerentes à natureza contábil e como esses podem ser e explicados a partir das reversibilidades lógicas, característica fundamental do pensamento operatório formal. A formalização contábil, em especial a escrituração (registros), implica em inversões e reciprocidades (reversibilidades) que podem ser compreendidas através do modelo teórico da estrutura de grupo INRC ([I]identidade; [N]negação; [R]recíproca; [C]correlativa). Metodologicamente se caracteriza como uma pesquisa de abordagem qualitativa do tipo exploratória descritiva que se desenvolveu empiricamente, em fases distintas de coleta de dados. A fase um e a dois, consistiu na identificação das reversibilidades lógicas operadas pelos estudantes ao realizarem uma tarefa de escrituração, já na fase dois a identificação das reversibilidades lógicas se deu por meio de uma ferramenta digital de escrituração. A validação da ferramenta se constituiu na fase três da pesquisa de campo. Os resultados da pesquisa evidenciaram três formas típicas de realização de tarefa desenvolvida pelos estudantes. A primeira forma típica de realização de tarefa diz respeito aos estudantes que realizam as reversibilidades lógicas e as mesmas são coerentes contabilmente. Já a segunda forma típica de realização de tarefa evidencia os estudantes que realizam as reversibilidades lógicas, porém as mesmas são incoerentes contabilmente. A terceira forma típica de realização de tarefa corresponde aos estudantes que não realizam as reversibilidades lógicas. Nesse último caso, pode-se dizer que há uma ausência de relação lógica entre os grupos patrimoniais e uma ausência de coerência contábil. As formas típicas são identificadas pelo sistema automaticamente, gerando um diagnóstico do desempenho lógico dos estudantes, ao mesmo tempo em que vinculam as recomendações aos docentes. De posse do diagnóstico e das recomendações, o docente poderá pensar a respeito de suas estratégias de ensino, atentando principalmente para o processo de construção de conhecimento individual de cada estudante.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem em Contabilidade; Reversibilidade Lógica; Pensamento Operatório Formal.

RESUMO DE TESE

MOURIAC HALEN DIEMER

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Magda Bercht

Tese: **Grupos de Colaboração: A Influência da Postura Interpessoal na Aprendizagem de Lógica de Programação**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui (PPGIE/UFRGS),

Prof.^a Dr.^a Magali Teresinha Longhi (UFRGS),

Prof.^a Dr.^a Marli Teresinha Quartieri (UNIVATES).

Resumo

As dificuldades de aprendizagem de lógica de programação têm preocupado docentes e Instituições de Ensino Superior, por representarem barreiras para progressão nos currículos de graduação, comprometendo a permanência dos estudantes em cursos de Computação e Informática. O uso de estratégias pedagógicas que mobilizam os estudantes para autonomia, para o desenvolvimento do pensamento de ordem superior e para a aprendizagem com seus pares tem sido objeto de estudos e proposições investigativas com intuito de vencer as dificuldades vivenciadas pelos estudantes de lógica de programação. A Aprendizagem Colaborativa está presente na maioria dessas propostas, porém o êxito desse processo pode ser influenciado pela disposição em colaborar e efetiva participação dos alunos, ou seja, pela solicitude desses estudantes. A solicitude é um estado afetivo espontâneo ou intencionalmente empregado no relacionamento interpessoal, assim, pesquisar sobre a influência desse afeto no desempenho de grupos de colaboração permitirá entender a sua relação com a aprendizagem neste contexto, possibilitando traçar diretrizes para a ação docente. Esta pesquisa investigou como se desempenham os estudantes que integram grupos de Aprendizagem Colaborativa à luz da presença ou ausência de membros que demonstram postura colaborativa solícita. Para levar a cabo os objetivos, realizou-se uma pesquisa exploratória, de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, por meio de estudos de caso em que se observaram grupos de colaboração desenvolvendo atividades de aprendizagem de lógica de programação. Em diferentes etapas, participaram 153 estudantes de sete turmas diferentes. Os resultados mostram que a solicitude é um afeto importante, à medida que exerce influência sobre o desempenho alcançado pelos grupos. Um modelo de Aluno Colaborativo Solícito foi desenvolvido e implementado em software, permitindo identificar os estudantes que exercem a colaboração com postura colaborativa solícita.

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa. Aprendizagem de lógica de programação. Computação Afetiva. Solicitude.

EDERSON BASTIANI

Orientador: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui

Tese: **Desenvolvimento e Validação de uma Ferramenta Computacional Baseada em Técnicas de Mineração de Texto Voltada ao Apoio da Escrita de Projetos de Pesquisa**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Silvio César Cazella (PPGIE),

Prof.^a Dr.^a Ilse Abegg (UFSM),

Prof.^a Dr.^a Regina Motz (UDELAR).

Resumo

A sociedade atual demanda que seus integrantes sejam capazes de se expressar por meio das duas habilidades de escrita em diferentes contextos. No âmbito do ensino superior, por exemplo, os alunos são instigados a escreverem textos de acordo com diversos gêneros acadêmico-científicos, o que caracteriza a escrita, agora dita acadêmica, como uma competência associada ao bem estar do aluno e à sua permanência e êxito. Todavia, escrever é uma tarefa complexa que não exige apenas o conhecimento sobre a linguagem, mas habilidades cognitivas de memória e pensamento e é notório que os escritores, principalmente iniciantes, como os alunos ingressantes na graduação, apresentam dificuldades para organizar, escrever e revisar textos mais elaborados do que os produtos escritos no dia-a-dia ou do que textos trabalhados em níveis de educação anteriores. Para a escrita de um projeto de pesquisa, objeto deste estudo, os alunos precisam aprender diversos conceitos e normas acadêmicas envolvidas na elaboração deste gênero, além de serem capazes de gerenciar essa ampla gama de informações durante o processo de escrita. Uma das maneiras de beneficiar o processo de escrita acadêmica e aprimorar as habilidades dos escritores é através da utilização de estratégias de escrita que tenham capacidade de gerenciar os processos cognitivos de escrita, quais sejam, planejamento, tradução e revisão. Neste sentido, este trabalho procurou investigar como uma ferramenta computacional, apoiada por técnicas de mineração de texto, pode qualificar a escrita de projetos de pesquisa atuando no processo de revisão textual. Para isso, foi realizado um experimento com estudantes do ensino superior com a utilização do sistema desenvolvido. Os dados gerados a partir deste experimento foram coletados por meio de entrevistas com os estudantes, com um professor e dos registros do sistema, sendo analisados em três prismas: a percepção do estudante enquanto recurso pedagógico; a visão de um professor, enquanto ferramenta complementar de ensino à escrita; e, análise da acurácia das avaliações do sistema quando comparadas à avaliação humana. Os resultados obtidos demonstraram que a investigação foi rica de possibilidades pedagógicas visando a autonomia do aluno, uma vez que os alunos puderam escrever os seus textos, receber feedbacks reflexivos e positivos e dicas de melhoria, podendo tomar as suas decisões com autonomia e auto responsabilidade, sem a dependência de intervenção direta de um professor.

Palavras-chave: Escrita acadêmica. Projeto de pesquisa. Mineração de texto.

RESUMO DE TESE

ANDRÉA THEES

Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Auxiliadora Machado

Tese: “Aprendi No Youtube!”: Investigação Sobre Estudar Matemática Com Videoaulas

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Adriano de Vargas Freitas

Prof. Dr. Tarliz Liao

Prof.^a Dr.^a Guaracira Gouvêa de Souza

Resumo

Com o objetivo de compreender em que medida assistir às videoaulas de matemática disponíveis em um canal no YouTube pode contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos, este estudo buscou identificar elementos constituintes da produção e do consumo de videoaulas de matemática e discutiu sua relação com a prática de estudar-matemática-com-videoaulas. A metodologia do estudo se aproxima da abordagem quanti-qualitativa, caracterizando-se como uma investigação de inspiração netnográfica, tendo como principal material de campo as observações online das videoaulas de matemática e a extração de dados textuais e numéricos da internet. O processo de análise foi estruturado em torno do referencial teórico que embasou as reflexões acerca da influência da sociedade em rede e da cultura da convergência, do uso educacional do YouTube e da aplicação dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia para análise de material audiovisual. Os resultados obtidos apontaram para a existência de uma década de defasagem entre a criação do YouTube e o início das pesquisas nacionais sobre videoaulas, no campo da Educação Matemática; a preferência dos internautas em assistir videoaulas expositivas, no estilo tradicional; a busca prioritária por videoaulas com os conteúdos de matemática elementar e o alto grau de aderência aos princípios da aprendizagem multimídia das videoaulas analisadas. A principal conclusão diz respeito à capacidade de uma videoaula de matemática em contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos, contanto que tenha aderido aos princípios de aprendizagem multimídia.

Palavras-chave: Videoaula; Youtubologia. Tecnologias Digitais. Educação Matemática.