

Informática na Educação e Educação em Computação

Novos estudos no extremo norte do Brasil

Marcelo Henklain
Luciano Silva
Felipe Lobo
Marcelle Urquiza
Filipe Pereira
Organizadores

Copyright © Marcelo Henrique Oliveira Henklain, Luciano Ferreira Silva, Felipe Leite Lobo, Marcelle Alencar Urquiza e Filipe Dwan Pereira

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores.

Marcelo Henrique Oliveira Henklain, Luciano Ferreira Silva, Felipe Leite Lobo, Marcelle Alencar Urquiza e Filipe Dwan Pereira [Orgs.]

Informática na Educação e Educação em Computação: Novos estudos no extremo norte do Brasil. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024. 333p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-1385-9 [Digital]

DOI: 10.51795/9786526513859

1. Informática na Educação. 2. Educação em Computação. 3. Educação Básica. 4. Ensino Superior. I. Henklain, Marcelo. II. Silva, Luciano. III. Lobo, Felipe. IV. Urquiza, Marcelle. V. Pereira, Filipe.

CDD – 370

Revisão Técnica: Marcelo Henklain, Luciano Silva, Felipe Lobo, Marcelle Urquiza e Filipe Pereira

Diagramação: Marcelo Henklain, Hugo Romão, Bárbara Zamperete e Wandressa Reis

Capa: Marcelo Henklain

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Científico da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/ Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luis Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2024

Marcelo Henrique Oliveira Henklain
Luciano Ferreira Silva
Felipe Leite Lobo
Marcelle Alencar Urquiza
Filipe Dwan Pereira
(Organizadores)

**Informática na Educação e Educação em Computação: Novos
estudos no Extremo Norte do Brasil**

 **Pedro & João**
editores

2024

Sumário

Prefácio | 06

Marcelo Henrique Oliveira Henklain

Capítulo 01 - O uso da realidade virtual na construção de jogos educacionais para o ensino infantil | 09

Roodger Nathanael Schau Menezes Araújo de Sousa, Luciano Ferreira Silva e Bárbara Zamperete Oliveira

Capítulo 02 - Revisão bibliográfica sobre o uso das TICs no ensino e aprendizado da educação infantil em escolas rurais | 36

César Augusto S. da Silva, Marcelle Alencar Urquiza e Fernando Souza Rodrigues

Capítulo 03 - Realidade virtual no ensino do corpo humano para alunos do 4º ano: Um estudo de caso | 58

Maria da Natividade de Souza Nunes, Filipe Dwan Pereira e Angelo Almeida Ferro

Capítulo 04 - Ensino Híbrido nas aulas de matemática do Ensino Fundamental II com a plataforma Khan Academy | 73

Janilda Araújo da Silva, Felipe Leite Lobo, Giovana Oliveira Moraes de Lima e Glisbel de las Nives Aponte López

Capítulo 05 - Uso do *software* educacional Tracker como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio | 91

Francisco Rafael Duarte Maciel, Luciano Ferreira Silva, Guilherme Lucas Pereira Bernardo e Marcos Vinícius Melo da Silva

Capítulo 06 - O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimentos oscilatórios | 117

Luiz Otavio Ribeiro Rodrigues, Luciano Ferreira Silva, Ana Julia Vieira Pereira Andrade da Costa e Wanderson Morais de Sousa

Capítulo 07 - O uso do ambiente virtual Moodle como suporte na aprendizagem significativa e cooperativa para o ensino das leis de Newton | 141

Cleydson Gomes dos Santos, Luciano Ferreira Silva, Victor Hugo Souza Costa e Leonardo Carvalho de Matos Silva

Capítulo 08 - Tecnologia assistiva no auxílio à utilização da Internet por daltônicos | 166

Caio de Jesus Gregoratto, Acauan Cardoso Ribeiro e Hércules Lopes dos Santos

Capítulo 09 - Revisão terciária de literatura sobre informática na educação, tecnologias na educação em computação e educação em computação | 195

Élissileny Barroso Bessa, Cleillyson Osmar Souza Diniz de Almeida e Marcelo Henrique Oliveira Henklain

Capítulo 10 - A Relação entre pensar computacionalmente e comportamento matemático: Uma Revisão da Literatura | 215

Dolglas José Melgueiro da Silva, Neucilene Lira Picanço, Marcelo Henrique Oliveira Henklain e Jasson Marques Fontoura Júnior

Capítulo 11 - *Software* educacional de digitação rapidtyping aplicado no terceiro ano do ensino médio | 234

Irlane Melo Costa, Bruno Oliveira da Silva, Marcelle Alencar Urquiza e Wandressa da Silva Reis

Capítulo 12 - Introdução ao ensino da programação para alunos do 5º ano utilizando a ferramenta “Lição Labirinto” do Code.org | 250

José Gonçalves Lucena Neto, Filipe Dwan Pereira e Gabriel Peixoto Menezes da Costa

Capítulo 13 - Caracterização de interesses profissionais e inserção no mercado de trabalho em computação: Um estudo exploratório no Brasil | 264

Giovanna Mendes Garbácio, Jorge Siqueira Serrão e Marcelo Henrique Oliveira Henklain

Capítulo 14 - Acompanhamento informatizado de egressos do curso de computação da Universidade Federal de Roraima: Primeiros passos | 289

Rodrigo de Andrade Rolim Bem, William Juan da Silva Melo, Marcelo Henrique Oliveira Henklain, Acauan Cardoso Ribeiro, Hugo Lima Romão e Rosialdo Queivison Vidinho de Queiroz Vicente

Sobre os autores | 327



Prefácio

Marcelo Henrique Oliveira Henklain
Universidade Federal de Roraima

Em 2023 realizamos a I Oficina de Redação Científica para Computação, que culminou na publicação do livro intitulado “Informática na Educação e Educação em Computação: Estudos no extremo norte do Brasil” (<https://doi.org/10.51795/9786526505601>). Ao longo do primeiro semestre de 2024, demos continuidade a essa ação de extensão, rebatizando-a como “PubLiCo! Publicação Científica em Computação”. Com este novo e-book, “Informática na Educação e Educação em Computação: Novos estudos no extremo norte do Brasil”, comemoramos o sucesso desta ação e colocamos à disposição da sociedade mais uma demonstração do que, em parceria, alunos e professores do Departamento de Ciência da Computação (DCC) têm produzido de conhecimento.

Lembramos aos nossos leitores que este livro, assim como o anterior, representa um pequeno passo que estamos dando no sentido de criar um ambiente de produção científica no DCC. Ele é o produto de muito esforço pessoal de professores e alunos, os quais, muitas vezes, precisaram lidar com condições adversas para conduzirem as suas pesquisas. Não obstante, avaliamos que essa dedicação se justifica em função da importância da formação de profissionais que possuam uma mentalidade científica. Com efeito, seja no processo de condução de pesquisas, quanto no trabalho de adaptação e aperfeiçoamento de textos para a composição desta obra, favorecemos o desenvolvimento dessa mentalidade em relação aos nossos alunos. A todo momento desse projeto exercitamos o pensamento crítico e a redação científica. Naturalmente, ainda precisamos amadurecer e melhorar o nosso trabalho. Embora o caminho de aperfeiçoamento seja longo, acreditamos ter desenvolvido um trabalho importante para os alunos em termos de formação e que traz boas ideias para futuras pesquisas, as quais poderão produzir impactos sociais relevantes.

Neste ano, mais uma vez, reunimos estudos derivados de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), conduzidos por estudantes da Licenciatura em Informática à Distância (LIEAD) e do Bacharelado em Ciência da Computação. Nesse contexto, contamos, ao todo, com 10 trabalhos. Além deles, inovamos ao incluir três estudos decorrentes de dissertações de mestrado orientadas por professor do DCC e, inclusive, uma pesquisa inédita, realizada como atividade complementar àquelas que são compulsórias na graduação.

Nos oito primeiros capítulos, apresentamos contribuições mais associadas à Informática na Educação (IE). Especificamente, nos dois primeiros, tratamos de contribuições à Educação Infantil. O Capítulo 1 aborda o uso da Realidade Virtual (RV) para a construção de jogos para crianças. O Capítulo 2, por sua vez, traz uma revisão da literatura sobre o uso de TICs para o ensino de crianças em escolas rurais. Os dois capítulos subsequentes tratam do ensino fundamental. O Capítulo 3 usa a RV para o ensino dos sistemas do corpo humano, enquanto o Capítulo 4 examina o uso da plataforma Khan Academy na modalidade de ensino híbrido.

Em seguida, contamos com três estudos aplicados ao Ensino Médio. O Capítulo 5 avalia o *software* educacional Tracker para o ensino de física, enquanto os Capítulos 6 e 7 também contemplam o ensino de física, sendo o primeiro por meio da RV e o segundo a partir do Moodle. O Capítulo 8, por sua vez, é compatível com públicos diversos de estudantes e envolve o desenvolvimento de tecnologia assistiva para que pessoas daltônicas naveguem na Internet com facilidade. Embora essa tecnologia precise de atualização, esse estudo toca em um ponto fundamental, que é ampliar a acessibilidade na Internet. Assim, serve de ponto de partida para novas pesquisas sobre tecnologias assistivas.

Os dois capítulos subsequentes, 9 e 10, têm elementos de IE e de Educação em Computação (EC). O Capítulo 9 consiste em uma revisão da literatura sobre a produção científica na interface entre educação e computação. O Capítulo 10, por sua vez, é um exame sobre as relações entre pensamento computacional e comportamento matemático. Vale lembrar que Bispo-Jr et al. (2020) propuseram, além de IE e EC, uma terceira subárea da computação, que são as Tecnologias na Educação em Computação (TEC). A TEC inclui estudos que criam e avaliam recursos digitais para o ensino de computação. Por economia verbal, tanto na primeira obra, quanto agora,

estamos colocando a produção em Tecnologias na Educação em Computação como parte da EC. Esclarecemos melhor esses conceitos e investigamos a produção brasileira sobre essas três subáreas da Computação, IE, TEC e EC, no Capítulo 9.

Por fim, os últimos quatro estudos contemplam ensino fundamental (Capítulo 12), ensino médio (Capítulo 11) e superior (Capítulos 13 e 14). Para alunos do quinto ano do ensino fundamental, foram ensinados elementos de programação por meio da plataforma Code.org. Já os alunos do ensino médio foram ensinados a digitar, com o auxílio do *software* RapidTyping. No Capítulo 13, abordamos interesses profissionais e inserção no mercado de trabalho por profissionais da computação. No Capítulo 14, por fim, apresentamos protótipos de métodos informatizados para o acompanhamento da inserção profissional de egressos do ensino superior.

A diversidade de temas desta obra ilustra o seu potencial contributivo para a Educação. Esperamos que essas pesquisas, além de terem contribuído com a formação de nossos alunos no DCC, possam fornecer subsídios úteis para o estudo e o trabalho de alunos, pesquisadores, educadores e membros da sociedade que estejam interessados em conhecer um pouco mais sobre as interfaces entre computação e educação.

Referências

BISPO Jr., E. L.; RAABE, A.; MATOS, E.; MASCHIO, E.; BARBOSA, E. F.; CARVALHO, L. G.; BITTENCOURT, R. A.; DURAN, R. S.; FALCÃO, T. P. (2020). Tecnologias na Educação em Computação: Primeiros Referenciais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 509-527. Disponível em: <https://bit.ly/43PwiCa>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

Boa Vista, Roraima, 30 de agosto de 2024.



Capítulo 01

O uso da realidade virtual na construção de jogos educacionais para o ensino infantil

Roodger Nathanael Schau Menezes Araújo de Sousa 

Luciano Ferreira Silva 

Bárbara Zamprete Oliveira 

Universidade Federal de Roraima

{roodgersmash, zamperetebarbara}@gmail.com
luciano.silva@ufrr.com

1. Introdução

O conceito de jogo baseia-se em uma atividade física e/ou intelectual que é feita por meio de um conjunto de regras e estabelece um indivíduo ou grupo como ganhador. Segundo Ludwig Wittgenstein (1958) e Huizinga (1971) os jogos são preexistentes às interações humanas e a cultura, sendo difícil determinar com precisão quando surgiram. Sabe-se, porém, que os jogos sempre fascinaram as pessoas ao longo do tempo, sendo eles utilizados para o lazer e como ferramenta para o desenvolvimento cognitivo humano (ZORZAL, 2008).

Com o decurso dos anos, os jogos e as atividades lúdicas foram incorporados aos contextos da educação com diferentes finalidades, o que acarretou diversas pesquisas sobre a funcionalidade e utilização desses materiais didáticos como um recurso para o desenvolvimento educacional de forma ampla (SILVA; SOARES, 2023). Para Jean Piaget, as crianças adquirem conhecimento e desenvolvem habilidades em diversas áreas por intermédio dos jogos e são desafiadas a superar suas limitações. Além disso, a experiência dos jogos contribui para o desenvolvimento de habilidades como negociação, resolução de conflitos, estratégias, autonomia, competição, cooperação, parceria e participação em atividades em grupo, aspectos que são relevantes ao longo da vida adulta (FREITAS, 2008).

Na atualidade, as crianças interagem cada vez mais cedo com a tecnologia, pois vivem em meio às informações e às transformações, estando

mais dispostas às diferentes formas de aprendizagem. Nesse âmbito surgem os jogos computacionais como potencial ferramenta de apoio ao ensino (TEIXEIRA, 2019).

Dessa forma, a utilização da Realidade Virtual (RV) no ensino tem se mostrado uma tendência crescente por oferecer inúmeros benefícios e vantagens no que tange a aprendizagem e interação dos alunos com o conhecimento (ARAÚJO et al., 2024). Dentre várias definições sobre RV, Kirner e Siscoutto (2007) a aborda como interface que permite ao usuário interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador.

Considerando as informações supracitadas, o presente projeto teve como objetivo avaliar a eficiência de técnicas computacionais baseadas em Realidade Virtual (RV), com suporte em teorias pedagógicas, para o desenvolvimento de jogos educacionais infantis. Especificamente, buscou-se criar um jogo educacional aplicável na aprendizagem de crianças do ensino fundamental, com foco no ensino de cores e formas. As perguntas de pesquisa foram:

PP01. Como podemos criar um jogo educacional que seja atraente e promova o engajamento na introdução de princípios básicos, cores e formas para crianças do ensino fundamental usando RV?

PP02. Como podemos criar um jogo educacional que seja eficaz na promoção de aprendizagens na introdução de princípios básicos, cores e formas para crianças do ensino fundamental usando RV?

Dessa forma, o projeto buscou não apenas desenvolver um protótipo de jogo educacional, mas também avaliar sua capacidade de envolver e motivar as crianças, além de analisar sua eficácia como recurso pedagógico no contexto do ensino infantil. Este trabalho está estruturado de forma a primeiramente abordar a introdução, a motivação e as metas traçadas para o seu desenvolvimento, seguido pela fundamentação teórica, o alicerce para o entendimento do trabalho. Na terceira parte são descritos os trabalhos correlatos, sendo detalhada a estrutura de cada um deles e seus resultados. Em seguida, descreve-se o método aplicado no desenvolvimento do protótipo e nas formas de avaliação. Após isso, no item cinco, são apresentados os

resultados obtidos e a análise deles. Por fim, as conclusões obtidas e sugestões para trabalhos futuros encerram este documento.

2. Fundamentação teórica

A fundamentação teórica tem como objetivo proporcionar ao leitor estudos sobre os temas abordados. Serão abordadas teorias de Piaget a respeito do desenvolvimento cognitivo humano, assim como os fundamentos e técnicas de RV voltadas ao ensino.

2.1. Desenvolvimento cognitivo e o papel do jogo na teoria de Piaget

Jean Piaget propôs uma teoria abrangente do desenvolvimento cognitivo humano, destacando diferentes estágios que influenciam as capacidades cognitivas das crianças em períodos específicos (FREITAS, 2008). Esses estágios incluem:

- ✓ Período Sensório-motor (0 a 2 anos): Durante este estágio, as crianças desenvolvem coordenações sensório-motoras ligadas à evolução da motricidade e percepção (GOULART, 1993).
- ✓ Período Pré-operacional (2 a 7 anos): Neste período, o raciocínio intuitivo predomina, ainda sendo pré-lógico e baseado principalmente na percepção. A falta de reversibilidade é um aspecto importante deste subperíodo, em que a criança não compreende completamente a transitividade. Por exemplo, ela não associa que $A < C$, se $A > B$ e $B < C$ (MOREIRA, 1999). O *software* a ser desenvolvido propõe, justamente, estimular, motivar, auxiliar a aprendizagem da criança neste período.
- ✓ Período Operacional Concreto (7 a 11 anos): Durante esta fase, as crianças parecem controlar um sistema cognitivo integrado e coerente, manipulando e organizando o mundo ao seu redor (FLAVELL, 2001). Elas desenvolvem a capacidade de reversibilidade operatória, combinando classes elementares para formar classes superiores e diferenciando suas classes componentes. Por exemplo: a classe superior ($A + A' = B$) através da qual ela consegue diferenciar suas classes componentes ($B - A = A'$ ou $B - A' = A$), ou seja, ela analisa as

classes sem perder uma série de equilíbrio reversível sobre elas (MOREIRA, 1999);

- ✓ Período Formal (a partir dos 11 anos): Nesta fase, as crianças demonstram a capacidade de trabalhar com hipóteses (FREITAS, 2008).

É importante ressaltar que Jean Piaget não definiu fixamente as idades para esses períodos, pois a transição entre eles depende do ambiente cultural em que a criança está vivendo e do modo que ela interage com esse ambiente (FREITAS, 2008). Durante seu desenvolvimento, as crianças criam relações complexas com objetos, coordenando essas relações de forma cada vez mais sofisticada, o que facilita o raciocínio lógico. Essa capacidade surge devido a presença de noções de conservação, seriação e classificação. Essas noções, por sua vez, são necessárias para a aprendizagem de qualquer conteúdo disciplinar (FREITAS, 2008).

Já a respeito do papel do jogo no contexto da educação infantil, muitos psicólogos e pedagogos têm analisado o seu impacto na composição das representações mentais e seus efeitos no desenvolvimento da criança, principalmente, na faixa etária de 0 a 6 anos de idade (KISHIMOTO, 1994). Para Jean Piaget, o jogo é fundamental para a formação do conhecimento, principalmente nos estágios sensório-motor e pré-operatório. As crianças, ao interagirem com objetos durante o jogo, modelam seu espaço, tempo e desenvolvem noções de causalidade, representação e, finalmente, a lógica.

O jogo se dá numa fase simultânea a da imitação, porém, enquanto nesta há uma predominância da acomodação, no jogo, a característica essencial é a assimilação (GIOCA, 2001). No período de 1 a 4 meses de nascida, a criança desenvolve reações circulares primárias. Quando estas reações refletem o prazer da ação sem aquela expectativa de obter resultados, tal reação deixa de formar um ato de adaptação completo para dar origem a um prazer de assimilação pura e simplesmente funcional, um pensamento controlado pela preocupação da satisfação individual (GIOCA, 2001).

Quando a criança atinge os seus 5 meses de vida, ela entra na chamada fase das reações circulares secundárias, que se prolonga até o

oitavo mês. Nesta fase a criança repete certos movimentos que tenham criado um efeito inesperado no ambiente. Esta repetição tem o objetivo de manter este efeito descoberto por acaso; a diferenciação entre o jogo e a assimilação intelectual começa a ficar um pouco mais clara. E, ao completar 1 ano de nascida, surgem as reações circulares terciárias. A criança não só reproduz uma ação interessante, mas pode variá-la no momento em que a repete (GIOCA, 2001).

Piaget, ao demonstrar como os jogos e os mecanismos envolvidos na construção da inteligência estão fortemente relacionados, destacou também, a influência do jogo espontâneo como objeto motivador e incentivador no processo de aprendizagem, fornecendo à criança uma razão intrínseca para explorar e usar sua inteligência de forma significativa (GIOCA, 2001). Ainda de acordo com Gioca (2001), os jogos auxiliam o domínio das habilidades de comunicação, facilitando a autoexpressão, encorajam o desenvolvimento intelectual da criança através do exercício da atenção, e pelo uso de processos mentais mais complexos, como comparação e discriminação; e pelo estímulo que ele dá à criança ao fazê-la usar sua imaginação. As vontades e os desejos das crianças podem ser realizados por meio do uso da imaginação, que a criança faz através do jogo.

Além disso, por intermédio dos jogos, as crianças também aprendem a negociar, a criar estratégias, a resolverem conflitos e a terem autonomia. Aprendem sobre competição, como agir nas atividades em grupo, a cooperar, aspectos que lidará até o fim da sua vida. De acordo com as teorias de Jean Piaget pode-se entender que existem três tipos de estruturas que classificam os jogos infantis (FREITAS, 2008; GIOCA, 2001), são elas:

- ✓ Jogos de Exercício: São ações repetidas sistematicamente, fornecendo significado e permitindo a compreensão, além de gerar satisfação e estabelecer hábitos. A sua finalidade é proporcionar prazer pela própria ação.
- ✓ Jogos Simbólicos: Emergem com o desenvolvimento da linguagem e da capacidade de representação, possibilitando que a criança pense por analogia e crie significados. Por meio dessa analogia, ela elabora regras e explicações, podendo imaginar situações como um automóvel circulando ao arrastar uma caixa pelo chão.

- ✓ **Jogos de Regra:** Surgem em fases mais avançadas do desenvolvimento. Enquanto para crianças de 2 ou 3 anos simplesmente subir degraus já é satisfatório, para aquelas de 6 anos, por exemplo, a ação torna-se atrativa ao envolver regras específicas, como subir com um pé só ou pular degraus. As regras nesses jogos aumentam a atenção e regulam o comportamento da criança. O prazer nessa fase está relacionado ao objetivo alcançado, diferente dos jogos simbólicos e de exercício, nos quais o prazer está na própria atividade. Assim, os jogos de regra combinam ações sensoriais ou intelectuais com competição entre os participantes, tornando as regras essenciais para a experiência.

2.2. Realidade virtual: Uma breve introdução

As representações da realidade sempre fizeram parte da vida do ser humano, dando a ele a capacidade de se expressar, desde desenhos rústicos primitivos em paredes, pinturas, até o teatro, cinema, passando por jogos, ilusionismo e outras expressões artísticas. A utilização do computador potencializou tais expressões tornando viáveis multimídias, como sons, imagens e vídeos. Ao passo que os videogames ganharam um grande espaço explorando a interação. Não demorou muito para que essas tecnologias convergissem e, quebrando a barreira da tela do monitor, gerassem ambientes tridimensionais interativos e em tempo real, por meio da RV (KIRNER; SISCOUTO, 2006).

A realidade virtual abrange um conjunto de tecnologias que permitem a criação de ambientes gráficos, simulando realidades existentes ou projetadas. Essas tecnologias, baseadas em programas computacionais, possibilitam a interação do usuário com o ambiente virtual, proporcionando sensações de locomoção tridimensional e controle sobre objetos gráficos (CARDOSO; LAMOUNIER, 2004).

A RV se destaca pela sua interatividade, permitindo que o usuário não apenas observe passivamente, mas também interaja com o espaço virtual, manipulando objetos e recebendo respostas em tempo real (FREITAS, 2008). Essa interação dinâmica diferencia a RV da multimídia, que tende a focar em imagens pré-processadas e na qualidade visual, priorizando a qualidade das

imagens e exigindo alta capacidade de transmissão. Já a RV trabalha com imagens calculadas em tempo real, priorizando a interação do usuário, exigindo alta capacidade de processamento e utilizando técnicas e recursos de renderização de modelos tridimensionais em dispositivos especiais. Mas, assim como na multimídia, a RV precisa transportar o usuário para o domínio da aplicação (espaço virtual), exigindo adaptação e treinamento (KIRNER; SISCOUTO, 2006).

Existem dois tipos principais de sistemas de RV: imersivos e não imersivos. imersiva transporta o usuário para o ambiente virtual através de dispositivos sensoriais avançados, como capacetes e cavernas que capturam seus movimentos e comportamento, e respondem a eles. Desta forma proporcionando uma sensação de presença dentro do mundo virtual. Já a RV não imersiva, embora ofereça acesso ao mundo virtual através de uma janela como um monitor ou projeção, não cria uma desconexão completa com o ambiente real, mantendo o usuário consciente da sua localização física (KIRNER; SISCOUTO, 2006).

O desenvolvimento da RV remonta aos primeiros simuladores de voo logo após o término da Segunda Guerra Mundial. Esses simuladores replicavam o movimento de aeronaves em um cockpit específico que era controlado por um sistema de ativação pneumática (JUNIOR, 2003). No entanto, foi nos anos 60, com a criação do primeiro *Head Mounted Display* (HMD) por Ivan Sutherland, considerado por muitos o pai da computação gráfica, que a RV deu um salto significativo. O HMD foi intitulado “*ultimate display*” e era totalmente funcional para gráficos de computador, possibilitando ao usuário ver, através da rotação de sua cabeça, diferentes lados de uma estrutura de arame na forma de um cubo flutuando no espaço (KIRNER, 1996).

A década de 80 também teve um impacto importante no desenvolvimento da realidade virtual, com avanços em *hardware*, sensoriamento remoto e popularização de linguagens como VRML (*Virtual Reality Modeling Language*), que facilitaram a criação de experiências imersivas. Além disso, os videogames desempenharam um papel fundamental ao enfatizarem a interatividade em ambientes tridimensionais, impulsionando o interesse e a adoção da RV em diversos setores (JUNIOR, 2003; KIRNER, 2004; TORRI, 2004).

2.3. Realidade virtual no ensino infantil

A utilização da realidade virtual (RV) no ensino infantil tem sido objeto de diversas pesquisas que destacam seus benefícios educacionais. Segundo Freitas (2008), a RV promove uma maior retenção do conhecimento devido à sua natureza participativa, que envolve os sentidos dos alunos de forma ativa. Esse envolvimento sensorial prolonga a memorização do conteúdo aprendido.

Além disso, a RV no contexto educacional proporciona uma abordagem de aprendizagem baseada na exploração, descoberta, observação e construção do conhecimento. Ela representa uma nova forma de ensino e aprendizagem, oferecendo aos alunos oportunidades de compreender melhor os objetos de estudo por meio de experiências imersivas (CARDOSO; LAMOUNIER, 2004).

Freitas et al. (2007) destacam o crescente interesse das crianças por jogos de videogames e computador, que se tornam cada vez mais sofisticados e envolventes. Esses jogos podem ser altamente motivadores, despertando o interesse das crianças por conteúdos didáticos, inclusive aspectos relacionados ao ambiente escolar.

2.4. Síntese

Com base na teoria de desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget é possível entender que, em determinado período do seu estágio evolutivo, a criança aprende com mais facilidade quando o assunto é abordado de forma lúdica, especialmente durante o estágio pré-operacional, em que a intuição desempenha um papel fundamental. Jean Piaget enfatiza que os jogos têm um impacto significativo na construção do conhecimento nessa fase do desenvolvimento.

A utilização da realidade virtual (RV) em jogos contribui para uma maior retenção do conhecimento, conforme demonstrado por Freitas (2008). Com base nesse entendimento, a proposta é desenvolver um protótipo que combine elementos lúdicos com a tecnologia da RV. Esse protótipo pretende proporcionar uma experiência de aprendizado envolvente e eficaz, alinhada

com as características de desenvolvimento cognitivo das crianças no estágio pré-operacional, segundo a perspectiva de Jean Piaget.

3. Trabalhos relacionados

São apresentados nesta seção alguns trabalhos correlatos que envolvem a RV e o ensino. Um desses trabalhos é o projeto Ludostop, desenvolvido pela Universidade Federal de Uberlândia, é um sistema baseado em um jogo francês denominado Quarto, um jogo de tabuleiro em que o jogador é levado a pensar e traçar estratégias para alcançar a vitória. O nome do jogo, Ludostop, vem da união de ludos (lúdico, jogo) com top (faz alusão ao termo laptop), como ilustra a Figura 3.1, e traz a ideia de ser um jogo virtual educativo (FREITAS, 2008).

O jogo é composto por um tabuleiro 4x4 (16 casas) e por 16 peças. As peças têm forma de cilindro ou de paralelepípedo e possuem cores, formas e tamanhos diferentes. O objetivo do jogo é alinhar as peças com algum dos atributos semelhantes. O jogador que conseguir alinhar as peças com pelo menos um atributo em comum vence o jogo. Por exemplo: se o jogador alinhar paralelepípedos, sendo eles de qualquer cor ou tamanho ele vence, pois conseguiu alinhar as peças com pelo menos um atributo semelhante.

O jogo contempla questões pedagógicas importantes, como a socialização, uma vez que os oponentes são levados a conversarem entre si para organizar suas estratégias, e a capacidade de operar classificações, pois as peças do jogo possuem classes (como cor, tamanho, forma, etc.). A RV oferece um ambiente mais atrativo, interessante e também estimulante. Se aproxima da realidade de muitas crianças de hoje, que interagem com a RV através de videogames e jogos de computador.

Também voltado para o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático, destaca-se a implementação da Torre de Hanói em uma interface de realidade aumentada. Desenvolvido pelo Grupo de RV da Universidade Federal de Uberlândia, este novo método de jogo traz outros desafios que exercitam a capacidade de raciocínio espacial e sequencial do jogador.

A Torre de Hanói, um tipo de "quebra-cabeça" criado por Edouard Lucas em 1883, tem seu nome inspirado na torre símbolo da cidade de Hanói, no Vietnã. O objetivo do jogo é transportar a torre, deslocando um disco de cada vez, do pino de origem para um pino de destino, fazendo uso de um terceiro pino auxiliar, de forma que um disco menor jamais fique embaixo de um disco maior.

Uma base com três pinos fixados em posição vertical e quatro discos perfurados em seu centro, cada um com diâmetro diferente, compõe a estrutura da Torre de Hanói na interface de realidade aumentada. Além disso, quatro quadrados com símbolos específicos são utilizados no jogo. Uma câmera captura a imagem desses símbolos, e o aplicativo reproduz o tabuleiro do jogo à medida que os quadrados são girados e as jogadas são realizadas.

No início do jogo, os discos são todos colocados em um só pino de forma ordenada, ficando o de maior diâmetro abaixo de todos e o de menor diâmetro em cima de todos eles, criando então uma torre. Desenvolvido pelo Grupo de RV da Universidade Federal de Uberlândia, esse novo método de jogo traz outros desafios que exercitam a capacidade de raciocínio espacial e sequencial do jogador. No jogo o disco não cai, então cabe ao próprio jogador descobrir sua posição espacial para que ele seja posicionado adequadamente, de acordo com as regras, sobre a torre parcial, tal procedimento é feito com a manipulação do cubo correspondente, escolhendo-se o disco na altura correta para cada caso.

O projeto Jogos de Palavras, também desenvolvido pelo Grupo de RV da Universidade Federal de Uberlândia, propõe a junção de letras para formar palavras e resgatar a imagem referente com as técnicas de Realidade Aumentada para enriquecer os resultados finais (ZORZAL, 2008). O jogo é composto pelas letras do alfabeto inseridas em pequenos quadrados ou retângulos. Esses objetos são, para o aplicativo, marcadores de referência, e quando devidamente alinhados são reconhecidos pelo sistema. Baseando-se nisso, foram cadastradas combinações de palavras, formando assim marcadores compostos. Quando o jogador forma uma sequência de letras previamente cadastrada, o ARToolKit mostra um objeto virtual associado àquela combinação (ZORZAL, 2008).

Por fim, outro trabalho significativo é o IntEducaTrânsito, um jogo 3D interativo e educativo que ensina aos usuários as normas de trânsito. Desenvolvido por D. Macedo et al. (2013), este jogo é considerado uma ferramenta lúdica útil para o desenvolvimento da atenção, disciplina e autocontrole dos jogadores, especialmente crianças e adolescentes. O jogo é controlado por dispositivos não tradicionais como tablets, *smartphones*, *joysticks* e volantes, utilizando o motor *Blender Game Engine* em conjunto com linguagens de programação como C++ e Python. O IntEducaTrânsito é visto como uma ferramenta alternativa de auxílio ao processo de habilitação em centros de formação de condutores.

Em síntese, esta seção analisou diversos jogos educativos que utilizam realidade virtual, cada um com mecânicas e estratégias diferentes. O Ludostop e a Torre de Hanói visam o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático; o jogo de palavras trabalha a associação de letras e memorização de palavras; o IntEducaTrânsito tem o objetivo de ensinar leis de trânsito enquanto o usuário controla um automóvel numa pista. O protótipo desenvolvido também fez uso de elementos de RV e métodos de ensino lúdicos, mas foi direcionado a aprendizagem de conceitos básicos de cores e formas geométricas, buscando contribuir na educação deste tipo de conteúdo com recursos inovadores.

4. Método

4.1. Solução computacional

O método adotado foi cuidadosamente planejado para avaliar a eficiência das técnicas computacionais baseadas em Realidade Virtual (RV) e fundamentado em teorias pedagógicas aplicáveis ao desenvolvimento de jogos educacionais infantis. Para alcançar esse objetivo, foi desenvolvido um protótipo que atendesse os seguintes requisitos:

- ✓ Simular um ambiente virtual próximo do real, que possibilite uma sensação imersiva e agradável ao usuário que estiver jogando.
- ✓ Permitir, através do mouse ou de uma tela touchscreen, a interação do usuário com o protótipo.
- ✓ Auxiliar crianças, de forma lúdica, no processo ensino/aprendizagem de cores e formas geométricas.

- ✓ Desenvolver um protótipo de qualidade e ao mesmo tempo leve, que funciona nos aparelhos eletrônicos mais simples.

Quanto às interações do usuário com o protótipo, incluindo as ações realizadas pelo usuário e as respostas correspondentes do protótipo a cada decisão tomada, foi desenvolvido o seguinte diagrama de caso de uso (Figura 1) para ilustrar esses processos.

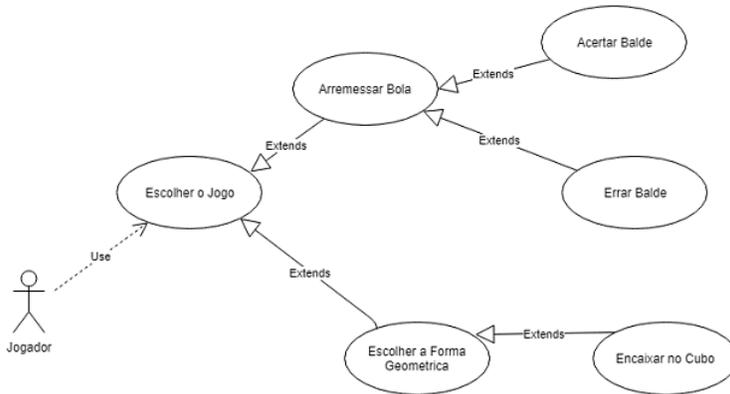


Figura 1. Diagrama de caso de uso. Interação do usuário e respostas do protótipo.



Figura 2. Menu UI, em que o usuário faz a escolha do jogo.

No caso de uso "Escolher Jogo", o usuário terá a opção inicial de escolher entre dois jogos distintos: o Jogo das Cores e o Jogo das Formas (ver

Figura 2). Essa decisão marca o início da interação do usuário com o protótipo, proporcionando uma experiência personalizada e direcionada às preferências individuais de aprendizagem.



Figura 3. Jogo das cores.



Figura 4. Jogo das cores: Pontuação final do usuário.

No jogo das cores (Figura 3) o usuário terá em sua frente uma bola de cor aleatória e a frente da bola três baldes que rotacionam em um determinado eixo. O objetivo é acertar o balde da cor correspondente à cor da bola. No caso de uso “Arremessar bola” o usuário tem um mecanismo de barra de força, em que ele pressiona a bola para arremessá-la, carregando assim a barra de força. Quanto mais tempo a barra for carregada, mais impulso a bola tem ao ser lançada.

No caso de uso “Acertar Balde” a pontuação é somada, é exibida uma animação com a cor correspondente escrita, e a tabela de bolas utilizadas é preenchida em uma casa. No caso de uso “Errar Balde” nenhuma mensagem negativa é exibida para evitar qualquer frustração, apenas é feito o acréscimo no contador de bolas utilizadas. Ao final de 10 bolas a pontuação (Figura 4) é exibida, se o usuário acertar de 1 a 3 bolas ele recebe uma estrela, de 4 a 7 recebe duas estrelas e de 8 a 10 recebe três estrelas.

No caso de uso “Escolher Forma Geométrica” (Figura 5), ocorre no segundo jogo, do jogo de formas geométricas. O usuário tem em sua frente um cubo e quatro objetos com figuras geométricas. Ele deve tentar encaixar a figura geométrica certa no espaço exibido na face do cubo num tempo de 30 segundos.



Figura 5. Jogo das formas.

No caso de uso “Encaixar o Cubo”, se ele conseguir encaixar a figura certa, o cubo rotaciona e uma outra face com uma nova figura é exibida. No final do tempo ou no final das quatro figuras encaixadas, a pontuação é exibida de forma semelhante à do primeiro jogo.

4.1.1. Arquitetura do sistema

Quanto à arquitetura do sistema, o protótipo preza por um sistema simples e intuitivo, pensado no usuário final. O ambiente e os próprios jogos foram modelados buscando a semelhança com o mundo real. O usuário, através da interface gráfica do sistema, terá acesso ao menu principal e,

consecutivamente, aos jogos. A Figura 6 ilustra o diagrama da arquitetura do sistema.

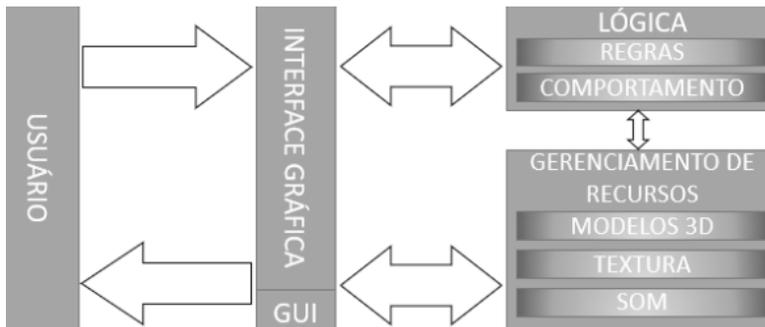


Figura 6. Arquitetura do sistema.

Na camada da Interface Gráfica do Usuário, o usuário pode visualizar graficamente e interagir de forma participativa com o protótipo, observando o resultado de cada ação tomada. Esta interface atua como o canal de comunicação entre o usuário e a lógica do protótipo, permitindo que o usuário acesse o menu principal e escolha entre o Jogo das Cores e o Jogo das Formas Geométricas.

Já a cama lógica corresponde a um conjunto de comportamentos e regras criados para definir a jogabilidade do protótipo. O comportamento é definido pela interface do Unity e as regras por funções desenvolvidas utilizando a linguagem de programação C-Sharp. Incluso no comportamento, a física dos objetos possibilita a interpretação dos sensores, das colisões e a análise da gravidade.

No jogo das cores foram criadas a regra de colisão, a regra de impulso da bola e a regra do painel de bolas utilizadas. A regra de colisão analisa as colisões da bola com outros objetos. A regra de impulso altera as propriedades físicas da bola dando força a ela em uma determinada direção. A regra do painel de bolas utilizadas tem o objetivo de mostrar visualmente ao usuário o número de bolas até o final da fase.

No jogo das formas foram criadas a regra de tempo e a regra de colisão. A regra de tempo determina o fim da fase, ao total de trinta segundos

percorridos. A regra de colisão faz duas análises: a do objeto que cai dentro no cubo, e a dos colisores externos. Cada face do cubo possui colisores moldados conforme cada forma geométrica, tornando assim o encaixe de cada forma único no cubo.

A camada de Gerenciamento de Recursos é responsável por gerenciar recursos dentro da Engine, incluindo texturas, malhas 3D, sons e música ambiente. Esses recursos são manipulados através da interface do Unity e por funções criadas utilizando C-Sharp. As texturas e malhas são definidas pelos recursos disponíveis no Unity, enquanto os sons e músicas são chamados por funções específicas.

Considerando a arquitetura do sistema apresentada nesta sessão, ela foi desenvolvida com o propósito de auxiliar crianças na aprendizagem de formas geométricas e cores. O ambiente do jogo foi projetado para ser acolhedor e familiar, enquanto as cores vibrantes foram escolhidas para atrair a atenção das crianças. A mecânica dos jogos é simples e intuitiva, facilitando o engajamento e a aprendizagem.

4.1.2. Desenvolvimento do protótipo

O código fonte do protótipo, a sua estrutura, o controle do sistema, foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C# (C-Sharp), já para a interface, apresentação, foi utilizado o motor gráfico Unity e para a modelagem de objetos o aplicativo Sketchup. As ferramentas foram escolhidas pela excelente sincronia e por serem parcialmente livres. A linguagem C# funciona muito bem com Unity, é bastante utilizada para desenvolver aplicativos para aparelhos móveis e possui uma gama de conteúdo documentado disponível na internet. Além disso, a Unity desempenha um papel fundamental na qualidade da experiência visual e na interatividade dos jogos. A interface do usuário (UI) é crucial para a interação do usuário com o jogo, incluindo elementos como botões, cursores, caixas de texto, e a apresentação de informações atualizadas, como tempo restante, pontuação e localização de inimigos (SMITH; QUEIROZ, 2015).

O Unity utiliza quatro categorias principais para o controle da interface do usuário, cada uma delas se relacionando diretamente com os Eventos do Sistema. Essas categorias são: controle estático, controle de

interface interativa, componentes de interação não visíveis e classes em C# que gerenciam o controle da interface do usuário (SMITH; QUEIROZ, 2015).

Considerando os casos de uso apresentados na Figura 1, o protótipo desenvolvido oferece ao usuário duas opções de jogos. No jogo das cores, cada balde possui um sensor interno (Figura 7). Quando a bola colide com esse sensor, o método nativo da engine, `OnCollisionEnter`, é ativado.

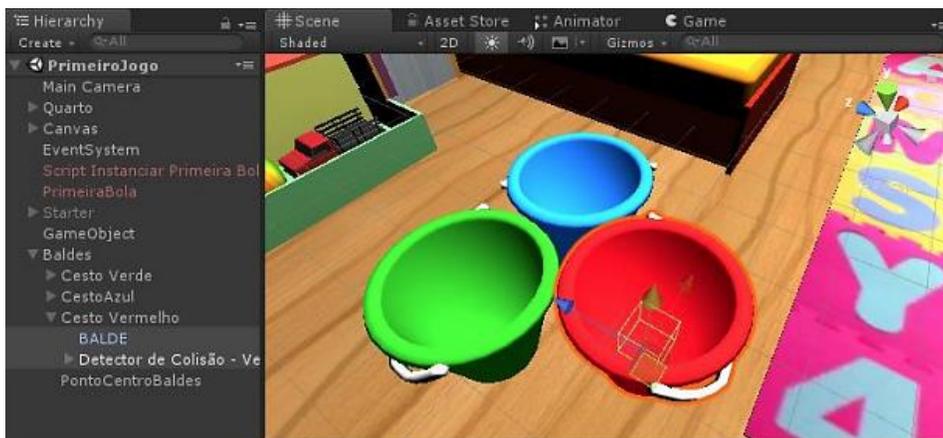


Figura 7. Sensor dos baldes no jogo das cores.

Este método é responsável por verificar a situação da bola arremessada, analisando se a cor da bola corresponde a do balde ou se ela caiu sobre o piso. Se ela cair sobre o piso ou em um balde que não corresponda à cor dela, a função `bolaBaldeErrado` é chamada, se a cor for a correspondente, a função `bolaBaldeCerto`, por sua vez, é chamada.

A função `bolaBaldeCorreto` atribui pontuação, reseta a barra de força, destrói a bola arremessada e chama a função `GerarBola`, que gera uma nova bola de cor aleatória, além disso, atualiza a tabela de bolas utilizadas e reseta a barra de força. De forma semelhante, age a função `bolaBaldeErrado`, com a diferença de não somar pontuação. Já no jogo das formas geométricas, cada face do cubo possui sensores, como mostra a Figura 8.

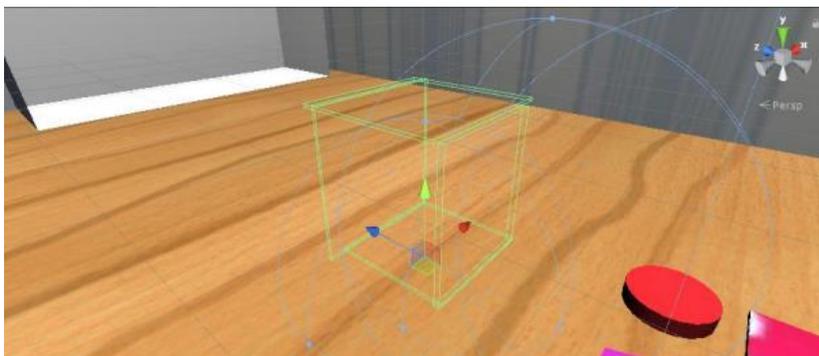


Figura 8. Esquema dos sensores do cubo no jogo das formas geométricas.

O usuário terá que encaixar a figura geométrica na forma exibida na face superior do cubo. Isso será feito através da mecânica *OnMouseDown*. Esta função captura a posição do ponteiro do mouse ou do toque na tela e arrastando o objeto selecionado para a posição determinada pelo usuário. Já o método *OnTriggerEnter* analisa os sensores do jogo, sendo então responsável por verificar se o objeto que colidiu com o sensor corresponde a forma geométrica correta. Além disso, destrói o objeto que foi arrastado e atribui a pontuação.

O Unity se destacou como uma ferramenta poderosa e prática na criação do ambiente como um todo, enquanto a linguagem C# demonstrou leveza e eficiência na implementação da mecânica do protótipo. A utilização de funções nativas do Unity, como a função "*OnMouseDown*", simplificou bastante o processo de implementação. Além disso, os recursos do Unity, como o *occlusion culling* (ocultação de objetos fora da visão da câmera), *culling* (corte de elementos da cena não visíveis), e as capacidades de otimização de malhas e texturas, contribuíram significativamente para tornar o protótipo mais leve, atendendo assim a um dos principais objetivos do projeto.

4.2. Avaliação experimental

Nesta seção abordamos metodologias de avaliação de qualidades de *softwares* e as heurísticas técnicas que as fundamentam. Os métodos de avaliação utilizados neste estudo abrangem a Metodologia de Avaliação de

Software Educacional Infantil (MAQSEI) e a Escala de Likert com faces de Chernoff para desenvolvimento e aplicação de questionários.

A MAQSEI é um sistema criado por S. Humphrey a partir do método de definição de processo pessoal de Watts. O método visa o desenvolvimento ou melhoria de processos de qualquer natureza, neste caso a metodologia de avaliação, ajudando na sua compreensão, definição de passos e condução (ATAYDE, 2003). Esse método consiste em quatro fases:

- ✓ Fase de reconhecimento e proposta de avaliação do *software*: Nesta fase o avaliador toma todos os recursos do *software* para estimar o tempo de cada avaliação. É também nesta fase que se analisa o contexto da escola e dos envolvidos, pais e docentes, melhorando o contexto em que o *software* será inserido.
- ✓ Fase de planejamento dos testes: Nesta fase será feita uma análise para se criar uma avaliação simples e que proporcione bons resultados. A fase é composta de etapas como a preparação do documento para a entrevista com as crianças, a seleção das crianças, preparação do ambiente e materiais, entre outros.
- ✓ Fase de realização dos testes: Fase em que o teste é aplicado. Os participantes serão separados individualmente ou em duplas e serão observados e questionados pelo avaliador.
- ✓ Fase de análise dos dados e produção de um relatório de avaliação: Nesta última fase todos os dados são coletados e transformados em resultado e recomendações sobre o *software*. Alguns pontos heurísticos são verificados nesta etapa, avaliação da aprendizagem, interação, gestão de erros, documentação entre outros.

A MAQSEI não leva em consideração apenas o produto em si, mas analisa o público-alvo em suas avaliações (ATAYDE, 2003). Esse método será aplicado no desenvolvimento do protótipo proposto, já para o questionário aplicado aos usuários, será utilizado o método da escala de Likert com faces de Chernoff.

Essa escala foi criada pelo educador e psicólogo Rensis Likert em 1932, na época recebeu seu Ph.D. em psicologia pela Universidade de Columbia. Em sua tese, Likert fez um levantamento utilizando uma escala de

um a cinco pontos, resultando numa escala de pesquisa como uma forma de medir atitudes, comparou com métodos concorrentes e demonstrou que poderia obter melhores resultados (BERMUDES, 2016). Essa escala consistia em uma pontuação de 1 a 5, onde cada nota significa, respectivamente: discordo totalmente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente.

As faces de Chernoff foram criadas em 1973, por Herman Chernoff. Na época seu método de representação de dados multivariados foi considerado inovador, ele associava cada ponto de um espaço k-dimensional a um esboço de face humana, e cada dimensão representada por uma característica da face. Chernoff utilizou o uso representativo das faces baseado na habilidade da mente humana em identificar uma série de variações faciais e, com isso, criar grupos com as diferenças assimiladas (BOMTEMPO, 2015).

Nas palavras de Chernoff: “as pessoas crescem estudando e reagindo às faces o tempo todo”, e “pequenas diferenças são facilmente detectadas e evocam reações emocionais de um longo catálogo armazenado na memória”. Subconscientemente, a mente humana filtra as feições visuais e foca-se nas potencialmente importantes (BOMTEMPO, 2015).

4.2.1. Aplicação da avaliação

A avaliação do protótipo seguiu a metodologia MAQSEI em suas fases distintas, combinada com a Escala de Likert com faces de Chernoff para o questionário. Iniciando pela fase de Reconhecimento e Proposta de Avaliação do *software*, o protótipo foi desenvolvido para as plataformas Android e computadores, tem partidas breves de cerca de 45 segundos cada. Para testá-lo completamente, calcula-se aproximadamente 1 minuto e 30 segundos por usuário, e os custos são mínimos, limitados à impressão do questionário e deslocamento até a escola.

A etapa seguinte, de Planejamento dos Testes, ocorre em sala de aula com turmas de 25 crianças entre 7 e 9 anos. Os materiais incluem o questionário de avaliação do protótipo, um questionário para os professores, uma câmera para registro e um tablet com o protótipo. A avaliação se divide em duas partes: perguntas gerais e perguntas específicas do protótipo. Na

primeira etapa da avaliação, o questionário será lido juntamente com as crianças. Respondidas as perguntas gerais, dar-se-á início a segunda etapa, a qual as crianças então testaram o protótipo uma por vez. Ao final, revisitam o questionário específico em conjunto, concluindo a segunda parte da avaliação.

A fase de realização dos testes e aplicação do questionário foi realizada em uma sala de aula. Inicialmente foi lido o questionário como proposto na fase de planejamento. Feito isto, cada criança pode testar o protótipo através do tablet. Por fim, o questionário foi preenchido e um espaço para críticas e sugestões foi aberto. Após a aplicação do questionário aos alunos e docentes, a fase de análise dos dados foi conduzida. O relatório resultante dessa análise pode ser visualizado na próxima sessão.

5. Resultados e Discussão

Aqui apresentamos os resultados da avaliação realizada com as 25 crianças com base na metodologia MAQSEI. A respeito da avaliação inicial dos usuários, o gráfico da Figura 9 exibe o percentual de respostas “sim” e “não” as seguintes perguntas: Pergunta 1: Você possui celular, tablet, computador ou outro aparelho semelhante? Pergunta 2: Você utiliza o aparelho diariamente? Pergunta 3: Você já jogou algum jogo educativo?

A análise do gráfico revela que a maioria esmagadora dos usuários não apenas tem acesso a um aparelho eletrônico próprio, mas também o utiliza diariamente, demonstrando um nível significativo de conhecimento e familiaridade com o dispositivo. Além disso, é possível observar que um número considerável de usuários já teve experiência com jogos educacionais. Durante uma conversa com a coordenadora da escola, foi mencionado que esses números refletem os programas criados pela prefeitura para apoiar os professores na área educacional. Ela explicou que a rede de ensino possui 40 tablets com uma variedade de jogos educativos.

Já para avaliação das impressões dos usuários com o *software* desenvolvido, foram aplicadas as seguintes perguntas: Pergunta 1: Como você avalia o jogo das cores? Pergunta 2: Como você avalia o jogo das formas? Pergunta 3: Foi fácil jogar? Foi intuitivo? Pergunta 4: Você gostou do quarto? Parecia real? Pergunta 5: Você gostou dos sons que ouviu nos jogos? Como

você os avalia? Pergunta 6: Você conseguiu lembrar ou aprender alguma das cores no jogo? Pergunta 7: Você conseguiu lembrar ou aprender alguma forma geométrica no jogo? Pergunta 8: Você ficou com vontade de jogar outra vez? Para cada pergunta o usuário podia escolher uma de 5 possíveis respostas: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. As Figura 9 e 10 exibem os resultados coletados a partir das perguntas feitas.

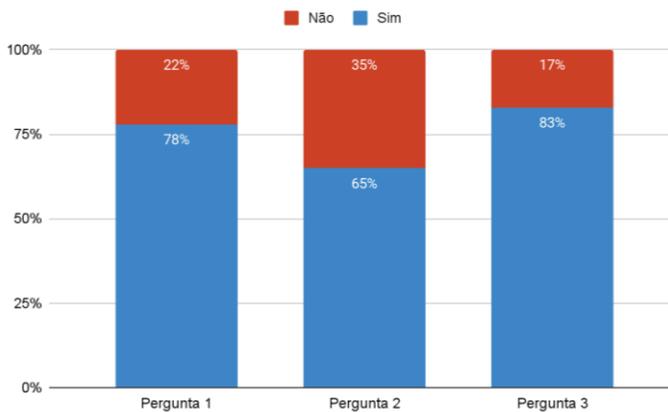


Figura 9. Resultados das respostas ao usuário.

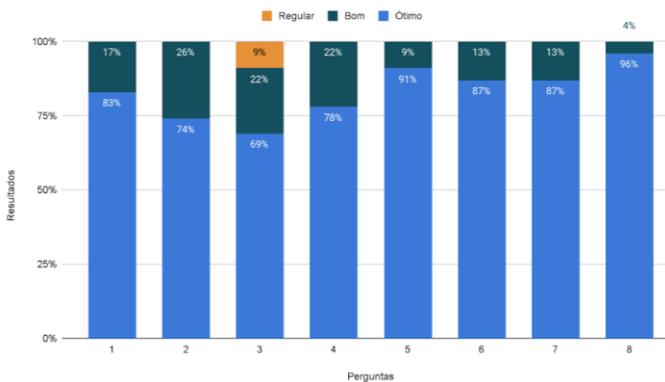


Figura 10. Resultados das respostas relacionadas ao protótipo.

A análise dos dados obtidos revela uma avaliação geral positiva dos usuários em relação ao jogo. No que diz respeito ao jogo das cores, 83% dos

participantes o consideraram ótimo, enquanto 17% o avaliaram como bom. Da mesma forma, o jogo das formas geométricas obteve uma avaliação predominantemente positiva, com 74% dos usuários o classificando como ótimo e 26% como bom.

A jogabilidade também foi bem recebida, com 69% dos participantes considerando-a ótima, 22% como bom e apenas 9% avaliando como regular, destacando-se um pequeno problema em um dos jogos, o das formas geométricas, devido a um erro de posição da câmera. Já a respeito da experiência de imersão, representada pela pergunta sobre o quarto e sua sensação de realidade, foi amplamente aprovada, com 78% dos usuários avaliando como ótimo e 22% como bom. A ideia era de avaliar a realidade virtual, a imersão, os gráficos dos jogos, e o resultado foi satisfatório. Alguns comentários positivos recebidos, sobre como o quarto e os objetos pareciam reais, confirmaram o bom resultado.

Quanto aos aspectos sonoros, o jogo foi muito bem recebido, com 91% dos participantes considerando os sons como ótimos e 9% como bons, refletindo a escolha adequada das músicas e efeitos sonoros. As músicas foram escolhidas por possuírem um tom agitado e dinâmico. Além disso, a cada acerto no jogo eram disparados sons parabenizando o usuário.

Em relação ao aprendizado e relembração, tanto no jogo das cores quanto no das formas geométricas, a maioria dos usuários expressou sucesso nesses aspectos, com 87% avaliando como ótimo e 13% como bom para ambas as perguntas. Alguns usuários comentaram que aprenderam o nome de uma das formas, a saber, o pentágono, exibida no jogo.

Por fim, a vontade de jogar novamente foi extremamente alta, com 96% dos usuários expressando o desejo de repetir a experiência, avaliando-a como ótima (96%) e boa (4%). Esses resultados indicam uma recepção muito positiva do jogo e sua capacidade de engajar e satisfazer os usuários.

Além das perguntas direcionadas aos usuários e suas percepções sobre o protótipo, também foram elaboradas questões para a coordenadora pedagógica da escola acerca do protótipo. As perguntas foram: Pergunta 1: O que você achou da proposta que foi apresentada por esse trabalho? Em resposta, a coordenadora diz ter achado interessante, didático. Fala ainda que os alunos daquela instituição se interessam bastante por atividades

relacionadas a jogos. Pergunta 2: Você acredita que esse artifício lúdico de aprendizagem seria útil em uma instituição educacional?

Em resposta, a coordenadora disse ter sido muito útil, disse que os jogos apresentados são intuitivos, trabalham com conteúdos do dia a dia, só que de uma forma diferente, de forma virtual. Ela explicou que a escola tem projetos de ensino modernos, o mais novo envolve inclusive robótica.

Sendo assim, com base nas metodologias de avaliação de *softwares* infantis aplicadas, cujos resultados foram refinados pela avaliação conduzida e descrita anteriormente, observa-se um crescente interesse das instituições educacionais por métodos de aprendizagem lúdicos e modernos, que comprovam ser mais eficientes.

6. Conclusão

Este estudo apresentou uma pesquisa acadêmica sobre o desenvolvimento cognitivo infantil e o papel da realidade virtual no ensino fundamental, culminando no desenvolvimento de um protótipo lúdico para auxiliar crianças na aprendizagem de formas geométricas básicas e cores.

Foram analisados alguns jogos com RV que trabalham raciocínio lógico, sequencial e memorização, visando contribuir para o desenvolvimento cognitivo das crianças. Nosso protótipo foi concebido com o mesmo propósito, utilizando cenários e mecânicas atrativas para despertar o interesse das crianças e facilitar a aprendizagem. A integração entre motor gráfico Unity e a linguagem CSharp foi crucial para a criação deste protótipo, permitindo sua adaptação para múltiplas plataformas.

A avaliação com professores indicou a utilidade e aceitação do protótipo em ambientes educacionais. Os resultados da avaliação com crianças atingiram os objetivos esperados, demonstrando eficácia na aprendizagem e no envolvimento das crianças. O jogo computacional, baseado em conceitos e técnicas de realidade virtual, denominado Cores e Formas, mostrou-se bem-sucedido em auxiliar o desenvolvimento cognitivo no ensino fundamental.

Utilizamos a metodologia de avaliação MAQSEI como base para nossa avaliação, refinando os resultados com a escala de Likert e faces de Chernoff.

Assim, podemos afirmar que todos os objetivos deste trabalho foram alcançados.

Para trabalhos futuros, considera-se a possibilidade de criar fases desbloqueadas à medida que o usuário atinge pontuação máxima na fase anterior, desenvolver um tutorial com caixas e dicas para facilitar a compreensão da jogabilidade, adicionar falas que auxiliem crianças que ainda não sabem ler durante o jogo, e explorar a implementação de um sistema de multijogadores para competição de pontos.

7. Referências

ARAÚJO, F.J; SANTOS, L.A; MUNGO, W.S.; BEZERRA, O.P.C; CASTILHOS, C.S. Tecnologia e Educação: O ensino por meio da Realidade Virtual. *Revista Contemporânea*, v. 4, n. 1, p. 2039-2052, 2024. ISSN 2447-0961.

ATAÍDE, A. P. R.; TEIXEIRA, A. B. M.; PÁDUA, C. I. P. S. MAQSEI: Uma Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (pp. 356-365)*, Belo Horizonte. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2003.

BERMUDES, W. L.; SANTANA, B. T.; BRAGA, J. H. O.; SOUZA, P. H. Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações. *Revista Vértices*, v. 18, n. 2, p. 7–20, 2016.

BOMTEMPO, M. S. Representação de dados multivariados através das faces de Chernoff. *Estação Científica*, n.14, p. 1-10, 2015.

CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR, E. Realidade virtual: Uma abordagem prática. In: *Minicursos. VII Symposium on Virtual Reality*, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2004.

FLAVELL, J. H.; FLAVELL, E. R.; GREEN, F. L. Desenvolvimento da compreensão de crianças sobre conexões entre pensamento e sentimento. *Psychological Science*, v. 12, n. 5, p. 430-432, 2001.

FREITAS, M. R. LudosTop: Estratégia de jogos e realidade virtual com vistas ao desenvolvimento do pensamento lógico-matemático. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

GIOCA, M. I. O jogo e a aprendizagem na criança de 0 a 6 anos. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Pedagogia) – Faculdade de Pedagogia, Universidade da Amazônia. Pará, 2001.

HUIZINGA, J. Homo ludens: O jogo como elemento da cultura. [S.l.]: *Editora Perspectiva*, 1971.

JUNIOR, O. R. LRVCHAT3D: desenvolvimento de um ambiente virtual tridimensional multiusuário para internet. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KIRNER, C. Virtual Reality: Devices and Application. In: *Escola Regional de Informática do Sul*, Londrina. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 1996.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Realidade Virtual e Aumentada: conceitos, projetos e aplicações. In: *Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada*, 9., 2007, Petrópolis. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

KISHIMOTO, T. M. O Jogo e a educação infantil. São Paulo: *Pioneira Thomson Learning*, 1994.

WITTGENSTEIN, L. *Philosophical Investigations*. [S.l.]: *Basil Blackwell*, 1958.

MACEDO, D. V.; SERPA, Y. R.; SERPA, Y. R.; ABREU, A. P.; RODRIGUES, M. A. IntEducaTrânsito: Um jogo 3D educativo e interativo sobre as normas de trânsito controlados por dispositivos não tradicionais. In: *SBC-Proceedings of SBGames*, 2013.

MOREIRA, M. A. A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget. In: M. A. MOREIRA, *Teorias de aprendizagem (p. 95-107)*. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

SILVA, C.S; SOARES, M.H.FB. Estudo bibliográfico sobre conceito de jogo, cultura lúdica e abordagem de pesquisa em um periódico científico de Ensino de Química. *Ciência e Educação*, v. 29, p. 1-18, 2023.

SMITH, M.; QUEIROZ, C. *Unity 5.x Cookbook*. Livery Place: Packt Publishing Ltd, 2015.

TEIXEIRA, N. C. M. O uso de jogos digitais na Educação Infantil: Uma abordagem na Língua Inglesa. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. Fundamentos e tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada. In: *Livro do Pré-simpósio, VIII Symposium on Virtual Reality (SVR)*, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F. de; SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER JR., E. Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, 2008. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14575>



Capítulo 02

Revisão bibliográfica sobre o uso das TICs no ensino e aprendizado da educação infantil em escolas rurais

César Augusto S. da Silva 
Marcelle Alencar Urquiza 
Fernando Souza Rodrigues 
Universidade Federal de Roraima

thedow.guto@gmail.com
{fernando.rodrigues, marcelle.urquiza}@ufr.br

1. Introdução

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) mediam a relação da sociedade com a constante evolução tecnológica. Essa evolução tem ampliado os horizontes chegando até as escolas, contribuindo com o processo de ensino-aprendizagem, por exemplo na educação infantil (LIMA, 2015). As TIC's cada vez mais têm surpreendido pela velocidade com que evoluem, e conforme afirma Weber e Behrens (2010) a escola pode aproveitar todo o potencial das TIC's se na formação e ensino de seus docentes, houver essa abertura para tal.

Embora surjam mudanças com impactos positivos na educação trazidos pelas TIC's, pode haver mudanças também para uma nova cultura, com novos valores que podem ser vistos com certa apreensão pela comunidade escolar (FREIRE, 2023). Costa e Souza (2017) compreende que o uso das TIC's no ambiente escolar é possível na perspectiva das transformações que provocam no ambiente escolar, principalmente no processo de ensino aprendizagem, pela expansão do acesso ao conhecimento.

O ponto de referência da educação existente em nosso país, parte do meio urbano e tem como modelo ideal de vida aquele vivenciado nos centros urbanos. Segundo Speyer (1983, p. 107), isto acontece porque “a educação escolar ainda carrega o legado de colônia e império em que se implantaram modelos europeus para os filhos dos grandes proprietários [...]”.

Programas de escolarização considerados relevantes para as populações do campo ocorreram somente a partir de 1930, quando se consolidou a idéia do grupo dos pioneiros do “ruralismo pedagógico” que pregava, dentre outros, uma escola rural acomodada aos interesses e necessidades de cada região a que fosse destinada sendo isto condição de felicidade individual e coletiva (LIMA; NETO, 2013).

Conforme dados do QEDu, num portal de informações educacionais que utiliza dados do Censo Escolar 2022, apesar do campo abrigar apenas 11,47% dos estudantes brasileiros, quase 30% (29,54%) das escolas do Brasil estão localizadas na esfera rural. Um dos fatores que propiciaram praticamente o abandono destas escolas foi a fuga dos agricultores para os centros urbanos, o que provocou uma redução do nível demográfico no ambiente rural (PELIN, 2013).

Além da busca por melhores oportunidades de empregos muitas famílias migram para a cidade almejando uma educação de qualidade, pois na área rural, pelo menos 50% das escolas apresentam uma estrutura precária, com classes multisseriadas, com constante interrupções de aulas devido ao difícil acesso geográfico, ao contrário do perímetro urbano, no qual mais da metade dos estabelecimentos de ensino tem espaço para mais de 300 estudantes (PELIN, 2013). Leite (2002) argumenta que a educação rural sofre com um extenso histórico de relegação e abandono causado pelo elitismo educacional.

Mediante as necessidades de uma melhora na educação no campo, este estudo tem como ponto de partida investigar como o uso das TIC's contribui no ensino-aprendizagem e desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas, de alunos que estão na educação infantil (do 1o ao 5o ano) em escolas rurais no estado de Roraima. Neste contexto este trabalho se propõe a responder às perguntas de pesquisa abaixo.

PP01. Qual a importância do uso das tecnologias no campo pedagógico?

PP02. Quais os benefícios e desafios enfrentados pelos professores ao implementar práticas pedagógicas com o uso das TIC's em crianças residentes em áreas rurais?

PP03. Qual é o impacto da inserção das TIC's no processo de aquisição de conhecimento em crianças que vivem e estudam em áreas rurais?

PP04. De que maneira computadores, celulares e tablets auxiliam no aprendizado de crianças que vivem e estudam em áreas rurais, e como isso influencia seu desenvolvimento educacional?

PP05. Como os professores podem aplicar efetivamente o uso das TIC's para atender às necessidades específicas das crianças que vivem e estudam em áreas rurais?

Este estudo está organizado em seis seções. A Seção 1 estabelece o tema, justificativas e os objetivos da pesquisa. Na Seção 2, são discutidos os trabalhos relacionados. A Seção 3 oferece um histórico sucinto do trabalho docente, introduzindo o conceito de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) e sua relação com a escola e o uso da tecnologia no ensino rural no Brasil. Já a Seção 4 detalha a metodologia adotada, incluindo as teorias de aprendizagem na educação infantil. A Seção 5 aborda a análise dos resultados obtidos, enquanto a Seção 6 traz as considerações finais e conclusões do estudo.

2. Fundamentação teórica

2.1. TIC's e Inclusão Digital na Educação Infantil

O conceito de tecnologia é muito abrangente, sendo esta definida como o meio, suporte, e/ou ferramenta que os educadores usam para permitir que os alunos aprendam. Até a forma como organizamos os alunos em pequenos grupos na sala de aula ou em outros espaços pode ser considerado um arranjo tecnológico. O giz que usamos para escrever no quadro-negro é uma tecnologia de comunicação, e uma boa organização da escrita facilita muito o aprendizado. A maneira como olhamos, gesticulamos e falamos com outras pessoas também é tecnologia (VIEIRA, 2003).

Ainda não estamos usando adequadamente a tecnologia que está disponível nas escolas, que também é a base para a administração e aprendizagem, por exemplo, livros, revistas, jornais, gravadores, projetores, televisão e vídeos (ANDRADE, 2019).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) fazem parte da realidade escolar, principalmente na administração da escola. A informatização vem em primeiro lugar e torna a colaboração mais rápida e eficiente na parte administrativa da instituição escolar concluir o trabalho (CASTELLS, 2009).

Além disso, a educação vem se apropriando das TIC's de forma ainda tímida, pois primeiro ela precisa fazer parte da vida pessoal dos educadores para que eles possam entender e dominar esse mundo digital e utilizá-lo para diversas finalidades e modalidades de ferramentas de ensino para situações de aprendizagem dentro e fora da sala de aula (BRITO, 2012).

Na sociedade do século XXI, a aprendizagem é cada vez mais colaborativa, aberta e permanente, sendo necessário reconhecer as novas demandas e as habilidades que ela nos exige (FREIRE et al., 2023). A cultura digital veio para ficar e o filósofo Pierre Lévy deu-lhe um estatuto revolucionário: a quarta revolução na comunicação humana, onde as três primeiras foram a invenção da escrita, do alfabeto e da imprensa (LÉVY, 1998).

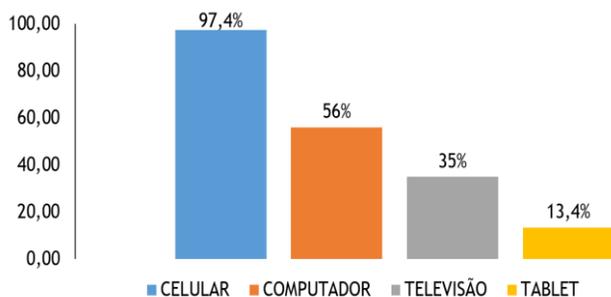


Figura 1. TIC's mais utilizadas (IBGE, 2019).

Na edição de 2011 do Inquérito TIC Educação, o número de professores que reportaram dificuldades na utilização de ferramentas multimídia nas atividades diminuíram, a saber: 35% referiram problemas em 2011, contra 44% em 2010 (CGI.BR, 2012). Vários autores como Almeida e Bertonecello (2011), Borges (2009), Sandholtz, Ringstaff e Dwyer (1997) discutem e estudam o uso e a apropriação das TIC's por professores e seu

processo de inserção na prática educativa, relatando dificuldades, experiências inovadoras e histórias de sucesso, além de concordar com a necessidade de formação inicial e continuada de professores.

As escolas estão integradas a um mundo cada vez mais globalizado onde a tecnologia está em por todo lado e os alunos estão ativamente envolvidos com esta tecnologia avançada, seja em casa, no lazer, e na escola (sala de aula). Um estudo do IBGE (2019) apresentou um panorama das TIC's mais utilizadas (Figura 1) apontando que o smartphone (celular) responde pelo maior percentual de uso (97,4%) dos usuários em geral.

2.2. Proinfo (Programa Nacional de Tecnologia Educacional)

Desde a década de 1980, conforme Moraes (2012), diversos programas do governo federal vêm tentando introduzir o uso do computador na educação, em sala de aula e na formação de professores. Os autores analisam o papel de programas que vão do programa governamental de fortalecimento e capacitação de recursos humanos em escolas públicas (Formar) ao Programa Nacional De Tecnologia Educacional (ProInfo), destacando o que faz com que esses programas sejam bem-sucedidos e mal-sucedidos. Dessa forma, graças a tais programas pode-se constatar que existe ação governamental há pelo menos 30 anos para implementar o suporte de tecnologia da informação e comunicação (TIC) em ambientes escolares.

O ProInfo é um programa educacional vinculado ao Ministério da Educação, lançado oficialmente pela Portaria nº 522/MEC (BRASIL, 1997b) e busca promover as chamadas tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas públicas por meio da cooperação com estados e municípios. O ProInfo é realizado no âmbito do Programa Nacional de Desenvolvimento Educacional (PDE), que visa aumentar o letramento digital dos alunos e facilita o avanço do processo de ensino e aprendizagem com o auxílio das TIC's (MORAES, 2012). No Brasil, o MEC criou o ProInfo, para promover o uso pedagógico das TIC's nas escolas. Desenvolvido em parceria com as Secretarias Estaduais e Municipais de Educação, o programa ganhou nova versão por meio do Decreto nº 6.300, de 12 de dezembro de 2007, passando a se chamar ProInfo Integrado – Programa Nacional de Tecnologia Educacional.

O ProInfo Integrado assume a integração e articulação de três componentes: a instalação do ambiente tecnológico nas escolas, a disponibilização de conteúdos e recursos educativos multimídia e digitais, a formação continuada de professores e outros agentes educativos para ensinar utilizando as TIC's. No Brasil, o ProInfo atende 13.671 escolas, dentre estas 71% estão localizadas em áreas rurais.

2.3. Alfabetização Tecnológica Infantil

A questão da alfabetização de crianças no primeiro ano do ensino fundamental tem sido amplamente discutida, suscitando importantes reflexões sobre o tema. Sabemos que a alfabetização é um processo que exige esforço porque envolve essencialmente a compreensão do sistema alfabético de escrita. O uso da linguagem por esse caminho também exige que os professores desenvolvam práticas que facilitem esse processo, pois as crianças apoiam seu aprendizado por meio de exercícios pedagógicos (LIMA; ARAUJO, 2021).

Nesse contexto, as novas tecnologias de informação e comunicação (TIC's) vêm se configurando como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, cuja variedade e possibilidades de uso tornam possível e ampliada a prática pedagógica realizada pelos alfabetizadores em aula.

Autores como Soares (2009), Xavier (2005) e Coscarelli (2005) destacam a importância do uso dessas ferramentas em sala de aula e a contribuição que podem trazer para a educação infantil. No entanto, é importante destacar os desafios da implementação da tecnologia educacional, pois envolve o investimento de recursos financeiros. Também, apesar dos incentivos em documentos oficiais como as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Plano Nacional de Educação (PNE/2014-2024), o número de experiências docentes observadas têm diminuído a utilização das TIC's a nível nacional.

2.4. Ganhos e desafios das TIC's na educação para escolas na zona rural

A educação na zona rural é uma realidade desafiadora que enfrenta várias barreiras, como a falta de recursos até os desafios da distância

geográfica dos polos urbanos. Nos últimos anos, a introdução de tecnologias na educação trouxe esperanças e desafios para a melhora do ensino nas áreas rurais (MENDES, 2023). Um dos programas notáveis que buscou abordar essa questão é o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), que oferece uma oportunidade valiosa para explorar os prós e contras (ver Tabela 1) do uso de tecnologias na educação rural (UNWIN, 2017).

Tabela 1. Ganhos e desafios no uso de tecnologias na educação rural.

GANHOS E DESAFIOS DO USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO RURAL	
GANHOS	DESAFIOS
Acesso ao Conhecimento: O ProInfo, por meio da disponibilização de computadores e acesso à internet, ampliou o acesso dos estudantes rurais a um vasto mundo de informações e recursos educacionais <i>online</i> . Isso enriquece seus horizontes e os conecta a oportunidades educacionais que anteriormente estavam inacessíveis.	Falta de Infraestrutura: Uma das maiores barreiras é a falta de infraestrutura de conectividade. Muitas áreas rurais ainda carecem de acesso à internet de alta velocidade e eletricidade confiável, o que dificulta a implementação eficaz de tecnologias educacionais.
Aprendizado Personalizado: A tecnologia permite que os educadores adaptem seus métodos de ensino de acordo com as necessidades individuais dos alunos. Isso é especialmente importante em áreas rurais, onde as turmas podem ser pequenas e heterogêneas, permitindo uma abordagem mais personalizada para a aprendizagem.	Custo Financeiro: A compra e manutenção de dispositivos tecnológicos, bem como o treinamento de professores para usá-los efetivamente, podem ser caros. Isso pode ser especialmente desafiador em escolas rurais com recursos limitados.
Recursos Educacionais Digitais: A educação rural muitas vezes enfrenta a escassez de materiais educacionais físicos. Com a tecnologia, os professores podem acessar recursos digitais, incluindo vídeos, simulações e aplicativos, que tornam o ensino mais envolvente e eficaz.	Desigualdades Sociais e Digitais: A introdução de tecnologia na educação pode agravar as desigualdades sociais e digitais. Alunos que não têm acesso aos dispositivos ou à internet ficam em desvantagem em relação aos que têm, criando uma lacuna educacional.
Redução do Isolamento: A tecnologia pode diminuir o isolamento que os estudantes rurais muitas vezes sentem. Através de videoconferências e redes sociais, eles podem se conectar com colegas de outras partes do mundo, compartilhar experiências e aprender sobre diferentes culturas.	Desafios na Adaptação: Nem todos os professores estão preparados para integrar efetivamente a tecnologia em suas práticas de ensino. O treinamento adequado e o apoio contínuo são essenciais para garantir que os benefícios da tecnologia sejam realizados.

2.4.1. Aplicação do ProInfo na Zona Rural

O ProInfo tem sido uma iniciativa valiosa para superar alguns dos desafios enfrentados pela educação na zona rural do Brasil. Através da distribuição de computadores, acesso à internet e capacitação de professores, o programa tem contribuído para o aumento do acesso à

educação de qualidade. Os laboratórios de informática nas escolas rurais capacitam os alunos a desenvolver habilidades digitais, preparando-os para o mundo moderno (LÖBLER, 2012).

No entanto, para otimizar os benefícios do ProInfo, é crucial abordar as questões de infraestrutura, custo e desigualdades digitais. Além disso, é necessário manter um equilíbrio sensato entre o uso da tecnologia e a preservação das abordagens tradicionais de ensino, garantindo que a educação rural não perca a essência de suas raízes culturais e comunitárias (CHAMON, 2016).

Em resumo, as tecnologias (TIC's) para educação da zona rural, incluindo o papel do ProInfo, oferecem oportunidades significativas para melhorar o aprendizado e o acesso ao conhecimento. No entanto, essas inovações também trazem desafios que precisam ser cuidadosamente abordados para garantir oportunidade, acesso e permanência aos alunos, à medida que a educação avança rumo ao futuro digital (COSCARELLI, 2005).

2.5. Teorias de Aprendizagem na Educação Infantil

A educação infantil é uma fase crucial no desenvolvimento cognitivo, social e emocional das crianças. Para embasar o levantamento bibliográfico sobre o uso das TIC's no ensino e aprendizado da educação infantil em escolas rurais, é fundamental compreender as teorias de aprendizagem que orientam a prática educacional nessa faixa etária (VIEIRA, 2003).

Uma das teorias mais influentes é a teoria socioconstrutivista de Lev Vygotsky (BOIKO, 2011). Essa teoria enfatiza a importância das interações sociais na aprendizagem das crianças. Vygotsky argumenta que o desenvolvimento cognitivo é fortemente influenciado pelo contexto social em que a criança está inserida. Em um ambiente educacional, como a educação infantil, as interações com professores, colegas e recursos de aprendizagem desempenham um papel central no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos (VIEIRA, 2003).

Ao analisar como as TIC's podem ser integradas nesse contexto, é possível considerar que essas tecnologias podem servir como ferramentas de apoio às interações sociais e à construção do conhecimento. Por exemplo,

aplicativos educacionais interativos podem incentivar a colaboração entre crianças, permitindo que elas trabalhem juntas para resolver problemas, compartilhar ideias e aprender umas com as outras. Além disso, as TIC's podem facilitar a comunicação entre a escola rural e outros centros de ensino, ampliando as oportunidades de intercâmbio de experiências e conhecimentos (CASTELLS, 2009; FREIRE, 2023; REIS, 2021).

As TIC's podem desempenhar um papel significativo nesse contexto, oferecendo ferramentas que permitem às crianças explorar de maneira interativa e simbólica. Jogos educacionais, aplicativos de contação (narração) de histórias e recursos de realidade virtual são exemplos de tecnologias que podem estimular a exploração ativa e a aprendizagem através do jogo, elementos essenciais para crianças em idade pré-escolar (MORAES, 2012).

Ao unir a teoria socioconstrutivista de Vygotsky à teoria do construtivismo de Piaget (SANCHIS, 2010), é possível criar um ambiente de aprendizagem enriquecido por TIC's que valoriza tanto a interação social quanto a exploração individual. Isso é particularmente relevante em escolas rurais, onde as crianças muitas vezes têm turmas pequenas e diversificadas, tornando essas teorias fundamentais para orientar a prática educacional e o uso eficaz das TIC's. Portanto, ao realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema, é importante explorar como as TIC's podem ser alinhadas com essas teorias de aprendizagem para criar experiências educacionais ricas e significativas para as crianças da educação infantil em contextos rurais (XAVIER, 2005).

Além do aspecto da interação social e da exploração individual, é importante destacar que as TIC's também podem ser eficazes na adaptação do ensino às necessidades individuais das crianças, o que é uma premissa essencial das teorias de aprendizagem discutidas. Por exemplo, as tecnologias podem ser usadas para personalizar a experiência de aprendizagem de cada criança, fornecendo atividades e desafios adequados ao seu nível de desenvolvimento. Isso é particularmente relevante em turmas pequenas de escolas rurais, onde as crianças podem estar em diferentes estágios de desenvolvimento (XAVIER, 2005).

Além disso, as TIC's podem servir como uma ferramenta de avaliação valiosa para os educadores. Ao acompanhar o progresso das crianças através de aplicativos educacionais e plataformas de ensino *online*, os professores

podem identificar áreas em que cada aluno pode precisar de apoio adicional e ajustar sua abordagem de ensino de acordo (MORAES, 2012).

No entanto, é importante observar que a integração bem-sucedida das TIC's na educação infantil em escolas rurais requer uma abordagem equilibrada. As crianças pequenas ainda precisam de tempo para interagir fisicamente com o ambiente, experimentar atividades ao ar livre e desenvolver habilidades motoras. Portanto, as TIC's devem ser vistas como uma ferramenta complementar ao invés de uma substituição para as experiências tradicionais de aprendizagem (CECÍLIO, 2021).

Além disso, os educadores nas escolas rurais devem ser devidamente capacitados para incorporar eficazmente as TIC's em suas práticas pedagógicas. A formação contínua e o suporte são essenciais para garantir que os professores estejam confortáveis com o uso das TIC's e saibam como integrá-las de forma significativa no currículo da educação infantil (ALEIXO, 2018; FREIRE, 2023; REIS, 2021; PERFEITO, 2020).

Em suma, a compreensão das teorias de aprendizagem, como o socioconstrutivismo de Vygotsky e o construtivismo de Piaget, é fundamental para orientar a integração eficaz das TIC's na educação infantil em escolas rurais. Ao considerar as interações sociais, a exploração ativa, a personalização da aprendizagem e a formação de educadores, é possível criar um ambiente educacional enriquecido que aproveite os benefícios das TIC's enquanto respeita as necessidades e características únicas das crianças rurais em idade pré-escolar (SOARES, 2009).

2.6. Desenvolvimento de Competências Digitais na Educação Infantil em Escolas Rurais

O desenvolvimento de competências digitais na educação infantil é um tópico de crescente relevância no contexto educacional moderno. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) desempenham um papel crucial na vida cotidiana e no futuro profissional das crianças, e é fundamental que os estudantes, mesmo em áreas rurais, adquiram habilidades digitais desde cedo. Nesse contexto, a integração das TIC's no ensino e aprendizado da educação infantil em escolas rurais desempenha um papel fundamental (COSCARRELLI, 2005).

2.6.1. Alfabetização Digital na Primeira Infância

A alfabetização digital na primeira infância refere-se à capacidade das crianças de compreender e utilizar as tecnologias digitais de forma competente. Isso inclui não apenas a familiarização com dispositivos como tablets e computadores, mas também a compreensão de como navegar na internet, utilizar aplicativos educacionais e interagir de forma segura *online*. A introdução precoce a essas habilidades digitais é essencial, uma vez que a sociedade moderna está cada vez mais centrada na tecnologia (UNWIN, 2017).

2.6.2. Pensamento Crítico e Resolução de Problemas

O uso das TIC's na educação infantil em escolas rurais pode promover o pensamento crítico e a resolução de problemas. Através de jogos educacionais interativos e aplicativos pedagógicos, as crianças podem ser desafiadas a pensar de forma lógica, resolver quebra-cabeças e tomar decisões informadas. Essas habilidades são valiosas para o desenvolvimento cognitivo e preparação para desafios futuros (VALTONEN et al., 2010).

2.6.3. Criatividade e Expressão Artística

As TIC's também oferecem oportunidades para as crianças expressarem sua criatividade. Programas de desenho digital, criação de histórias e edição de vídeos são ferramentas que permitem que os alunos explorem e expressem suas ideias de maneiras novas e cativantes. Isso não apenas estimula a criatividade, mas também ajuda no desenvolvimento da coordenação motora e habilidades visuais (LEU et al., 2015).

2.6.4. Acessibilidade e Inclusão

Para as escolas rurais, que muitas vezes enfrentam desafios de recursos, as TIC's podem oferecer uma maneira de superar barreiras geográficas e promover a inclusão. Através de aulas *online*, videoconferências e recursos educacionais digitais, as crianças em áreas rurais podem ter

acesso a oportunidades educacionais que de outra forma estariam fora de alcance (LEU et al., 2015).

2.6.5. Ensino Personalizado

A capacidade de personalizar o ensino de acordo com as necessidades individuais dos alunos é um dos benefícios mais destacados das TIC's. Os professores podem monitorar o progresso de cada criança e adaptar o currículo de acordo. Isso é especialmente importante em áreas rurais, onde as turmas podem ser pequenas e heterogêneas (SOARES, 2009).

No entanto, é importante destacar que a introdução das TIC's na educação infantil requer uma abordagem equilibrada. É essencial que os educadores entendam como integrar eficazmente a tecnologia no currículo, garantindo que ela seja usada como uma ferramenta de aprendizado significativa e não como um substituto passivo para a instrução tradicional. Além disso, preocupações sobre o tempo de tela e segurança *online* devem ser abordadas de maneira responsável (UNWIN, 2017).

Dessa maneira percebe-se que o desenvolvimento de competências digitais na educação infantil em escolas rurais é uma questão crucial. A integração das TIC's oferece oportunidades significativas para preparar as crianças para um mundo cada vez mais digital, promovendo o pensamento crítico, a criatividade e a inclusão. No entanto, essa integração deve ser cuidadosamente planejada e monitorada para garantir que seja eficaz e benéfica para o desenvolvimento das crianças (SOARES, 2008).

3. Trabalhos relacionados

Esta seção é responsável por descrever uma breve análise de cinco estudos que se relacionam com esta pesquisa. Esses estudos nos permitiram identificar a lacuna na literatura a partir da qual o objetivo deste estudo foi proposto.

A autora Aleixo (2018), realizou um estudo que avaliou o uso das TIC's no ensino de Matemática em Valparaíso, Goiás. Constatou-se que professores e alunos enfrentam limitações devido à escassez de recursos

tecnológicos nas escolas e, além disso, havia proibição expressa ao uso de TIC's (essencialmente o celular e tablet) em sala de aula. Além disso, foi observado que a exclusão digital de alunos sem acesso à tecnologia promovia discriminação no ambiente escolar. Apesar de não abordar todas as questões em profundidade, o estudo destaca a necessidade de pesquisas adicionais sobre o uso das TIC's no processo de ensino e aprendizagem. Esse trabalho é relevante para entender os desafios e potencialidades das TIC's na educação rural.

Perfeito (2020) conduziu um estudo cujo objetivo foi analisar a utilização pedagógica das novas tecnologias e os desafios enfrentados por professores e instituições de ensino para incorporá-las. O autor destaca a importância da formação constante dos docentes para que a tecnologia seja eficaz no ambiente educacional. A pesquisa apontou que, sem orientação adequada, as tecnologias podem se tornar fonte de distração, em lugar de ferramenta educativa. Conclui-se que, com investimentos adequados e apoio contínuo, as novas tecnologias podem melhorar significativamente a qualidade do ensino, personalizando a aprendizagem e automatizando tarefas administrativas. No entanto, elas não são uma solução mágica, mas uma ferramenta poderosa para enfrentar os desafios educacionais.

Da Silva (2022) promoveu um estudo com a finalidade de mostrar a importância dos meios tecnológicos para a aprendizagem e socialização dos estudantes rurais. A pesquisa revela que, embora 72% dos adolescentes tenham acesso à internet em casa, a falta de acesso na escola é notável. O estudo destaca que, mesmo fora da escola, os alunos utilizam a internet para pesquisar e socializar, trazendo esses conhecimentos para o ambiente escolar e aprimorando seu aprendizado. A autora sugere futuras investigações sobre políticas públicas de TIC's no município.

Nascimento (2016) desenvolveu um estudo cujo propósito foi expor a evolução da educação rural para a Educação do Campo e sua proposta pedagógica. O estudo indica que, embora não conclusivas, as questões levantadas abrem espaço para futuros estudos e revelam diversas realidades coexistentes no Brasil sobre a Educação no Campo. O autor conclui que experiências exitosas em escolas rurais são frequentemente resultado das lutas de movimentos sociais. Em síntese, o estudo de Nascimento(2016) identifica desafios na educação infantil rural, enquanto o presente estudo

sugere que as TIC's podem ser uma solução para melhorar a qualidade do ensino, reduzir desigualdades educacionais e promover inclusão social.

Vasconcelos (2019) discute em seu trabalho as mídias disponíveis nas escolas rurais, suas utilizações e as limitações encontradas na implementação e eficiência no dia a dia de educandos e educadores. A pesquisa revelou que a efetiva utilização das tecnologias digitais requer aperfeiçoamento e suporte contínuo para os professores, que frequentemente enfrentam dificuldades com essas ferramentas. Vasconcelos argumenta que a educação aliada às tecnologias deve desenvolver integralmente as capacidades dos alunos, mas isso exige uma reestruturação física das escolas e capacitação docente, financiadas pelo poder público. O estudo destaca que, embora computadores e outros recursos tecnológicos estejam presentes, não são utilizados eficientemente. A pesquisa de Vasconcelos está alinhada aos objetivos desta revisão ao discutir as dificuldades e benefícios do uso das TIC's na prática pedagógica das escolas do campo, sublinhando a necessidade de formação contínua e suporte para professores.

4. Método

Neste estudo, optou-se metodologicamente por uma pesquisa teórica e exploratória, com abordagem qualitativa, baseada principalmente na revisão bibliográfica. Ela foi empreendida por meio da pesquisa em periódicos, artigos e outros trabalhos acadêmicos e científicos pertinentes, pesquisados em sites e plataformas como Google Acadêmico e Scielo.

5. Resultados e Discussão

Os cinco trabalhos relacionados apresentados (Seção 2), e a revisão bibliográfica conduzida, permitiram a observância de aspectos positivos e outros pontos desafiadores, em cada um dos questionamentos de pesquisa elencados neste estudo. Estes aspectos foram sintetizados para cada uma das questões e seguem listados a seguir.

5.1. Importância do uso das tecnologias no campo pedagógico

1) Facilidade de acesso a conteúdo – Dado o desafio representado pela escassez de materiais didáticos físicos, professores e alunos têm a oportunidade de realizar pesquisas a fim de obter materiais para serem utilizados em sala de aula.

2) Diversificação das aulas – Os educadores podem utilizar *softwares* educativos para proporcionar uma experiência inovadora aos alunos, tornando as aulas mais envolventes e interativas.

3) Coletividade – Por meio da utilização de sites ou aplicativos, os alunos têm a possibilidade de participar de encontros virtuais, promovendo assim a troca de conhecimentos com colegas, seja no mesmo município, estado, país ou mesmo ao redor do mundo.

5.2. Benefícios e desafios enfrentados pelos professores ao implementar práticas pedagógicas com o uso das TIC's em crianças residentes em áreas rurais

Benefícios:

1) Realização de pesquisas – Por meio do uso das TIC's, alunos e professores têm a possibilidade de realizar pesquisas para complementar o processo de ensino-aprendizado, enquanto nas aulas sem o uso das TIC's os únicos materiais disponíveis são os livros didáticos locais, a introdução das TIC's possibilita o acesso a uma ampla variedade de livros, revistas e artigos por meio das bibliotecas virtuais.

2) Aulas diferenciadas – Os educadores podem realizar as aulas utilizando vídeos, simuladores ou aplicativos de inclusão, proporcionando, assim, a participação de todos os alunos.

3) Material didático – Isso se torna especialmente relevante devido às distâncias geográficas das escolas, que muitas vezes resultam na entrega tardia de materiais didáticos para o início do ano letivo. Como consequência, os educadores acabam recorrendo a materiais mais antigos para o desenvolvimento das atividades pedagógicas.

5.3. Desafios (limitações quanto a utilização das TIC'S)

1) Espaço adequado – Frequentemente, as escolas contam com equipamentos, mas, em muitos casos, esses recursos não estão localizados de maneira apropriada, compartilhando espaço com bibliotecas, secretarias ou outras áreas da instituição.

2) Conectividade – Infelizmente, a qualidade da conexão de internet no Brasil deixa a desejar, e nas áreas rurais, devido à distância geográfica, essa condição tende a deteriorar-se ainda mais. Isso se agrava, visto que as dificuldades na montagem de laboratórios também aumentam nesse contexto.

3) Ambiente desestruturado – Como sabemos, a maioria dos equipamentos é cedida ou doada para as escolas. No entanto, a responsabilidade pela infraestrutura recai sobre os governos, seja municipal ou estadual. Como resultado, as escolas frequentemente não recebem um ambiente adequado para a instalação e uso eficiente desses recursos.

5.4. Impacto da inserção das TIC's no processo de aquisição de conhecimento em crianças que vivem e estudam em áreas rurais?

Aleixo (2018) apresentou uma análise de experiências de uso de TIC's no ensino de matemática em escolas rurais. A análise revelou que o uso das TIC's pode promover um impacto positivo especialmente no processo de aquisição de conhecimento, pois pode facilitar a compreensão de conceitos matemáticos complexos, promover a colaboração entre os alunos e personalizar o ensino.

5.5. De que maneira computadores, celulares e tablets auxiliam no aprendizado de crianças que vivem e estudam em áreas rurais, e como isso influencia seu desenvolvimento educacional?

Também a partir das conclusões do estudo do Aleixo (2018) as TIC's demonstraram potencial de ajudar no aprendizado de crianças que moram e estudam na área rural em função de colaborar com: (a) Acessar recursos educacionais que não estariam disponíveis nas escolas rurais; (b) Facilitar a

comunicação e a colaboração entre os alunos, professores e familiares; e (c) Personalizar o ensino para atender às necessidades individuais dos alunos.

5.6. Como os professores podem aplicar efetivamente o uso das TIC's para atender às necessidades específicas das crianças que vivem e estudam em áreas rurais?

As respostas para este último questionamento da pesquisa foram observadas nos trabalhos de (NASCIMENTO, 2014) e (VASCONCELOS, 2019), que apontaram para a educação infantil em escolas rurais, sugestões para aplicar na prática o uso das TIC's como: (a) Criar atividades e recursos educacionais que sejam envolventes e interessantes para os alunos; (b) Facilitar a comunicação e a colaboração entre os alunos, professores e familiares; e (c) Personalizar o ensino para atender às necessidades individuais dos alunos.

Em adição, Da Silva (2022) também trouxe em seu estudo de revisão bibliográfica apresentou uma revisão bibliográfica sugestões como: (a) Planejar cuidadosamente as atividades e recursos educacionais que serão usados; (b) Capacitar-se para usar as TIC's de forma eficaz; e (c) Monitorar o progresso dos alunos e fazer ajustes necessários.

Também alinhado às práticas observadas por outros autores, acredita-se que exemplos específicos como: (1) usar vídeos e jogos educativos para ensinar conceitos e habilidades; (2) usar plataformas de colaboração para incentivar a interação entre os alunos; e (3) usar ferramentas de avaliação *online* para acompanhar o progresso dos alunos podem enriquecer o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos do currículo escolar tradicional, bem como até os que envolvam tecnologia como facilitadora no processo educacional em contextos rurais.

6. Conclusão

Após o estudo realizado foi possível constatar que as TIC's, adequadamente integradas ao processo de ensino-aprendizagem, impactam de forma positiva, no processo aquisição e sedimentação do conhecimento das crianças da educação infantil que residem na área rural, pois através da

mesma elas irão adquirir conceitos que proporcionarão o desenvolvimento de diversas habilidades que serão essenciais para sua evolução cognitiva cognitivo, motor e social, preparando-as para lidar com os desafios do aprendizado mediado pela tecnologia.

Conforme evidenciado, os computadores, celulares e tablet, já fazem parte da realidade de muitas crianças, no entanto foi observado que ainda há uma necessidade de sistematização por parte do sistema de ensino para que estas TIC's alcancem de fato o objetivo expresso para a proposta, desta forma é necessário que elas não sejam vistas apenas como um instrumento de entretenimento, mas como uma ferramenta de pesquisa com uso consciente e orientado pelo professor.

Para tanto, é fundamental que o professor identifique a melhor forma de aplicar o uso das TIC's em sua prática pedagógica como a inclusão e acessibilidade a recursos educacionais, que não estariam disponíveis para essas crianças, fazendo o uso de bibliotecas digitais, cursos *online* e outros materiais educacionais que podem ajudá-las aprender novos conceitos e habilidades, como jogos, aplicativos simuladores, vídeos e plataformas interativas.

Foi verificado que o uso das TIC's podem trazer diversos benefícios, mas também grandes desafios. Dentro dos benefícios a facilidade de acesso a conteúdo, através da realização de pesquisas pedagógicas em livros, revistas e artigos; aulas diferenciadas com a utilização de vídeos, maquetes 3D e *softwares* de inclusão social; material didático diferenciados para a complementação do ensino/aprendizagem foram alguns identificados neste estudo. Dos desafios, a falta de infraestrutura, para a implementação de um laboratório; falta de incentivo a capacitação dos professores, difícil acesso devido à localização geográfica de algumas escolas, o que acarreta na instabilidade da conexão com a internet indisponível e a não aceitação da troca dos antigos métodos de ensino pela inserção de novas tecnologias como auxílio na prática pedagógica.

Portanto concluiu-se de maneira geral que os ganhos pelo uso da TIC's são reais e plausíveis para o processo de aprendizagem dos alunos da área rural, amplificando habilidades técnicas, sócio-emocionais, de comportamento coletivo, e de comunicação. O fomento e incentivo de políticas públicas que viabilizem a implantação em áreas rurais de escolas

com educação infantil apoiada por TIC's é ainda uma demanda nacional para a real efetivação dessa prática de ensino integrada. No entanto abre-se margem para um novo estudo sobre a necessidade de políticas públicas que torne possível a efetivação do uso das TIC's nas escolas da área rural.

7. Referências

ALEIXO, N. M. G. *O uso das TIC's para o ensino e a aprendizagem: Perspectiva da educação matemática*. 2018. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Campus Valparaíso de Goiás.

ALMEIDA, M.; BERTONCELLO, L. Integração das tecnologias de informação e comunicação na educação: novos desafios e possibilidades para o desenvolvimento do currículo. In: Congresso Nacional de Educação–EDUCERE. 2011.

ANDRADE, B. N. de; SOUZA, S. V.; SONAGLIO, C. M.; ZAMBERLAN, C. O. TIC's – Tecnologia Da Informação e Comunicação – no ensino médio: Um estudo multicaso nas escolas rurais do assentamento Itamarati. IX Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. UNISC. (2019).

BOIKO, V. A. T.; ZAMBERLAN, M. A. T. A Perspectiva sócio-construtivista na Psicologia e na educação: O Brincar na pré-Escola. *Psicologia em Estudo*, v. 6, n. 1, p. 51-58, 2001.

BORGES, M. A. F. *Apropriação das tecnologias de informação e comunicação pelos gestores educacionais*. 2009. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/10147>. Acessado em 06/03/2023.

BRASIL. (1997). Portaria nº 522 de 09 de abril. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001167.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. *Educação e novas tecnologias: Um repensar*. São Paulo: Pearson. 2012.

CASTELLS, M. A. *Sociedade em rede: A era da informação: Economia, sociedade e cultura*. v. 1. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

CECÍLIO; C. *Tecnológicas devem ser usadas quando há um propósito pedagógico e não porque são novas ou modernas*. Nova Escola. 2021

CGI.br. Comitê Gestor da internet no Brasil. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas Brasileiras – TIC educação 2012*. Disponível

em: <http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao2012.pdf>. Acesso em: 10 nov. Acesso em: 10 de fevereiro de . 2023.

CHAMON, E. M. Q. O. As dimensões da Educação do Campo. *Educação UFSM*, v. 41, n. 1, p. 183-195, 2016.

COSCARELLI, C. V.; RIBEIRO, A. E. *Letramento Digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas*. Belo Horizonte, Autêntica: 2005.

COSTA, M. C.; SOUZA, M. A. S. de. O uso das TIC's no processo ensino e aprendizagem na escola alternativa "Lago dos Cisnes". *Revista Valore*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo, Cachoeiro do Itapemirim, ES – Brasil, 2017.

FREIRE, K. M. A.; MENEZES, N. L. B.; MORAES, L. S.; NETO, R. A. R.; SANTOS, M. M. de O.; AMORIM, L. M. O uso da tecnologia na construção de ambientes de aprendizagem colaborativos e inclusivos. *Revista Internacional de Estudos Científicos*, v. 1, n. 2, p. 51–70, 2023. <https://doi.org/10.61571/riec.v1i2.118>.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019.

LEITE, S. C. *Escola rural: Urbanização e políticas educacionais*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LEU, D. J. et al. Seeing the forest, not the trees: Essential technologies for literacy in the primary grades. *The Reading Teacher*, v. 69, n. 2, p. 139-145, 2015.

LÉVY, P. A revolução contemporânea em matéria de comunicação. *Revista FAMECOS*, v. 5, n. 9, p. 37–49, 1998. <https://doi.org/10.15448/1980-3729.1998.9.3009>.

LIMA, E. N.; NETO, L. B. Políticas públicas e educação do campo: Elementos para um debate. Universidade Federal de São Carlos, 2013.

LIMA, L. P.; SILVA, A. P. S. A relação entre a educação infantil e as famílias do campo. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 19, n. 3, p. 475-483, 2015.

LIMA, M. F.; ARAÚJO, J. F. S. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Educação Pública*, v. 21, n. 23, 2021.

LÖBLER, M. L.; LÖBLER, L. M. B.; NISHI, J. M. Os Laboratórios de Informática em Escolas Públicas e sua Relação com o Desempenho Escolar. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 10, n. 3, 2012.

MEC (Ministério da Educação). *Referências para uma política nacional de educação do campo*. Brasília - DF, 2004.

MENDES, F.; ARAUJO, S. K. O. S.; FERREIRA, L. T.; SANTO, I. C. S. Educação no campo: Desafios e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, v. 7, p. 468–484, 2023.

MORAES, A. N.; CARVALHO, L. M. T. L. Analisando o uso do software tinkerplots a interpretação de gráficos por estudantes do 5º ano do ensino fundamental de escolas urbanas e rurais. In: Congresso de Iniciação Científica da UFPE, 10., 2012, Recife. Anais... Recife: UFPE, 2012.

NASCIMENTO, R. R. *Educação do campo: Um estudo de caso no município de Ingá-PB*. 2014. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares EAD) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Técnico, Médio e Educação a Distância, 2016.

PELIN, R. T. D. *O projeto político-pedagógico à luz da gestão democrática da educação*. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Especialização em Gestão Escolar) - Escola de Gestores da Educação Básica - UFRGS/MEC, 2013.

PERFEITO, A. E. *O uso de novas tecnologias na educação*. 19p. Monografia (em Docência do Ensino Superior) – Instituto Federal Goiano, Câmpus Ipameri, 2020.

REIS, A. F. C. *Tecnologia digital na educação infantil: Potencialidade e cuidados*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia). Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2021.

SANCHIS, I. de P.; MAHFOUD, M. *Construtivismo: Desdobramentos teóricos e no campo da educação*. Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v. 4, n. 1, p. 18-33, 2010.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWYER, D. C. *Teaching with technology: creating student-centered classrooms*. New York: Teachers College Press, 1997. 211 p. Disponível em: https://archive.org/details/bub_gb_S-56U5oVnKQC. Acesso em: [06 de fevereiro de 2023].

SOARES, M. *Letramento: Um tema em três gêneros*. 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

SPEYER, A. M. *Educação e campesinato: Uma educação para o homem do meio rural*. São Paulo: Edições Loyola, 1983.

UNWIN, T. *Global perspectives on digital inclusion: Bridging the divide*. Routledge, 2017.

VALTONEN, T., et al. Teachers' experiences of a school-wide laptop implementation: Lessons Learned. *Computers & Education*, v. 54, n. 3, p. 720-725, 2010.

VASCONCELOS, C. A. de S. TIC's e educação do campo - Uso eficiente das TIC's nas escolas do campo: UFSJ. Especialização em Mídias em Educação, 2019.

VIEIRA, A.T; COSTAS, J.M.M; MASSETTO, M; ALMEIDA, M.E.B; ALONSO, M. *Gestão educacional e tecnologia*. São Paulo: Avercamp, 2003.

WEBER, M. A. L.; BEHRENS, M. A. Paradigmas educacionais e o ensino com a utilização de mídias. *Revista Intersaberes*, v. 5, n. 10, p. 245-270, 2010.

XAVIER, A. C. S. Letramento digital e ensino. In: SANTOS, C. F.; MENDONÇA, M. (Orgs.), *Alfabetização e letramento: Conceitos e relações (pp. 133-148)*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.



Capítulo 03

Realidade virtual no ensino do corpo humano para alunos do 4º ano: Um estudo de caso

Maria da Natividade de Souza Nunes 

Filipe Dwan Pereira 

Angelo Almeida Ferro 

Universidade Federal de Roraima

{natyvidadenunes, angelo.sonic}@gmail.com
filipe.dwan@ufrr.br

1. Introdução

A integração de ferramentas tecnológicas no contexto das aulas de Ciências apresenta um potencial considerável para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos (BAKIR, 2016; MARESKY et al., 2019). Esse potencial é particularmente notável no ensino dos sistemas do corpo humano, onde tais ferramentas têm o poder de aprimorar abordagens tradicionais e conservadoras, oferecendo oportunidades para uma aprendizagem eficaz.

Conforme evidenciado por Costa et al. (2015) e Maresky et al. (2019), a inclusão de tecnologia pode proporcionar aos alunos uma compreensão mais tangível e concreta do conteúdo, transformando conceitos abstratos em experiências palpáveis. Marco-Bujosa e Levy (2016) enfatizam que a aprendizagem em ciências não se limita apenas a memorizar nomenclaturas, medidas e regras; ao contrário, um processo imersivo e prático é essencial para uma compreensão profunda. Nesse sentido, é crucial adotar uma abordagem pedagógica que promova a aplicação prática da teoria, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades enquanto internalizam os conceitos fundamentais (*práxis pedagógica*).

Nesse sentido, o presente trabalho traz uma proposta metodológica para auxiliar no ensino e aprendizagem dos sistemas do corpo humano com o uso do *software* Expedições (GOOGLE FOR EDUCATION, 2020), que é um instrumento que pode ser usado com o *Google Cardboard* e um smartphone,

permitindo através da realidade virtual que o educador possa transportar seus alunos para dentro dos sistemas do corpo humano, num processo de imersão. Destaca-se que o *software* Google Expedições é um recurso tecnológico que está ao alcance do educador, tais como o *smartphone* e o *cardboard* do Google, acessíveis pelo seu baixo custo. Além disso, o *software* é gratuito e não é necessária conexão com internet, algo essencial para localidades mais afastadas com infraestrutura precária, algo frequente em várias escolas de interiores do Brasil, incluindo a escola onde foi conduzido este estudo.

Dessa forma, este estudo de caso avaliou a eficiência de um aplicativo de realidade virtual, mais especificamente o Expedições, para ministrar aulas de ciências no ensino fundamental, em uma turma do 4º ano. Para realizar uma avaliação da utilização do *software*, conduziu-se um estudo do tipo intervenção-controle, em que alunos de duas turmas do 4º ano do ensino fundamental foram divididos aleatoriamente em um grupo de controle e um grupo experimental. No primeiro grupo, as aulas foram conduzidas de maneira tradicional e, no segundo grupo, empregou-se o Expedições para o ensino dos sistemas do corpo humano. Após isso, solicitou-se que os alunos dos dois grupos respondessem a uma prova sobre o assunto abordado para analisar se o uso do *software* foi útil no processo de aprendizagem. Além disso, analisou-se a perspectiva dos professores sobre o uso do *software* durante essas experimentações. As perguntas de pesquisa foram:

PP01. Como o uso do *software* Expedições afeta a compreensão dos alunos sobre os sistemas do corpo humano comparado aos métodos tradicionais?

PP02. Qual é a opinião dos professores sobre a eficácia do *software* Expedições no ensino dos sistemas do corpo humano?

Brevemente, o artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta fundamentação teórica apresentando conceitos nucleares para a compreensão deste estudo. A Seção 3 apresenta trabalhos relacionados, que empregam *softwares* educacionais para o ensino de ciências, e no que este estudo se diferencia. A Seção 4 descreve o método adotado nesta pesquisa. Na Seção 5 são relatadas e discutidas as evidências obtidas a partir dos dados coletados durante a experimentação com alunos e instrutores. Na Seção 6 estão discutidas as conclusões.

2. Fundamentação teórica

Nesta seção apresentamos conceitos fundamentais para a compreensão deste estudo. Abordaremos os conceitos de Realidade Virtual e *Softwares* Educacionais.

2.1. Potencial da Realidade Virtual no ensino de anatomia

A literatura, exemplificada por estudos como o de Melo et al. (2007) e Maresky et al. (2019), destaca o potencial da realidade virtual para facilitar o ensino de anatomia humana. Essa tecnologia oferece uma experiência imersiva que permite aos alunos explorarem uma ampla variedade de estruturas anatômicas de forma interativa e envolvente. Ademais, a realidade virtual é uma alternativa eficaz para reduzir custos, uma vez que elimina a necessidade de recursos físicos, como modelos anatômicos tradicionais.

2.2. Requisitos para *Softwares* Educacionais de Sucesso

Autores como Fialho e Matos (2010) e Araújo (2023) ressaltam a importância de *softwares* educacionais atenderem a requisitos específicos para garantir impactos positivos no processo de ensino de Ciências. Entre esses requisitos estão a interatividade, a adaptabilidade ao currículo escolar, a usabilidade e a capacidade de promover uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, a escolha do *software* Expedições (GOOGLE FOR EDUCATION, 2020) como ferramenta para a experimentação com alunos se baseia na sua capacidade de oferecer experiências imersivas de aprendizagem anatômica, aliada à sua acessibilidade e facilidade de uso, contribuindo assim para a eficácia do processo de ensino-aprendizagem.

3. Trabalhos relacionados

Segundo Lima e Vasconcelos (2006) e Martins (2023), o ensino de Ciências é extremamente desafiador, posto que dentre as incumbências do educador estão a necessidade de acompanhar as descobertas e achados científicos, além de estar atento aos avanços tecnológicos constantemente

adicionados no nosso cotidiano com o intuito de tornar avanços e teorias científicas acessíveis aos alunos. De fato, existe uma crescente pressão para ensinar Ciências de modo efetivo. No entanto, a literatura tem documentado que os professores em sala de aula devem superar numerosos desafios pessoais e nas escolas para ensinar Ciências efetivamente, como acessar materiais de ensino em tempo instrucional inadequado (MARCO-BUJOSA; LEVY, 2016).

Nesse sentido, a literatura tem apresentado propostas para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de Ciências e auxiliar o professor nessa árdua tarefa. Em um estudo recente, Alborno et al. (2020) aponta que o uso de uma unidade curricular estruturada e o recebimento de treinamento individual semanal pode ter um efeito estatisticamente significativo na melhora do aprendizado dos estudantes. Entretanto, essa abordagem pode ser de alto custo, pois requer a contratação de profissionais qualificados para o exercício da mentoria individualizada.

Mais especificamente para o ensino dos sistemas do corpo humano, Costa et al. (2015) investigam as percepções de alunos com relação a um aplicativo para dispositivos móveis a ser utilizado como ferramenta de apoio nas aulas de anatomia humana. Para avaliar a efetividade do aplicativo, aplicou-se um questionário de mapeamento da turma e uma avaliação reflexiva. Como resultado, o aplicativo teve uma boa aceitação por parte dos alunos, despertando o interesse deles no conteúdo de anatomia. Entretanto, os autores explicam que mais estudos precisam ser realizados com outras ferramentas que potencializam o ensino desse importante tópico da ciência.

Ainda, Fialho e Matos (2010) realizaram uma pesquisa sobre requisitos para *softwares* e jogos que podem ser úteis para o ensino de Ciências, objetivando promover a capacidade do educando de criar e analisar possibilidades, avaliar resultados, intervir e envolver-se, atingindo os seus próprios resultados de maneira lúdica e independente, unindo simulações e jogos num desenvolvimento do método de ensino/aprendizagem. Como resultado, os autores citam alguns pontos positivos e negativos dos *softwares* como ser motivador, apresentar grau de dificuldade e os alunos terem a chance de verificar seus erros. Observa-se que todos esses quesitos são atendidos pelo *software* Expedição (explicado com mais detalhes na próxima

seção), utilizado como instrumento constituinte do método adotado no presente estudo.

Carneiro e Dantas (2019) fizeram um levantamento e análise de aplicativos que possam ser utilizados para dar suporte às aulas de anatomia e fisiologia humana. O estudo aponta um crescimento de *apps* educacionais disponíveis no Google Play e App Store, um dos principais benefícios trazidos por esses aplicativos bem avaliados está relacionado ao aumento da motivação de quem usa.

No entanto, é essencial considerar se essa motivação extra realmente se traduzirá em melhorias no aprendizado dos alunos. Este estudo de caso se propõe a avaliar essa questão ao utilizar a realidade virtual para auxiliar no ensino dos sistemas do corpo humano, fazendo uso do *software* Expedições, com os dispositivos *Google Cardboard* e *Smartphones*.

4. Método

4.1. Instrumento

Muitos estudos (MELO et al., 2007; MARESKY et al., 2019; ARAÚJO, 2023) explicam que a realidade virtual pode facilitar o ensino de anatomia humana, pois permite experiências com uma grande variedade de estruturas, com custos reduzidos. Além disso, Fialho e Matos (2010) apontam requisitos que o *software* deve seguir para ter potencialmente impactos positivos no processo de ensino de Ciências. Nesse sentido, optou-se por utilizar, nesta experimentação com alunos, o *software* de realidade virtual Expedições (GOOGLE FOR EDUCATION, 2020), desenvolvido e mantido pelo Google. Este *software* permite ao usuário realizar passeios virtuais imersivos pelos sistemas do corpo humano sem a necessidade de conexão com a internet, algo crucial para o contexto experimental onde este estudo foi conduzido, com infraestrutura precária e internet inconstante.

Segundo o site de suporte (GOOGLE FOR EDUCATION, 2020), o *software* possui mais de 900 expedições. Entre elas algumas nas quais o educador pode utilizar para estimular seus educandos na construção do conhecimento.

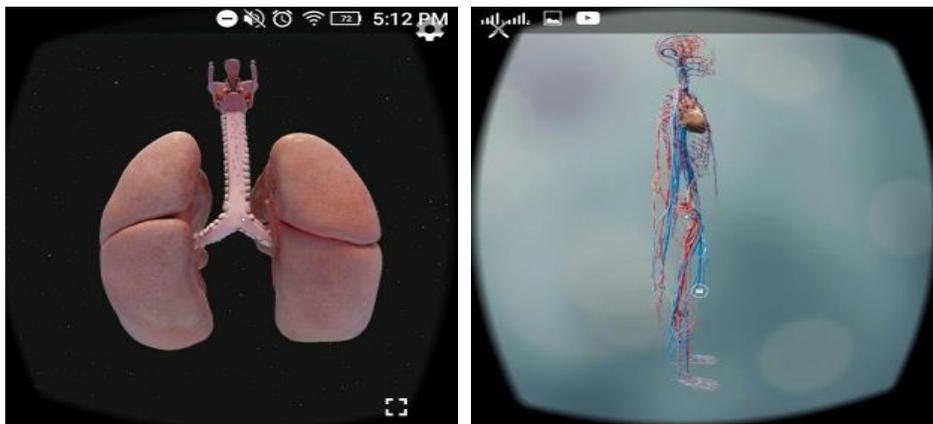


Figura 1. Sistema respiratório (A) e Circulatório no *software* Expedições (B).

Voltadas para as aulas de Ciências no 4º ano do Ensino Fundamental, para o aprendizado dos sistemas do corpo humano, o *software* disponibilizou as expedições dos sistemas auditivos, respiratórios, circulatório entre outros, como mostra a Figura 1. Destaca-se que as imagens podem ser visualizadas com ou sem o uso do *cardboard*, em 3D ou 2D, respectivamente.

4.2. Procedimentos

Para execução dos experimentos e avaliação do Expedições, realizou-se duas aulas-testes, uma com um grupo de controle e a outra com o grupo experimental. No grupo experimental utilizou-se o *software* empregado neste estudo como auxílio do processo de ensino e aprendizagem, enquanto no grupo de controle não houve o uso do Expedições, isto é, a aula foi conduzida de modo tradicional, com papel e lápis e explanação do conteúdo pelo docente usando a lousa e pincel.

Especificamente, o desenvolvimento do experimento proposto se deu por meio de um estudo de caráter experimental intervenção-controle. Com a execução da pesquisa e das aulas experimentais, o objetivo foi obter dados suficientes para se analisar a utilização do Expedições como recurso tecnológico e investigar se ele pode contribuir estatisticamente significativo na aprendizagem do conteúdo sobre os sistemas do corpo humano, na disciplina de ciências. Para tanto, usou-se como prova de conceito a análise

do processo de aprendizagem dos alunos sobre os sistemas respiratórios e sistema digestivo. Ou seja, as aulas-testes para o grupo de controle e experimental foram sobre esses dois sistemas do corpo humano.

As aulas-testes foram realizadas com duas turmas do quarto ano do turno vespertino da escola municipal, turma “B” e turma “C”. As duas turmas foram divididas aleatoriamente em partes iguais para a formação dos grupos de controle e experimental. Após divididos, o grupo de controle do 4º ano “B” se juntou com o grupo de controle do 4º ano “C”, e o mesmo aconteceu com os grupos experimentais. Essa divisão de turmas foi realizada com a intenção de minimizar o viés da comparação, já que as turmas poderiam ter níveis diferentes. Dessa forma, ao escolher aleatoriamente os participantes para compor um dos grupos, todos tinham as mesmas chances de serem atribuídos ao grupo de controle e experimental.

A primeira aula foi realizada com o grupo experimental e teve a duração de 2 (duas) horas. Na primeira hora, foi abordado o conteúdo sobre sistema respiratório e digestivo, fazendo-se uso do Expedições como auxílio na ministração do conteúdo. Na segunda hora de aula, foi aplicada uma avaliação com questões objetivas para investigar a aprendizagem dos discentes. Depois, com o grupo de controle, foi realizada a outra aula com os mesmos temas, mas sem uso do *software*. Novamente, na segunda hora de aula aplicou-se a mesma avaliação usada no grupo experimental.

Antes das aulas testes, dois professores titulares das turmas foram capacitados para utilizarem os instrumentos apontados neste estudo, a fim de que eles pudessem conduzir a aula para o grupo experimental. Destaca-se ainda que, além de uma análise dos estudantes, foi aplicado um questionário para esses professores, buscando saber qual a perspectiva deles com relação às metodologias utilizadas para aplicação do conteúdo proposto e sobre os pontos favoráveis e desfavoráveis do uso do *software* Expedições para o ensino dos sistemas do corpo humano. Para tanto, enquanto os professores ministravam as aulas, solicitava-se que eles observassem e tentassem observar o processo de aprendizagem dos alunos nos dois grupos. Para diminuir o viés na aplicação do questionário aos docentes, solicitou-se que um terceiro independente, o fizesse. Especificamente, a aplicação do questionário docente foi realizada pela coordenadora pedagógica da escola com intuito de deixar os educadores em situação mais confortáveis para

responder aos questionamentos e menos propensos a avaliar positivamente a metodologia proposta, em função da presença do pesquisador.

4.3. Condução da Aula com o Grupo Experimental

No início da experimentação foi explicado para as crianças o planejamento pedagógico da aula e foram apresentados os instrumentos utilizados. Apresentou-se a eles o Google Expedições, seu funcionamento e finalidade. Após isso, deu-se início à explicação dos conteúdos.

Como a escola não possuía o kit de Expedições do Google, ficou inviável fazer uma expedição guiada com toda a turma simultaneamente. Dessa forma, a aula foi realizada com uma expedição exploratória (onde não é necessário ter um guia) para cada aluno. Foi feito o uso de apenas um único *cardboard* com o *software* Expedições previamente instalado no *smartphone*, e com as expedições do sistema digestivo e respiratório já salvas na memória desse aparelho, já que a internet do município onde a escola está localizada é extremamente instável e lenta. Conforme cada aluno realizava a expedição nos sistemas, sua visualização era projetada em 2D para que os outros alunos acompanhassem o que o colega estava vendo com realidade virtual, mas todos os alunos do grupo fizeram o uso de *cardboard* e realizaram a imersão com realidade virtual.

4.4. Aulas com o Grupo Controle

Com o grupo controle foi realizada a outra aula com os mesmos temas, mas sem uso do *software* Expedições. Logo no início da aula também foi explicado o planejamento pedagógico da aula e os materiais que seriam utilizados, nesse caso um cartaz com os sistemas em foco neste estudo (Figura 2A), lousa, pincel, papel e lápis. Deu-se início a aula escrevendo-se o conteúdo no quadro e os alunos transcrevendo para o caderno. Após isso, foi desenhada a imagem do sistema respiratório no quadro na tentativa de fazer os alunos assimilarem o conteúdo. Foram explanadas as especificidades do sistema (tal qual no grupo experimental), enquanto os alunos tiveram a oportunidade de fazer perguntas.

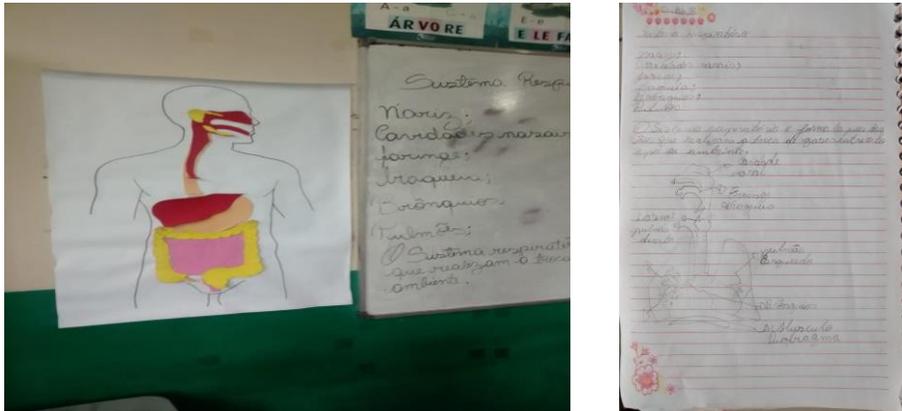


Figura 2. Cartaz para ensinar ao grupo de controle o sistema digestivo (A) e desenho do sistema respiratório feito por aluno após imersão sem o *software* (B).

Subsequentemente, os alunos tentaram desenhar o sistema respiratório que estava no quadro. Para explicação do conteúdo sobre o sistema digestivo foi utilizado um cartaz com o desenho de um corpo humano e várias partes separadas desse sistema. Foi solicitado aos alunos que montassem as partes do sistema digestivo no cartaz mostrado na Figura 2A.

5. Resultados e Discussão

Durante a aula, quando um aluno realizava o processo de imersão, seu entusiasmo e ansiedade eram perceptíveis. As crianças ficaram muito interessadas em descobrir o que era cada imagem que estavam vendo no *cardboard*. Enquanto o aluno visualizava a imagem, o professor explicava o seu significado. Ainda, durante e após a experiência, os alunos perguntavam aos professores mais informações sobre as imagens que haviam visualizado. Após isso, eles também desenharam as imagens que visualizaram durante a imersão no Expedições.

O desenho de um dos alunos do grupo controle pode ser visto na Figura 2b. Comparando-se os desenhos, não se percebe uma diferença significativa no quanto os estudantes conseguiram reproduzir o que viram. Entretanto, destaca-se que, no grupo controle, os alunos poderiam reproduzir o que viam no quadro por um período relativamente longo de

observação. Além disso, eles podiam fazer o desenho enquanto observavam o quadro. Note que, no grupo experimental, os alunos realizavam a expedição com realidade virtual e depois tentavam reproduzir o que viam com base majoritariamente nas imagens guardadas na memória que foram registradas durante a imersão. Dessa forma, acredita-se que a reprodução do desenho no grupo experimental demandava uma carga cognitiva maior.

Vale ressaltar que, durante a aula com o grupo de controle, observou-se um maior interesse dos alunos pelo conteúdo quando foi feito uso do cartaz, se comparado ao uso somente do quadro. O que sugere que atividades mais lúdicas, mesmo que com recursos simples, podem potencializar o interesse das crianças. De fato, os alunos tiveram interesse em saber o que era cada parte, e qual a sua função. Por fim, na segunda hora de aula, os professores titulares aplicaram a mesma avaliação que foi aplicada no grupo experimental.

5.1. Análise comparativa de grupo de controle e experimental

A Figura 3 mostra as notas dos alunos dos grupos experimental e de controle nas mesmas avaliações aplicadas, observando-se que o grupo de controle tinha um aluno a mais (20 no eixo X deste gráfico), já que a quantidade de alunos era ímpar. Além disso, as estatísticas descritivas das notas dos alunos podem ser vistas na Tabela 1. A média dos alunos que fizeram uso do Expedições foi de 6,89 e com um desvio padrão de 1,55. A média dos alunos que não fizeram uso do *software* foi de 5,2 com um desvio padrão de 1,39. Observa-se que o desvio padrão do grupo de controle foi um pouco menor, o que pode indicar que as notas dos alunos desse grupo foram um pouco mais niveladas.

Tal variação um pouco mais baixa do grupo de controle é confirmada pelo intervalo interquartil ($IQR = Q3 - Q1$), em que o que $IQR_{\text{controle}} = 1,63$ e $IQR_{\text{experimental}} = 3,0$. Entretanto, fazendo uma inspeção visual da Figura 3, pode-se observar uma tendência de maiores notas dos alunos do grupo experimental.

Tal predisposição é confirmada observando-se as medidas centrais (média, mediana), percentis e os valores extremos (mínimo e máximo) apresentados na Tabela 1. Acredita-se que isso se deu pelo fato de que, ao

usar um *software* com realidade virtual para ensinar os sistemas digestivo e respiratório para crianças, os alunos se sentiram mais motivados em aprender e ficaram mais atentos ao que estava sendo ensinado.

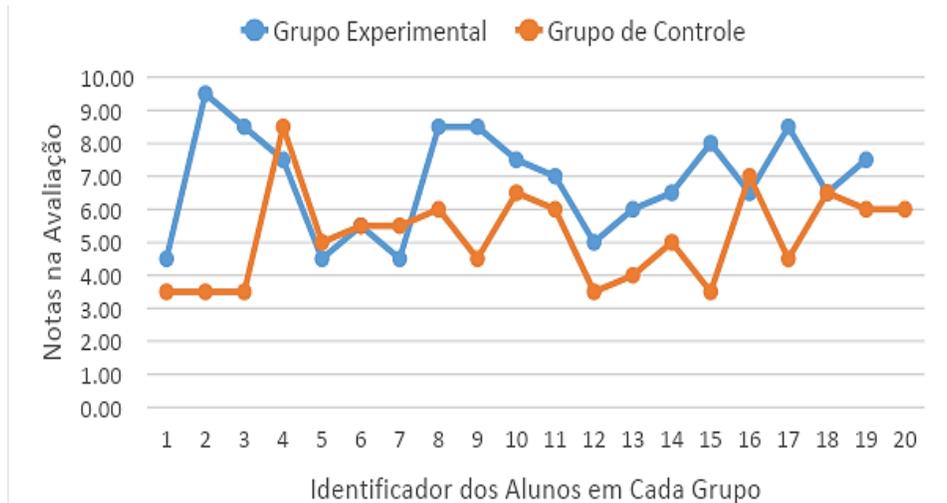


Figura 3. Notas dos alunos do grupo experimental (usando o Expedições) e de controle (sem o *software*).

Tabela 1. Estatísticas descritivas das notas dos alunos nos dois grupos.

Grupo		Experimental	Controle
N	Valores Válidos	19	20
	Valores Faltantes	1	0
Média		6,89	5,20
Mediana		7,00	5,25
Desvio Padrão		1,55	1,39
Assimetria		-0,20	0,45
Mínimo		4,5	3,5
Máximo		9,5	8,5
Percentis	25% (Q1)	5,50	3,62
	50% (Q2)	7,00	5,25
	75% (Q3)	8,50	6,00

Antes de realizar o teste estatístico para avaliar se o grupo experimental realmente atingiu notas estatisticamente superiores às do grupo de controle, é importante avaliar se a distribuição das avaliações é

normal. Conforme observado na Tabela 2, em que os valores de significância (*p*-valor) de Kolmogorov-Smirnov (KS) e Shapiro-Wilk não permitem refutar a hipótese nula com um nível de confiança de 95%, concluindo assim que as distribuições são normais. Convém notar que os valores de assimetria da Tabela 1 já sugerem a normalidade das distribuições.

Tabela 2. Teste de normalidade das notas dos alunos nos dois grupos.

Grupo	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	<i>p</i> -valor	Estatística	gl	<i>p</i> -valor
Experimental	0,132	19	0,200*	0,935	19	0,215
Controle	0,141	20	0,200*	0,921	20	0,120

Nota. * = *p*-valor significativo; gl = graus de liberdade, que, neste caso, é o número de alunos em cada grupo.

Assim sendo, após a realização de um teste estatístico (*teste t*) para comparação das notas dos dois grupos, constatou-se que o grupo experimental obteve notas estaticamente superiores ao grupo de controle (*p*-valor < 0,05), o que mostra que à abordagem com uso do *software* Expedições se mostrou promissora para o estudo de caso analisado nesta pesquisa.

5.2. Perspectiva dos Professores

Foi solicitado aos professores das turmas participantes da experimentação, que respondessem a um questionário de avaliação. Esse questionário era composto de 7 (sete) questões diretas, 1 (uma) de múltipla escolha e 2 subjetivas. Para coleta e análise das respostas, utilizou-se a escala *Likert*, que possibilita conhecer o nível de concordância do entrevistado (COSTA, 2011), propondo cinco pontos de avaliação, alternando de discordância total à concordância total.

As questões objetivas tinham a finalidade de levantar a opinião dos docentes sobre o uso de tecnologias como ferramenta de auxílio no aprendizado, neste caso, utilizando o *software* Expedições. Também buscaram identificar se houve alguma dificuldade para manipular o recurso tecnológico. As respostas foram majoritariamente positivas (10 concordâncias totais e 2 concordâncias parciais). Os professores afirmaram

que o *software* realmente contribuiu para a melhoria do aprendizado da disciplina.

Em relação à pergunta de múltipla escolha, cujo questionamento era sobre a existência de algum empecilho para o uso de recursos tecnológicos nas aulas, os professores concordaram que a maior barreira é a falta de qualificação profissional, pois eles não se sentiam preparados para ministrar aulas com essas ferramentas inovadoras.

As respostas para as questões subjetivas, as quais tentavam identificar os desafios do uso do *software* e as vantagens e desvantagens de sua aplicação, podem ser resumidas como:

- Os entrevistados relataram a falta de recursos financeiros da escola para investir em recursos tecnológicos e em treinamento, como forma de desmotivação para o uso de ferramentas educacionais.

- A principal vantagem da utilização do *software* Expedições, foi que os alunos ficaram empolgados com a aula e foram motivados na aprendizagem do conteúdo, pois o fato de a tecnologia já se fazer presente no seu dia a dia, já a torna atrativa e proveitosa nas aulas. A desvantagem citada foi que a escola não possui o kit de Expedições do Google, o que tornou inviável realizar uma expedição guiada com toda a turma ao mesmo tempo.

6. Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo principal identificar e analisar como o *software* Expedições poderia contribuir para a aprendizagem do conteúdo sobre os sistemas do corpo humano na disciplina de Ciências no 4º ano do ensino fundamental. Na execução deste experimento, buscou-se utilizar o rigor científico e estatístico para verificar se o uso do Expedições melhorou o aprendizado sobre os sistemas respiratório e digestivo.

Entretanto, a amostra aqui utilizada foi pequena e, portanto, não pode ser considerada representativa. Nesse sentido, é importante que mais estudos sejam conduzidos, replicando a metodologia aqui proposta. Além disso, é importante que outras pesquisas explorem o ensino de outros sistemas, diferentes dos aqui abordados. Mesmo que a metodologia apresentada tenha sido bem aceita pelos professores da escola em questão, e

aprimorado o desempenho dos alunos, o estudo foi conduzido somente em duas aulas experimentais. Dessa forma, não é possível afirmar que houve um efeito de causalidade nas relações encontradas ou uma correlação espúria.

Ainda assim, diante das experimentações realizadas por esta pesquisa, fazendo uso do *software* Expedições nas aulas de Ciências, pode-se concluir - a partir dos resultados obtidos pela experimentação - que a ferramenta de RV se mostra eficaz, prática e útil para a apreensão dos conteúdos. Como trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento deste estudo, com o intuito de se analisar outros aspectos no que se refere à construção do conhecimento através do uso do recurso tecnológico aqui empregado como ferramenta de apoio pedagógico.

7. Referências

ALBORNOZ, F.; ANAUATI, M. V.; FURMAN, M.; LUZURIAGA, M.; PODESTÁ, M. E.; TAYLOR, I. Training to teach science: Experimental evidence from Argentina. *The World Bank Economic Review*, v. 34, n. 2, p.393-417, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/article-abstract34>. Acesso em: 20 de abril de 2019.

ARAÚJO, G. S. D. Estudo da evolução da realidade virtual e realidade aumentada no ensino de ciências no Brasil. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Natureza) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2023. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/8233>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

BAKIR, N. Technology and teacher education: A brief glimpse of the research and practice that have shaped the field. *TechTrends*, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/article101007>. Acesso em: 30 de abril de 2019.

CARNEIRO, J. F.; DANTAS, S. C. Levantamento e análise de aplicativos para dispositivos móveis, que possam ser utilizados no ensino de biologia, nos conteúdos anatomia e fisiologia humana. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/repositorio-utfpr>. Acesso em: 31 de abril de 2019.

COSTA, R. D. A.; DE ALMEIDA, C. M. M.; DE MELO NASCIMENTO, J. M.; E LOPES, P. T. C. Percepções de acadêmicos sobre o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis como ferramenta de apoio ao ensino e a aprendizagem em anatomia humana. *Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/article282>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

FIALHO, N. N.; MATOS, E. L. M. A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando *softwares* educacionais. *Educar em Revista (SPE2)*, p. 121-136, maio de 2011. Disponível em: <https://bit.ly/scielo-br-j-er-a-7>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

GOOGLE FOR EDUCATION. Dê vida às aulas com o Expedições. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/44LxE2n>. Acesso em: 2 ago. 2020.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. *Ensaio: Avaliação e políticas públicas em educação*, v. 14, n. 52, p. 397-412, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/3UK5obP>. Acesso em: 19 de abril de 2019.

MARTINS, N. D. S. Os desafios e possibilidades da prática docente no ensino de Ciências e Biologia. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27309>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

MARCO-BUJOSA, L. M.; LEVY, A. J. Caught in the balance: An organizational analysis of science teaching in schools with elementary science specialists. *Science Education*, v. 100, n. 6, p. 983-1008, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3yty29G>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

MARESKY, H. S.; OIKONOMOU, A.; ALI, I.; DITKOFISKY, N.; PAKKAL, M.; BALLYK, B. Virtual reality and cardiac anatomy: Exploring immersive three-dimensional cardiac imaging, a pilot study in undergraduate medical anatomy education. *Clinical Anatomy*, v. 32, n. 2, p. 238-243, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3K43wWE>. Acesso em: 22 de abril de 2019.

MELO, J. S.; BRASIL, L. M.; FERNEDA, E.; BALANIUK, R.; COSTA, E. D. B.; BITTENCOURT, I.; ROCHA, L. Uso da realidade virtual em sistemas tutores inteligentes destinados ao ensino de anatomia humana. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE) (pp. 51-54)*, [S.l.]. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3KnHNcx>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

Capítulo 04

Ensino Híbrido nas aulas de matemática do Ensino Fundamental II com a plataforma Khan Academy

Janilda Araújo da Silva 

Felipe Leite Lobo 

Giovana Oliveira Moraes de Lima 

Glisbel de las Nives Aponte López 

Universidade Federal de Roraima

{janilda.fia0, brgiovanaoliveira, glisap.n}@gmail.com
felipe.lobos@ufrr.br

1. Introdução

Atualmente, são muitos os desafios no cotidiano escolar, principalmente, quando se refere às Tecnologias digitais da informação e comunicação (TICs). Essas são mediadas por diferentes contextos digitais, como computadores, tablets e *smartphones*. Tais ferramentas, no processo de construção de aprendizagens, podem favorecer o engajamento dos estudantes, além de personalizar o ensino (MARTINS, 2016).

Com tantos avanços e recursos tecnológicos disponíveis, é importante incorporar essas novas tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, precisa-se investir na capacitação dos profissionais para atender às novas demandas educacionais de modo que as tecnologias sejam empregadas para promover condições de aprendizagem em que o aluno seja ativo e responsável pelo seu próprio aprendizado. Com isso, espera-se superar as dificuldades, ampliar o crescimento pessoal e a capacidade produtiva (NETA; CAPUCHINHA, 2017).

Os profissionais da educação devem refletir sobre os princípios da educação e como a utilização das tecnologias digitais podem apoiar esses princípios, proporcionando, aos professores, tempo para aprimorar e fazer o melhor uso delas em relação ao processo educacional. As mudanças ocorridas no desenvolvimento da educação tiveram um impacto diretamente nas didáticas e metodologias abordadas no ambiente escolar. Utilizar a tecnologia como ferramenta de apoio para o aluno e para o professor pode

gerar melhorias significativas no processo de ensino/aprendizagem (FIGUEIREDO, 2020).

Inserir as tecnologias digitais de forma participada ao currículo requer uma análise sobre alguns componentes fundamentais desse processo: o papel do professor e do estudante em uma proposta de condução da atividade didática que se distancia do modelo considerado tradicional; o papel formativo da avaliação e a contribuição das tecnologias na personalização do ensino; a organização do espaço, que requer uma nova configuração para o uso colaborativo e integrado das tecnologias digitais; o papel da gestão escolar e a influência da cultura escolar nesse processo (MARTINS, 2016).

O método de Ensino Híbrido potencializa as especificidades positivas dos envolvidos e, desse modo, o aluno estará mais motivado para ser ativo em seu processo individual de aprendizagem. Dessa forma, com alunos mais participativos e envolvidos no processo, o professor estará mais livre para refletir sobre suas práticas e aprimorá-las, para que possam de fato apresentar resultados satisfatórios (SILVA, 2017).

Há muitas possibilidades de utilização das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem. No ambiente virtual, existe uma disponibilidade de sites que podem auxiliar, por exemplo, no estudo da matemática, tais como: Khan Academy, Portal da Matemática, Só Matemática, Calcule Mais, entre outros. Esses sites possibilitam ao aluno assumir o papel de protagonista do seu aprendizado. Já o professor será o mediador e orientador desse processo, propiciando objetivos claros que possibilitem a evolução dos alunos (NETA; CAPUCHINHA, 2017).

Dessa forma, este trabalho apresenta um estudo do Ensino Híbrido, uma nova forma de organização didática mediada a partir do uso integrado das tecnologias digitais, criando situações adequadas para uma nova formação de conceitos por parte dos estudantes da Escola Estadual Francisco Ricardo Macedo, para uma aprendizagem significativa. Diante dos dados e desafios apresentados, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a eficiência do Ensino Híbrido, composto por aulas tradicionais e atividades na plataforma Khan Academy, nas aulas de matemática no ensino fundamental II, para os alunos do 9º ano da Escola Estadual Francisco Ricardo Macedo.

Para o alcance desse objetivo, buscamos responder às seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Como usar o Ensino Híbrido para o ensino da disciplina de matemática?

PP02. Em que medida a plataforma Khan Academy favorece o aprendizado de matemática?

PP03. Em que medida a plataforma Khan Academy se destaca em relação às aulas tradicionais em termos de aprendizado e satisfação dos alunos?

O trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 discute os aspectos teóricos, destacando o pensamento e a opinião dos autores que constam neste trabalho e a definição dos conceitos abordados. A Seção 3 descreve os trabalhos correlatos que fazem uma comparação com que está sendo abordado neste estudo. A Seção 4 descreve o método aplicado para a elaboração do trabalho. Na Seção 5, são relatados os contextos e procedimentos executados com os alunos no ensino fundamental. Na Seção 6, são descritos os resultados obtidos e uma discussão a partir da aplicação da plataforma utilizada neste trabalho. Por fim, a Seção 7 descreve as considerações finais do trabalho, sendo abordado, de forma resumida, o desenvolvimento, bem como as principais contribuições do trabalho e perspectivas para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2. Fundamentação teórica

2.1. Ensino Híbrido

Em 2020, a população brasileira foi obrigada a manter isolamento social por causa do Covid-19, que afetou diretamente a vida das pessoas e o sistema educacional de ensino. As aulas presenciais foram substituídas por aulas remotas. Com a retomada das atividades presenciais, começou a discussão sobre os pontos positivos do ensino presencial e do ensino assíncrono, mediado por tecnologias digitais. Desse modo, o Ensino Híbrido foi apontado como o meio para minimizar os efeitos negativos que as aulas

não presenciais causaram na educação durante essa pandemia, mas aproveitar, com o retorno das aulas presenciais, os pontos positivos que o uso de tecnologias possui. Essa modalidade de ensino, que começa a fazer parte da rotina de escolas em todo o país, utiliza a tecnologia para aumentar a eficiência de práticas pedagógicas e engajar o aluno no aprendizado (DUTRA, 2020).

Apesar de a sociedade viver em uma era tecnológica, onde cada vez mais elas se tornam essenciais, ainda é um grande desafio para as instituições de ensino público utilizarem as tecnologias digitais como recurso nas salas de aulas. A utilização dessas tecnologias disponíveis para serem empregadas na educação sofrem com muitas barreiras, que precisam ser enfrentadas. No momento de pandemia com as aulas remotas, nem sempre o professor consegue identificar, em determinados momentos de dificuldade do aluno, inclusive perceber o motivo do seu descontentamento, tendo em vista que acaba sendo uma relação máquina e homem em determinados momentos e, dessa forma, tem-se a sensação de que a relação é fria, sem contato humano (FIGUEIREDO, 2020).

As escolas e os sistemas educacionais ainda não estão prontos para perceber o potencial das tecnologias. O treinamento pedagógico insuficiente sobre como usar as tecnologias durante o processo de ensino, as lacunas no conhecimento digital de professores e alunos, as dificuldades tangentes a necessidade de encontrar recursos e *softwares* de aprendizagem digital de alta qualidade e a falta de clareza em relação aos objetivos educacionais, são fatores que levam a uma disparidade entre expectativas e realidade (FIGUEIREDO, 2020).

Tecnicamente, o ensino Híbrido, ou *blended learning*, é definido como a modalidade de ensino baseada na junção de modelos de aprendizagem tradicional, no sentido de envolver aprendizagem em sala de aula, e o modelo *online*, que utiliza as tecnologias digitais para promover o ensino, trazendo aspectos positivos de cada uma dessas modalidades e maximizando a eficiência geral da aprendizagem (PINTO, 2018). O Ensino Híbrido amplia as perspectivas e possibilidades de bons resultados, além de aperfeiçoar os ambientes e recursos de ensino. Essa metodologia propõe a descentralização do processo, fazendo com que o professor deixe de ser visto como único

responsável pela construção do conhecimento, uma vez que propõe um posicionamento mais autônomo por parte do aluno (SILVA, 2017).

Uma das vantagens do Ensino Híbrido é possibilitar a prática da educação integral em tempo integral. O método, que vem da relação entre o “*online*” e o “*offline*”, torna-se mais atrativo para a geração de hoje, que passa muito tempo conectada. É preocupante que este tempo não seja adequadamente aproveitado para a aprendizagem (FRANCO, 2017).

Esta nova metodologia de ensino veio para integrar tecnologias digitais ao espaço e currículo escolar. Esse ensino deve ser capaz de criar o melhor aproveitamento do tempo do educador, elevação do potencial da ação educativa, objetivando intervenções efetivas, criar planejamento personalizado e acompanhamento de cada aluno de forma mais precisa e presente, maior engajamento dos estudantes no aprendizado, ofertar experiências de aprendizagem que estejam vinculadas às distintas maneiras de aprender dos alunos, e aproximar a realidade escolar e o cotidiano de cada estudante (NETA, 2017).

O Ensino Híbrido proporciona alunos mais preparados e professores capazes de dar o devido suporte para o desenvolvimento gradativo dos envolvidos, dentro e fora do ambiente escolar. Nessa abordagem, as horas de trabalho do professor, fora de sala, aumentam, possibilitando a ele mais contato extra aula com os alunos. Desse modo, o professor precisa se dedicar à preparação de materiais mais elaborados, para que atendam às demandas dos alunos mais preparados e, conseqüentemente, à dinâmica de aulas muito mais produtivas. Assim, o posicionamento crítico e a atuação do professor são imprescindíveis no sentido de garantir o suporte necessário ao desenvolvimento das habilidades dos sujeitos envolvidos (SILVA, 2017).

O Ensino Híbrido apresenta alguns modelos que serão descritos nos parágrafos abaixo, que abordam formas de encaminhamento das aulas em que as tecnologias digitais podem ser inseridas de forma integrada ao currículo e, portanto, não são consideradas como um fim em si, mas têm um papel essencial no processo, principalmente em relação à personalização do ensino (VERGARA; HINZ; LOPES, 2018).

O primeiro modelo a ser citado é o *Flex*, no qual o ensino *online* é a espinha dorsal do aprendizado do aluno, mesmo que ele o direcione para

atividades offline em alguns momentos. O modelo à La Carte, por sua vez, é aquele no qual os alunos participam de um ou mais cursos inteiramente *online*, com um professor responsável *online* e, ao mesmo tempo, continuam a ter experiências educacionais em escolas tradicionais. O modelo Virtual Aprimorado é uma experiência de escola integral na qual, dentro de cada curso, os alunos dividem seu tempo entre uma unidade escolar física e o aprendizado remoto com acesso aos conteúdos e lições *online*. E o modelo Rotacional é aquele no qual, dentro de um curso ou disciplina, os alunos revezam entre modalidades de ensino, em um roteiro fixo ou a critério do professor, sendo que, pelo menos, uma modalidade é a do ensino *online*. O modelo Rotacional tem quatro submodelos: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual (VERGARA; HINZ; LOPES, 2018).

2.2. O Papel do professor no Ensino Híbrido

Neste novo cenário tecnológico que vivenciamos, o professor deve acompanhá-lo, pois hoje, o sistema educativo, ainda permanece em grande parte parado no tempo, alheio à realidade que o cerca, preso a antigos métodos, saberes e instrumentos. O professor precisa sensibilizar o olhar para as novas vivências, constituindo uma rotina estruturada, com novas atitudes, estratégias e comportamentos que proporcionem o desenvolvimento do educando no ambiente escolar e no seu dia a dia (HOFFMANN, 2016).

Na metodologia do Ensino Híbrido há a necessidade de os professores estarem comprometidos e capacitados, para de fato darem conta dessa nova modalidade de ensino, pois por um lado, precisam instigar os alunos para que se posicionem de forma autônoma e, por outro, precisam estar prontos para dar o suporte necessário às indagações e anseios diversos de uma turma heterogênea, sem, contudo, perderem o foco dos objetivos traçados para cada momento da aula (SILVA, 2017).

O professor deve encarar a tecnologia como sua aliada no ensino, em alguns casos poderá até orientar os alunos no sentido de obrigatoriamente buscarem na Internet conhecimentos que complementarão os dados na sala de aula. No Ensino Híbrido o professor tem a oportunidade de acompanhar

individualmente cada aluno e avaliá-lo com muito mais clareza (FRANCO, 2017).

Para muitos professores, o Ensino Híbrido pode ser algo complexo, mas as novas tecnologias podem ser enriquecedoras para gerar ideias de renovação da prática escolar. Também poderá ser enriquecedor para estudantes e pesquisadores da Educação. Essa não é uma construção simples, sendo pouco provável de ser feita por uma única pessoa, porquanto, pela própria natureza da escola, deve ser praticada em equipe, abrangendo gestores e professores. Essas atitudes, estratégias e comportamentos devem estar relacionados à realidade social (HOFFMANN, 2016).

2.3. Plataforma de ensino Khan Academy

A plataforma educacional Khan Academy é um ambiente virtual gratuito de ensino e aprendizagem, criado em 2006 por Salman Khan, que busca oferecer uma educação gratuita e de qualidade para todos, em qualquer lugar, onde o aluno exerce o protagonismo com relação aos seus avanços. Essa plataforma está vinculada a uma organização sem fins lucrativos. Nela, o professor pode se cadastrar e, em seguida, cadastrar todos os seus alunos e acompanhá-los diariamente nas resoluções de atividades propostas.

A Khan Academy está em alinhamento com a BNCC, dando aos professores suporte, sugestões e novas ferramentas para trabalhar as competências e habilidades que a Base Nacional Comum Curricular espera que os alunos desenvolvam. Ela dispõe de conteúdos e material de apoio para as aulas, trazendo uma inovação dos antigos conteúdos e novas formas de serem trabalhados, ressaltando, inclusive, as relações existentes entre conteúdos de um componente curricular e deste com os demais componentes.

Ela permite ao aluno obter recompensas, conforme realize as atividades indicadas pelo professor ou até mesmo atividades que o próprio aluno escolheu para realizar. Essas recompensas vão desde pontos de energia até a conquista de medalhas. Em 2014, a Khan Academy passou a ser traduzida para o português pela Fundação Lemann. Atualmente, o site possui mais de 300 mil exercícios disponíveis a mais de 05 milhões de usuários no

Brasil, sendo estruturado para todos os tipos de usuários (crianças com conhecimentos iniciais de matemática, universitários e professores).

Os alunos praticam no próprio ritmo, solucionando primeiramente suas dificuldades de compreensão e, depois, acelerando o aprendizado. Criada por especialistas, a biblioteca da Khan Academy de prática e lições abrange matemática, ciências e muito mais. Com a Khan Academy, os professores conseguem identificar as dificuldades de compreensão de seus alunos, personalizar instruções e atender às necessidades de cada um deles.

3. Trabalhos relacionados

Nesta seção apresentamos trabalhos existentes na literatura relacionados ao que está sendo proposto, e que servem de base para o desenvolvimento deste trabalho, com ênfase no Ensino Híbrido e plataformas de ensino.

No trabalho de Vergara, Hinz e Lopes (2018), os autores buscaram refletir sobre a inserção das tecnologias digitais no contexto escolar e a remodelação deste espaço, baseado na utilização dos modelos de Ensino Híbrido como possibilidade de significar aprendizagens matemáticas. O trabalho foi desenvolvido com uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental, professores e gestores que acompanham e desenvolvem o modelo de Ensino Híbrido Laboratório Rotacional, utilizando a plataforma Educacional Khan Academy. Os resultados obtidos apontam que as aulas com apoio das tecnologias digitais, onde atualmente os alunos estão imersos, oferecem aos professores uma nova forma de ensinar e aos alunos uma nova forma de aprender, através da utilização da metodologia do Ensino Híbrido.

Da mesma forma, Franco (2017) difunde, no contexto do Ensino Híbrido, o uso do Portal da matemática que é um sítio na internet com material direcionado para o ensino da matemática em língua portuguesa. A implementação do Ensino Híbrido pelos professores de matemática brasileiros é discutida de forma sucinta e faz-se uma apresentação do Portal da Matemática indicando os elementos básicos para sua utilização. As três propostas de atividades contidas no trabalho apresentado pelo autor, versam sobre o algoritmo da soma de números inteiros, o estudo do círculo trigonométrico e a construção de um teodolito para a medição de distâncias.

Por fim, o modelo de sala de aula invertida (SAI) descrito no trabalho de Soares (2020), tem objetivo de demonstrar a eficácia do Ensino Híbrido para a melhoria do ensino da matemática a partir da relação do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) pelos estudantes em sua rotina de estudo e avaliar o desempenho do professor regente ao longo da realização da SAI. Trata-se de uma pesquisa-ação baseada nas habilidades propostas na unidade temática de Geometria da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) utilizando a plataforma Khan Academy. Foi desenvolvida uma sequência didática na qual a professora e os estudantes experimentaram um processo de ensino e aprendizagem mais personalizados e que estendesse o tempo e o espaço para aquisição de conhecimento.

Os trabalhos apresentados visam demonstrar o impacto do Ensino Híbrido como uma proposta de metodologia no processo de Ensino/Aprendizagem na disciplina de matemática, apoiando-se na utilização de plataformas digitais on-line, como Khan Academy e o Portal da Matemática. Nesse sentido, em nossa abordagem utilizamos a plataforma Khan Academy, porém diferentemente do trabalho de Vergara, Hinz e Lopes (2018), nossa aplicação foi no 9º ano do Ensino Fundamental.

4. Método

4.1. Visão geral

Este estudo de caso foi desenvolvido para avaliar os impactos do Ensino Híbrido, e foi conduzido na Escola Estadual Francisco Ricardo Macedo, com os alunos do 9º ano do ensino fundamental, na disciplina de matemática. Foi elaborado um pequeno questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM - *Technology Acceptance Model*). Este modelo foi escolhido por ser específico para usuários de sistemas de informação, facilitando a obtenção de um conhecimento prévio dos alunos em relação às tecnologias disponíveis na escola, sendo aplicado para os alunos antes e após a utilização da plataforma Khan Academy, visando obter um levantamento de dados necessário para a elaboração deste trabalho. O intuito deste questionário foi avaliar o relacionamento dos alunos com as tecnologias digitais.

Também foram aplicados dois questionários para os professores, baseados no TAM, um antes e outro depois da utilização do Ensino Híbrido com a plataforma Khan Academy. O objetivo desses questionários foi identificar o conhecimento do professor com as tecnologias digitais disponíveis e se ele as inclui em seu planejamento diário na sala de aula. E, posteriormente, após aplicação do Ensino Híbrido identificar se ele conseguiu alcançar o mesmo objetivo da aula presencial.

O professor selecionado para ser desenvolvido neste trabalho não utilizava as tecnologias digitais como recurso pedagógico. Assim, foram realizadas algumas pesquisas com o professor sobre o Ensino Híbrido. Durante as pesquisas foi indicada a utilização da plataforma Khan Academy para auxiliar nesse novo método de ensino. O professor e os alunos foram cadastrados na ferramenta para trabalharem os conteúdos e atividades aplicados nas aulas.

Foi solicitado o uso do laboratório de informática da escola para a aplicação do método do Ensino Híbrido. Além disso, pediu-se que os alunos levassem para as aulas celulares e tablets para o desenvolvimento das atividades. Os alunos que não possuíam tais equipamentos, utilizaram os computadores do Laboratório de Informática da escola.

O modelo híbrido selecionado foi o Laboratório Rotacional, no qual os estudantes usaram o espaço da sala de aula e de um laboratório de informática, onde as atividades foram desenvolvidas de forma *online*. Os alunos que foram direcionados ao laboratório, trabalharam nos computadores individualmente, de maneira autônoma, para cumprir os objetivos fixados pelo professor, que estava, com outra parte da turma, realizando sua aula da maneira tradicional.

4.2. Participantes

Participaram do estudo 25 alunos vinculados à turma do 9º ano do Ensino Fundamental II, os quais foram distribuídos em dois grupos: Grupo 01 com a participação de 12 alunos e Grupo 02 com a participação de 13 alunos. A Tabela 1 exibe os resultados da caracterização dos participantes em relação ao uso de tecnologias.

Tabela 1. Características dos participantes em relação ao uso de tecnologias.

Perguntas	Respostas
No seu dia você utiliza celular, tablet ou computador?	76% = Sim 24% = Às vezes
Você utiliza essas ferramentas tecnológicas para que utilidade?	40% = Jogos, pesquisas e redes sociais 40% = Apenas jogos e redes sociais 20% = Apenas para jogos
O que você acha de estudar com essas ferramentas nas aulas de matemática?	72% = Muito bom, pois as aulas de matemática são cansativas e chatas 28% = Ruim, pois poderia atrapalhar no entendimento do conteúdo
O professor utiliza as tecnologias digitais nas aulas?	100% = Às vezes e só para pesquisas de conteúdos
Você conhece o Ensino Híbrido?	20% = Sim, ouviram falar na Internet 80% = Não sabiam do que se tratava
Se não conhece, gostaria de conhecer esse novo método de ensino?	100% = Sim, gostariam de conhecer

4.3. Instrumentos de coleta de dados

Foram criados dois questionários específicos para o exame da eficiência do Ensino Híbrido: (1) Diagnóstico de satisfação dos alunos da experimentação tinha seis itens, a saber: (1.1) A aula se tornou mais agradável com modelo de ensino híbrido laboratório rotacional? [Sim ou Não]; (1.2) Para você, foi possível aprender com o Ensino Híbrido? [Totalmente, Parcialmente, Nada]; (1.3) Sua motivação em participar das aulas de matemática aumentou? [Muito, Pouco, Nada]; (1.4.) Foi fácil utilizar a plataforma? [Sim, Não, Às vezes]; (1.5) O conteúdo disponível na plataforma Khan Academy foi de fácil compreensão? [Sim, Não, Às vezes]; (1.6) Você gostaria de continuar estudando com o Ensino Híbrido? [Sim ou Não]; e (2) Entrevista com o professor de matemática após a aplicação da experimentação, com quatro itens: (2.1) Você sentiu dificuldade em organizar e planejar as aulas com o ensino híbrido? [Muito, Pouco, Bastante]; (2.2) A plataforma de estudo utilizada foi acessível para você? [Sim, Um

pouco, Não]; (2.3) Você, como professor da turma, percebeu se os alunos conseguiram manter ou progredir o nível de interesse pelos estudos da matemática? [Sim ou não]; (2.4) Foi possível a interação dos alunos com os colegas e com o conteúdo? [Sim ou Não]. Contudo, neste estudo, reportamos apenas os dados do primeiro questionário, trazendo na seção de Conclusão comentários sobre os professores, relacionados aos dados do segundo questionário, mas sem uma exposição detalhada das estatísticas.

4.4. Procedimento de aplicação do Ensino Híbrido e coleta de dados

Utilizando a metodologia do Ensino Híbrido as aulas foram realizadas durante 10 dias. No modelo de Laboratório Rotacional, os alunos fizeram o rodízio em momentos específicos, através de um planejamento criado pelo professor. No primeiro momento, os alunos do Grupo 01 participaram normalmente das atividades na sala de aula, com conteúdo no quadro e resolução de atividades no caderno. No segundo momento, os alunos do Grupo 02 foram para o laboratório de informática para estudar *online* com a plataforma Khan Academy.

Neste modelo, o professor determinou um tempo fixo de permanência dos alunos em cada um desses espaços, sendo estipulado 01 hora para cada ambiente. Depois de decorrido esse tempo, os alunos se alternavam entre os dois espaços: quem estava no laboratório de informática se dirigia para a sala de aula e vice-versa.

Os alunos aprenderam e praticaram conteúdos matemáticos no ambiente *online*, na plataforma Khan Academy, sob supervisão da professora, que estava desenvolvendo o projeto, e do professor de informática, responsável pelo laboratório de informática da escola. O momento na sala de aula, por sua vez, foi reservado para outras atividades de aprendizagem também na disciplina de matemática, sob a responsabilidade do professor da disciplina. Em um momento específico, eles receberam a orientação do professor e realizaram o rodízio. Nesse momento, metade da turma foi para o laboratório e utilizaram os computadores, tablets ou celulares individuais onde trabalharam conteúdos matemáticos na plataforma. Deste modo, os alunos alternaram-se para realizar as atividades em sala de aula e acessar a

plataforma Khan Academy, para aperfeiçoar ou aprofundar os conteúdos matemáticos.

4.4.1. Uso da Plataforma Khan Academy

Para a realização deste trabalho utilizando a metodologia do Ensino Híbrido e a plataforma Khan Academy, o professor da disciplina de matemática criou uma conta no ambiente virtual da plataforma e cadastrou os alunos da turma para participarem das aulas no laboratório de informática. Dentro da plataforma Khan Academy, o professor indicou antecipadamente em seu planejamento de atividades os conteúdos diferenciados para cada aluno, de acordo com seu nível de evolução (aprendizado) na plataforma, conforme Figura 1.

As operações geradas na plataforma vão de exercícios simples de soma, até cálculos algébricos e geométricos. Todos os conteúdos são explicados por videoaulas. Inicialmente, foi utilizado o recurso pré-teste da plataforma, que avalia individualmente e gera uma análise de cada aluno sobre as habilidades que ele já domina e as que ele ainda precisa dominar.

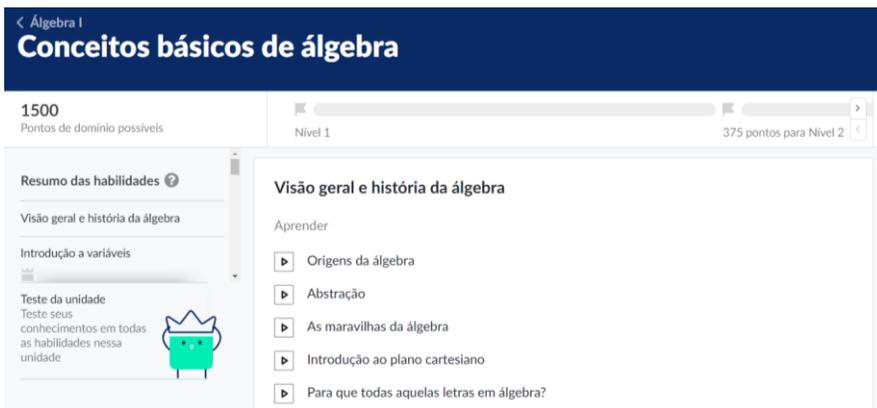


Figura 1. Página dos conteúdos em vídeos.

Fonte. Khan Academy (lista de conteúdo cadastrada pelo professor).

Na plataforma, a avaliação foi realizada a partir de diagnóstico, pois o professor tem condições de observar o engajamento, desenvolvimento e as dificuldades dos alunos nos grupos durante as aulas, ou acesso ao ambiente

virtual, atentando-se ao envolvimento geral e individual de cada um, permitindo que a prática docente se ajuste às necessidades discentes durante todo o processo, conforme Figura 2. O professor tornou-se um mediador, sempre que o aluno precisasse, pois esse aluno passou a ter maior autonomia, tendo a tecnologia como um atrativo a mais na aula, possibilitando uma aprendizagem significativa.



Figura 2. Progresso por Habilidade do Aluno.
Fonte. Khan Academy (página de progresso do aluno).

5. Resultados e Discussão

Buscando avaliar o conhecimento dos alunos com a proposta do Ensino Híbrido foi aplicado o Diagnóstico de satisfação dos alunos da experimentação, baseado no modelo teórico TAM, com as variáveis: facilidade de uso, utilidade percebida e intenção de uso. Assim, foi possível verificar a aceitação e o nível de satisfação desses indivíduos utilizando a plataforma de ensino.

Esse instrumento era composto por cinco questões objetivas e contou com a participação de 25 alunos do 9º ano que passaram pela experimentação do Ensino Híbrido, utilizando o modelo de Laboratório rotacional com auxílio da plataforma Khan Academy, durante 10 dias. Na primeira questão, sobre se as aulas se tornaram mais agradáveis, todos os alunos responderam que sim, isto é, que a aula se tornou mais atrativa e menos cansativa. Pode-se perceber o quanto os alunos ficaram entusiasmados com a aula após iniciar o Ensino Híbrido.

Na segunda pergunta, sobre aprendizado com o ensino híbrido, 76% dos alunos responderam que as aulas no laboratório foram importantes para mostrar que é possível aprender com as tecnologias digitais, e que o professor pode utilizá-las como um complemento de auxílio nas aulas. E 20% responderam não, esses alunos tiveram um pouco de dificuldade para responder as atividades na plataforma utilizando o teclado e mouse no computador, em vez de lápis e borracha. Esse resultado demonstra coerência com as respostas informadas pelos alunos, na etapa de caracterização em relação ao uso de tecnologias, no qual responderam não utilizar ferramentas tecnológicas em seu cotidiano.

Na terceira pergunta, sobre aumento de motivação com as aulas de matemática, 84% dos alunos responderam que aulas diferentes chamam a atenção dos alunos e eles ficam empolgados em experimentar novas coisas e logo ficam interessados em participar. Os 16% restantes responderam que não fez diferença em termos de motivação, pois gostam da disciplina independente da forma que seja desenvolvida.

Na quarta questão, sobre a facilidade de acesso à Khan Academy, foi verificado que 88% dos alunos responderam que a plataforma possui ambiente acessível até para pessoas que não sabem utilizar um computador. Por outro lado, 12% responderam que tiveram um pouco de dificuldade, principalmente, por não terem familiaridade com o computador. Esses alunos apresentaram receio em clicar nas opções que a plataforma oferece. Na quinta questão, sobre facilidade de compreensão dos vídeos, 100% dos alunos responderam Sim, isto é, afirmaram que os vídeos são fáceis de entender e o conteúdo é bem explicado.

Na sexta pergunta, sobre o interesse em continuar estudando no formato de ensino híbrido, 80% dos alunos responderam que seria muito bom mudar a forma de ensinar do professor, principalmente porque raramente utilizam o computador nesta disciplina. E 20% dos alunos responderam “Não”, que não tinha certeza se daria certo essa mudança, e que seria preciso se adaptar com as teclas do computador em vez do lápis e borracha, e que isso talvez pudesse atrasar o desenvolvimento da aula.

Com os dados acima pode-se perceber que as respostas dos alunos sugerem a aceitação do Ensino Híbrido e da plataforma de ensino testada. Dentre as possibilidades que são recorrentes na maioria dos estudos, foi

possível perceber que a facilidade de uso, a sensação de prazer e a influência social, indicaram um impacto positivo diante das tecnologias na sala de aula.

A boa aceitabilidade dos alunos com a utilização da ferramenta tecnológica parece estar associada à promoção de aprendizagens mais duradouras. Nota-se que o modelo de Ensino Híbrido “Laboratório Rotacional” foi eficiente.

6. Conclusão

Diante do que foi apresentado neste trabalho foi possível analisar que a utilização das tecnologias digitais pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, porém isso só será possível se os professores entenderem a grande importância que tem a inclusão desses recursos tecnológicos na aprendizagem dos alunos. É preciso estudar métodos diferenciados de ensino, estratégias que venham motivar o aluno quanto à aprendizagem e como este pode fazer a diferença no meio onde passa boa parte de sua vida.

O modelo de Ensino Híbrido Laboratório Rotacional proporcionou aos alunos uma forma mais agradável de aprender matemática, os ambientes diferenciados entre os grupos permitiram aulas mais dinâmicas e menos cansativas. Com a aplicação da plataforma Khan Academy pôde-se observar a proximidade dos alunos com as tecnologias digitais, e percebeu-se que a dificuldades em utilizá-la foram pequenas, possibilitando um melhor aproveitamento no aprendizado dos conteúdos.

Neste estudo enfrentamos dificuldades na busca por trabalhos relacionados que dessem sustentação à proposta da utilização do Ensino Híbrido utilizando essa plataforma. Também houve algumas dificuldades por parte do professor de matemática, pois ele não tinha muito entrosamento com as tecnologias, e teve que se dedicar ainda mais para aplicar esse novo método de ensino. No entanto, apesar das dificuldades foi possível o desenvolvimento da metodologia de ensino proposta.

Apesar das dificuldades do professor, ele pode aproveitar a plataforma, acompanhando a evolução dos estudantes por meio de sua interface. Ele tinha um controle dos alunos que acessaram a plataforma e quem realizava as atividades. Nas aulas presenciais o professor orientava os

alunos nas principais dificuldades que tinham em relação ao conteúdo. Assim foi possível identificar se a plataforma estava sendo útil ou não.

Os resultados deste trabalho mostraram uma boa aceitação de mais de 75% dos participantes em relação ao Ensino Híbrido e a plataforma de Ensino Khan Academy. Foi possível identificar evidências de que o nosso objetivo foi alcançado e que as condições de ensino propostas foram eficientes, ou seja, a plataforma possibilitou uma aprendizagem significativa e uma interação mais participativa entre os alunos e o interesse pelo conteúdo se tornou mais atraente fazendo com que os alunos se concentrassem por mais tempo no que estavam realizando.

Portanto, foi possível verificar que as tecnologias digitais de informação e comunicação podem ser eficazes no processo de aprendizagem de alunos no ensino fundamental. Nos dias de hoje, elas dão um suporte importante na sala de aula, sendo capazes de facilitar melhor o aproveitamento do tempo dos alunos e professores. As TICs precisam ser utilizadas adequadamente com acompanhamento, sendo necessário também que o professor busque conhecimento e técnicas sobre as tecnologias que serão trabalhadas na sala de aula.

Como trabalhos futuros, sugerimos aplicar a ferramenta em outras disciplinas, utilizando esta plataforma de ensino como também outras plataformas, para que o processo de ensino aprendizagem sempre seja inovador de forma que os alunos permaneçam por mais tempo na escola. Esperamos, assim, ter contribuído com a área de Informática na Educação.

Esse modelo ofereceu aos estudantes uma variedade de maneiras de aprender o material da disciplina, como assistir vídeos e ler textos preparados pelo professor, e completar atividades e exercícios *online* para demonstrar compreensão. Além da ajuda personalizada aos alunos em suas rotações: o professor primário trabalhou um a um com os alunos que precisaram de mais ajuda, enquanto o professor de tecnologia supervisionava uma segunda sala de aula de alunos passando por listas de reprodução individualizadas, ajudando quando necessário. Os dados de todas as atividades realizadas no laboratório de informática foram registrados na plataforma. O uso de Ensino Híbrido facilitou a instrução personalizada para os alunos da Escola Est. Francisco Ricardo Macedo.

7. Referências

DUTRA, R. 6 atividades do Ensino Híbrido para aplicar nas suas aulas. Tutor Mundi, 2020. Disponível em: <https://abrir.link/eKZbs>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

FIGUEIREDO, C. M. W. F. Aplicação de processos de aprendizagem virtual em meio à crise da Covid-19. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 8, p. 107-120, 2020. Disponível em: <https://abrir.link/CLsDM>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

FRANCO, A. S. D. Ensino Híbrido usando o Portal da Matemática e Projetos de Trabalhos Práticos. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Matemática, Estatística e Física, Universidade Federal do Rio Grande, 2017. Disponível em: <https://abrir.link/oEtpR>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

HOFFMANN, E. H. Ensino Híbrido no Ensino Fundamental: Possibilidades e Desafios. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://abrir.link/VSPye>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

MARTINS, L. C. B. Implicações da organização da atividade com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.47.2016.tde-19092016-102157>

SILVA, E. O ensino híbrido no contexto das escolas públicas brasileiras: Contribuições e desafios. *Revista Porto das Letras*, v. 3, n. 1, p. 151-164, 2017. Disponível em: <https://abrir.link/iZTLf>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

NETA, M. S.; CAPUCHINHO, A. C. Educação Híbrida: Conceitos, Reflexões e Possibilidades do Ensino Personalizado. In: *II Congresso sobre Tecnologias na Educação*, Paraíba, Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. Disponível em: <https://abrir.link/IFOAf>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

VERGARA, A. C. E.; HINZ, V. T.; LOPES, J. L. B. Como significar a aprendizagem de matemática utilizando os modelos de ensino híbrido. *Revista Thema*, v. 15, n. 3, p. 885-904 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.885-904.962>



Capítulo 05

Uso do *software* educacional Tracker como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio

Francisco Rafael Duarte Maciel 

Luciano Ferreira Silva 

Guilherme Lucas Pereira Bernardo 

Marcos Vinícius Melo da Silva 

Universidade Federal de Roraima

{rafa8056, bguilherme51}@gmail.com

luciano.silva@ufrr.br

1. Introdução

A Física é a ciência que analisa a natureza e seus fenômenos, utilizando a matemática para descrever e explicar esses eventos. O ensino de Física deve adaptar-se às demandas atuais do ensino científico, focando em sua aplicação social e na formação de cidadãos críticos. Essa abordagem, presente nos PCN+, enfatiza a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a alfabetização científica e tecnológica (ACT), destacando a importância da dimensão sócio-histórica (RICARDO, 2010). O estudo da Física envolve observação, experimentação e a formulação de leis e teorias, em que os físicos testam suas teorias através de experimentos. Analogamente, o ensino de Física em escolas deve ser baseado em experiências práticas (SOMBRA-JÚNIOR, 2015).

A realidade do ensino de Física enfrenta desafios significativos, especialmente nas escolas públicas, em que a falta de laboratórios é comum. Cerca de 70% dos alunos do ensino básico estudam em escolas sem laboratórios de ciências, conforme o último censo escolar do Ministério da Educação (CASTRO, 2017). Esse problema afeta não apenas o ensino médio, mas também as universidades responsáveis pela formação de professores. Uma pesquisa da Fundação Joaquim Nabuco revelou que as novas universidades federais no interior do Nordeste necessitam de melhorias em

infraestrutura, incluindo laboratórios e bibliotecas, considerados insuficientes pelos professores (SOUZA, 2015).

Nesse contexto, Pozo e Crespo (2009) complementam que a formação disciplinar do professor de ciências, com escassa bagagem didática e direcionada em sua maioria a produção científica, produz um profissional com perfil docente voltado à transmissão de conhecimentos conceituais. Tal fato ocorre porque a lógica das disciplinas científicas impôs-se sobre qualquer outro critério educacional, sendo atribuído aos alunos um papel meramente reprodutivo. Nesse modelo, o professor é um provedor de conhecimentos já elaborados, pronto para o consumo.

Pelo fato de a Física se expressar através da linguagem matemática, a maior parte dos alunos não a compreendem facilmente. Daí estamos vendo uma acentuada queda na aprendizagem e falta de interesse pelo ensino de ciências como um todo, e isso não se restringe somente ao ensino de Física. Espalha-se entre os professores de ciências, especialmente nos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio, uma crescente sensação de desassossego, de frustração, ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem (POZO; CRESPO, 2009).

Vivemos na era digital, em que as crianças, antes mesmo de aprenderem a ler e escrever, já interagem com a tecnologia. Os jovens têm acesso constante a dispositivos tecnológicos, utilizando-os em ambientes escolares, em casa e em espaços públicos, tornando-se parte integrante da rotina de muitos alunos. As tecnologias digitais modernas devem ser incorporadas ao ambiente escolar da mesma forma que livros, quadros e giz. A presença crescente de tecnologias digitais em nossas vidas, especialmente entre os jovens, é notável, com aplicativos disponíveis para facilitar diversas atividades em *smartphones*, tablets e computadores. Portanto, faz sentido aproveitar a tecnologia como um recurso para melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

Hoje, quando se analisa a presença dos meios de comunicação de massa e, principalmente, das novas tecnologias e sua influência na educação, chega-se à conclusão de que a aprendizagem seria totalmente prejudicada sem estes instrumentos (SILVA; SILVA, 2012). Como já destacado, muitos professores ainda se opõem ao uso da tecnologia em suas aulas,

principalmente o celular, que ainda é visto como um vilão a ser combatido a todo custo e não como o possível aliado e facilitador da aprendizagem. Muitos docentes ainda não compreendem que a inserção da tecnologia no ensino é um caminho sem volta. O celular, antes tão malvisto no ambiente escolar, vai ocupando cada vez mais espaço na sala de aula.

De acordo com a pesquisa “nossa escola em reconstrução” (PORVIR, 2017), os alunos ao serem indagados “o que não pode faltar nas escolas em termos de estrutura física?”, responderam em sua maioria (55%) que não pode faltar “Tecnologia não só no laboratório de informática”. Mesmo com restrições, os alunos têm acesso a tecnologias fora da sala de aula, indicando que o aprendizado vai além do ambiente escolar. Contudo, é crucial que as tecnologias da informação sejam usadas como ferramentas auxiliares, não como o foco principal do ensino. Os professores devem se capacitar para integrar essas tecnologias de forma equilibrada. A escola do futuro deve reconhecer os avanços tecnológicos, mas sem depender exclusivamente deles para o aprendizado. O uso eficaz dessas ferramentas requer adaptações, especialmente na formação de professores.

Com base no que foi esclarecido acima, o problema a ser abordado nesta pesquisa são as dificuldades dos alunos em observar os fenômenos relacionados com o movimento vertical, bem como aprender os conceitos da Física relacionados com o assunto, sobretudo quando nos referimos a gravidade local agindo como uma aceleração. De maneira geral, o movimento vertical é apresentado aos alunos quase sempre na forma meramente verbal, mesmo quando as aulas são ministradas de maneira mais lúdica, por meio de experimentos, é muito difícil, a olho nu, fazermos observações e análises dos experimentos, pois, geralmente, trata-se de pequenos deslocamentos que implicam em movimentos muito rápidos, para os quais o olho humano não tem capacidade de acompanhar com precisão.

Com isso em mente, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver e validar uma metodologia, baseada na teoria da Aprendizagem Significativa, para ensinar movimento vertical de massas pontuais, na disciplina de Física do 1º ano do ensino médio, por meio da análise de experimentos reais, previamente filmados pelos próprios alunos, feita com o *software* computacional Tracker. As perguntas de pesquisa foram:

PP01: Em que medida o uso da tecnologia promoveu aprendizado?

PP02: O *software* Tracker realmente ajuda a melhorar o aprendizado dos alunos?

2. Fundamentação teórica

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-litera e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2011).

A teoria da Aprendizagem Significativa, abordada por Moreira (2011), chama esses conhecimentos prévios relevantes de subsunçor ou ideia-âncora. De maneira mais simbólica subsunçor é o nome dado ao conhecimento específico já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que lhe permite dar significado aos novos conhecimentos que ele está recebendo ou descobrindo. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2011).

Moreira (2011) também explica como se relacionam as novas ideias, potencialmente significativas, existentes no material a ser aprendido, com as ideias relevantes já ancoradas na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo ele, a interação dessas ideias e seu posterior armazenamento fazem parte de um processo de assimilação que ultrapassa a fase de aprendizagem até a fase de retenção e esquecimento.

Portanto, a Aprendizagem Significativa não é aquela que nunca esquecemos, a assimilação obliteradora é um processo natural da teoria, ela ocorre quando, passado algum tempo, acabamos por esquecer o que foi aprendido, mas não é um esquecimento total. Nesse caso, é uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, e não uma perda de significados. Se o indivíduo esquecer totalmente o que foi aprendido, então a aprendizagem não foi significativa, é provável que tenha sido uma aprendizagem meramente mecânica.

Destaca-se ainda que temos duas condições básicas que devem ser satisfeitas para que haja uma Aprendizagem Significativa. A primeira é que o material deve ser potencialmente significativo, e a segunda que o aluno deve ter predisposição a aprender. Se essas duas condições não forem satisfeitas não haverá Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2011).

2.2. Estudo dos movimentos

Esta seção traz um breve estudo referente aos conceitos envolvidos no movimento uniformemente variado e lançamento vertical. Destaca-se que esse estudo utilizou como base bibliográfica as obras de Barreto e Xavier, (2013); Bonjorno, et al. (2013); Halliday, Resnick e Walker (2006); e Yamamoto e Fuke (2010).

No estudo da cinemática, focamos em como objetos se movem, seja um carro na estrada, uma partícula em um eixo, ou até mesmo uma pessoa caminhando. Esses objetos, chamados de móveis ou corpos, podem ser tratados como pontos materiais (quando suas dimensões são insignificantes em relação ao que estamos observando) ou como corpos extensos (quando suas dimensões são significativas). Para entender o movimento, precisamos de um referencial, que é a posição do objeto em relação a outros ao seu redor. A trajetória é o caminho que o objeto percorre, que pode ser reta ou sinuosa, dependendo do movimento.

Chamamos de posição do objeto onde ele está em determinado momento. O deslocamento é a distância que ele percorreu desde um ponto inicial, sendo calculado como a diferença entre a posição final e a inicial. O intervalo de tempo é o tempo que o objeto gasta nesse deslocamento. A direção, por sua vez, é o caminho que o objeto segue, podendo ser horizontal ou vertical, enquanto o sentido é a orientação do movimento ao longo dessa direção. Importa distinguir entre direção e sentido, pois um objeto pode mover-se na mesma direção, mas em sentidos opostos.

Ao dirigir, a velocidade média é a razão entre o total de distância percorrida e o tempo gasto para percorrer essa distância. Isso significa que, independentemente de como a velocidade mude durante a viagem, a velocidade média nos dá uma média do quanto o carro se moveu por minuto. A velocidade é medida em metros por segundo (m/s) no sistema

internacional, ou em quilômetros por hora (km/h), que são as duas formas mais comuns de medir velocidade.

Quando estamos andando em um automóvel, é importante salientar que a velocidade que o velocímetro mostra no painel, é a velocidade instantânea, que é a velocidade medida em um momento específico, não a velocidade média. Esta velocidade instantânea é a taxa na qual o carro está se movendo no instante em que o velocímetro é lido, e é calculada como a derivada da posição do carro em relação ao tempo.

2.2.1. Movimento Uniformemente Variado

Ao observarmos como os carros se movem pelas ruas, verificamos que alguns estão rápido, outros devagar, e às vezes estão parados. Esse tipo de situação, onde a velocidade muda com o tempo, é chamado de movimento variado. Quando essa mudança ocorrer com a velocidade aumentando ou diminuindo de maneira constante, chamamos esse movimento de uniformemente variado, nessas condições a aceleração é uma constante.

Quando a velocidade de um objeto muda, dizemos que ele está acelerando. Se a velocidade aumenta, a aceleração é positiva, e se diminui, a aceleração é negativa. A aceleração média é calculada pela mudança na velocidade dividida pelo tempo que levou para essa mudança acontecer. Mas, para saber a aceleração exata em um momento específico, precisamos olhar para a mudança na velocidade em um intervalo de tempo muito pequeno, quase zero. Isso nos dá a aceleração instantânea. A aceleração instantânea é a taxa na qual a velocidade está mudando em um instante específico. Podemos calcular isso usando a derivada da velocidade em relação ao tempo. Isso nos leva a uma equação que mostra que a aceleração é a segunda derivada da posição em relação ao tempo.

Em alguns casos, a aceleração é constante, o que significa que a velocidade muda a uma taxa constante. Isso é comum em situações como acelerar um carro de um semáforo ou frear até parar. Quando a aceleração é constante, podemos usar um conjunto especial de equações para calcular a velocidade e a posição do objeto em qualquer momento.

2.2.2. Movimento vertical

Vamos explorar como os objetos se movem verticalmente, seja ao serem lançados para cima ou ao cair de uma altura, todos próximos à Terra. Esse movimento é um tipo de movimento uniformemente variado, mas na direção vertical. A Terra exerce uma força de atração, conhecida como gravidade, que puxa tudo para o seu centro. Isso faz com que os objetos ganhem velocidade ao cair e percam velocidade ao serem lançados para cima. A gravidade possui um valor médio de 9,8 metros por segundo ao quadrado (m/s^2) para cálculos no ensino médio. O movimento vertical pode ser dividido em dois: lançamento vertical, onde um objeto é lançado para cima e atinge uma altura máxima antes de cair, e queda livre, onde um objeto começa em repouso e cai devido à gravidade.

Para calcular esses movimentos, usamos equações que levam em conta a altura inicial, a velocidade inicial, o tempo e a gravidade. Essas equações mostram que a velocidade e o tempo de queda não dependem da massa do objeto, mas sim da gravidade e da resistência do ar. Em um ambiente ideal sem ar, objetos de diferentes massas cairiam ao mesmo tempo. No entanto, na Terra, a forma e a massa dos objetos afetam como eles caem devido à resistência do ar.

Um experimento simples pode demonstrar isso: soltar uma folha de papel e um livro ao mesmo tempo mostrará que o livro cai mais rápido. Mas se amassarmos a folha de papel para que tenha uma forma mais densa, ela cairá quase ao mesmo tempo que o livro, ilustrando o efeito da resistência do ar. Além disso, quando um objeto é lançado para cima, ele atinge uma altura máxima e depois cai de volta ao ponto de lançamento com a mesma velocidade com que foi lançado. O tempo que leva para subir é igual ao tempo que leva para cair de volta.

2.3. Software Tracker

O Tracker é um *software* livre, desenvolvido pela *Open Source Physics* (OSP), e trata-se de um recurso para análise de movimentos feita através de vídeos. O Tracker e sua documentação podem ser encontrados em < <https://bit.ly/4c7gnTp> >. Um vídeo é uma sequência de imagens denominadas *frames*. O que o Tracker faz é separar e apresentar um *frame*

por vez. A partir daí é possível destacar aspectos mais relevantes de um fenômeno, como, por exemplo, a posição e o tempo de um objeto a cada *frame*. Feito isso, o *software* constrói rapidamente gráficos e tabelas com as variáveis escolhidas pelo operador. Quanto mais moderno for o equipamento de filmagem mais fps (*frames* por segundo) você conseguirá e os dados gerados serão mais precisos. A Figura 1 ilustra a interface do *software* Tracker.

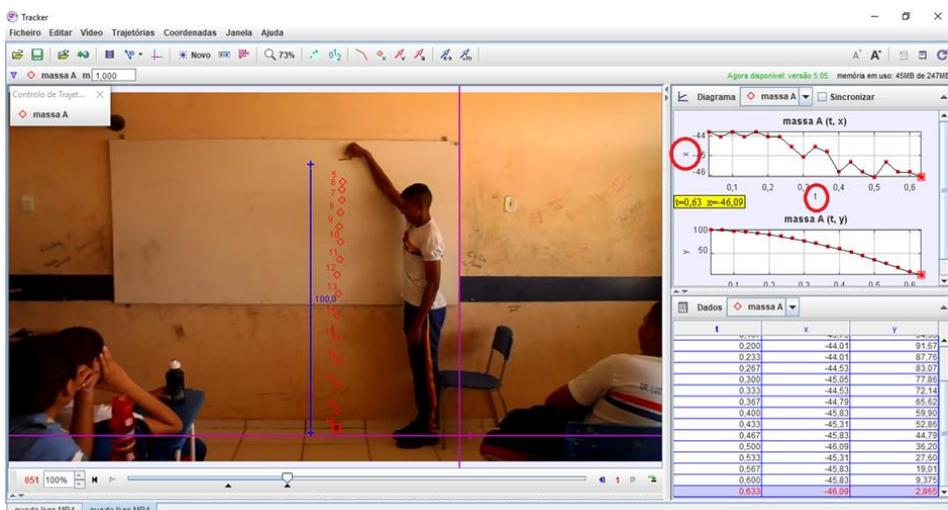


Figura 1. Interface do *software* Tracker.

3. Método

Nesta seção é apresentada uma alternativa de material potencialmente significativo para auxílio das aulas de Física: a sequência didática com o uso do Tracker. Ela foi desenvolvida para auxiliar nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio, nos conteúdos que se referem aos estudos dos movimentos. O *software* pode fazer análises de movimentos de qualquer objeto, através de vídeos, desde que conheçamos algum dispositivo ao fundo do vídeo que sirva como referência, a partir daí o programa constrói rapidamente gráficos e tabelas com informações como posição, velocidade, aceleração e etc. Como o estudo dos movimentos é muito amplo, não temos

como abordar todo ele neste trabalho, portanto, escolhemos para apresentar aqui o estudo do movimento vertical.

Observamos e analisamos o aprendizado dos alunos sobre três aspectos: 1) compreensão da parte conceitual do fenômeno movimento vertical e da gravidade como uma aceleração; 2) entendimento da parte experimental, buscando identificar se os alunos compreenderam melhor o fenômeno com o uso do *software*; 3) avanços no uso do formalismo matemático do assunto.

O presente trabalho foi aplicado em duas turmas de primeiro ano do ensino médio na modalidade regular, sendo uma turma única de uma escola pública estadual de um município do interior de Roraima (Escola A), com 21 alunos, e outra turma de um colégio militar estadual, localizado na capital do estado (Escola B), com 31 alunos.

3.1. Descrição da sequência didática

Nesta seção são apresentados os momentos organizados de forma a termos contato direto com os alunos, construindo e verificando suas bases de aprendizados, inserindo o Tracker, e coletando dados, que serão analisados e discutidos posteriormente no trabalho. Para fazer inferência e verificar os resultados dos dados que foram coletados não utilizamos a comparação entre turmas, verificamos a evolução dos resultados perante a própria turma. Antes de dar prosseguimentos salientamos que nas Etapas 1, 2 e 3 o trabalho é feito convencionalmente, sem o emprego da metodologia desenvolvida com o *software* e nem a aplicação de teoria da aprendizagem significativa.

Etapla 1. Apresentação do movimento vertical e suas equações: possui como objetivo apresentar o movimento vertical e suas equações, demonstrar que no movimento vertical, no lançamento vertical e na queda livre, a velocidade e o tempo de deslocamento do objeto não dependem de sua massa. Esta etapa foi realizada apenas na Escola A, pois a Escola B ficou a cargo do professor titular da turma, para que ele aplicasse sua metodologia. Nesta etapa não tivemos contato com a turma da Escola B. Na Escola A apresentamos o movimento vertical com toda a parte conceitual e suas equações, que são as mesmas do MRUV fazendo-se as adequações

necessárias nas variáveis de posição e aceleração em que passamos a usar h e g para representar altura e gravidade respectivamente.

Etapa 2. Resolução de exercícios no quadro e extraclasse: visa ensinar os alunos a identificarem as constantes nos problemas de movimento vertical e utilizar as equações. Essa etapa também foi realizada apenas na Escola A. Da mesma forma que ocorreu na etapa anterior, aqui também a aplicação ficou a cargo do professor Escola B, por isso, não sabemos os dias e nem como foram os trabalhos com os alunos. As aulas na Escola A foram ministradas em sala de aula com o uso do quadro branco respondendo exercícios e atividade extraclasse. Isso ajudou os alunos a identificarem as constantes que existem implícitas nos exercícios, como a gravidade que muda somente o sinal positivo e negativo dependendo do sentido do movimento, da velocidade final em lançamento vertical, e da velocidade inicial em uma queda livre. A etapa também serviu como treinamento para que os alunos aprendessem o formalismo matemático do movimento vertical, pois nosso ensino de Física e vestibulares o exigem.

PROVA 1	
<p>1. Ao abandonarmos um objeto qualquer próximo à superfície da Terra, podemos dizer que o corpo cairá em que tipo de movimento:</p> <p><input type="checkbox"/>) Retrógrado</p> <p><input type="checkbox"/>) M.R.U.V. acelerado</p> <p><input type="checkbox"/>) M.R.U.V. retardado.</p> <p><input type="checkbox"/>) Não há como determinar qual tipo de movimento</p>	<p>4. O movimento de um corpo pode ser representado de várias formas, cite algumas dessas formas.</p>
<p>2. Uma bolinha é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial maior que zero. Descreva seu movimento desde o lançamento até a queda de volta no ponto de lançamento, conforme perguntas abaixo:</p> <p>a) A velocidade dela varia, ou permanece a mesma durante todo movimento de subida e descida?</p> <p>b) Onde a bolinha terá maior velocidade?</p> <p>c) Onde a velocidade será menor?</p> <p>d) O que acontece com sua velocidade quando ela atinge a altura máxima?</p>	<p>5. Um objeto é abandonado a 122 m de altura do solo. Considerando a gravidade como $9,8 \text{ m/s}^2$, calcule:</p> <p>a) Em quanto tempo ele chega ao solo?</p> <p>b) Qual a velocidade que ele chega ao solo?</p> <p>c) Qual será sua altura 2,5s após ter sido abandonado?</p>
<p>3. Por que a queda livre é considerada um movimento retilíneo uniformemente variado?</p>	<p>6. Uma pessoa joga uma bolinha para cima a partir do solo. Desprezando a resistência do ar e considerando a gravidade como $9,8 \text{ m/s}^2$, responda:</p> <p>a) Com que velocidade ela deve ser jogada para que chegue a uma altura de 10m?</p> <p>b) Quanto tempo ela leva para chegar à altura de 10m?</p> <p>c) Qual é sua velocidade quando ela retorna ao ponto de lançamento?</p> <p>d) Quanto tempo ela leva para subir ao ponto mais alto e retornar ao ponto de lançamento?</p>

Figura 2. Prova I aplicada na Etapa 3.

Etapa 3. Primeira prova: objetiva coletar dados para verificar se os alunos reterão o conhecimento após as aulas. Nessa etapa foi aplicada uma prova (ver Figura 2) para verificar o que os alunos conseguiram reter da

parte conceitual do movimento vertical, se conseguem visualizar e analisar corretamente um fenômeno relacionado ao assunto e se conseguiram usar o formalismo matemático adequadamente. A prova serviu, ainda, para estabelecer controle sobre a base de conhecimentos dos alunos para podermos fazer inferências em relação a sua evolução após o uso do Tracker.

Etapa 4. Apresentação do Tracker: possui o objetivo de apresentar, explicar a finalidade e ensinar os alunos a usarem o Tracker. Esse momento foi realizado com os alunos da Escola A pelo pesquisador, já na Escola B foi conduzido pelo professor regente da turma, ficando o pesquisador apenas como observador. Em ambas as escolas, com o auxílio de um datashow, o Tracker foi apresentado explicando a sua utilidade e como usá-lo. Com um vídeo, previamente feito de um objeto em movimento vertical, demonstramos passo a passo como fazer uso do *software* para análise de movimentos. Nesse momento chamamos a atenção dos alunos para a variação de velocidade que ocorre no movimento, como o Tracker separa e apresenta o vídeo em quadros com mesmo intervalo de tempo, a distância percorrida entre os quadros vai diminuindo ou aumentando, de acordo com o movimento, o que torna evidente a gravidade agindo sobre o corpo.

Etapa 5. Aulas experimentais para filmagens e posteriores análises com o Tracker: visa fazer com que os alunos produzam vídeos para análise com o Tracker. Essa etapa serviu para que os alunos fizessem experimentos de queda livre e lançamento vertical, que foram filmados e, posteriormente, analisados com o Tracker. Nesse momento os próprios alunos produziram os vídeos, buscando que eles participassem ativamente e se interessassem mais pelas aulas. Para o experimento de queda livre usamos uma bolinha de ping-pong, que foi abandonada a uma altura de dois metros do solo. Como a bolinha é bem leve, fizemos um furo e a enchemos de cola quente para diminuir os efeitos do atrito com o ar, também a pintamos de preto para dar um contraste maior no vídeo. Para o experimento de lançamento vertical, construímos uma espécie de lançador para arremessar a mesma bolinha, o lançador consiste em uma mola e um tubo de pvc ambos presos em uma base de madeira, onde a mola é comprimida e presa. Depois disso é colocada a bolinha e então a mola é liberada lançando a bolinha para o alto, verticalmente. Ambos os experimentos foram feitos usando o quadro branco como plano de fundo e medimos uma altura de dois metros para servir de referência para o *software*.

PROVA 2	
<p>Na queda livre</p> <p>1. Há alguma variação de velocidade durante a queda da bolinha?</p> <p><input type="checkbox"/>)sim</p> <p><input type="checkbox"/>)Não</p> <p>2. Onde a bolinha tem a maior velocidade?</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais alto, onde a bola é abandonada.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo, quando a bola chega ao solo.</p> <p><input type="checkbox"/>) no meio do percurso.</p> <p><input type="checkbox"/>) não há variação de velocidade.</p> <p>3. Onde a bolinha tem sua menor velocidade?</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais alto, onde a bola é abandonada.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo, quando a bola chega ao solo.</p> <p><input type="checkbox"/>) no meio do percurso.</p> <p><input type="checkbox"/>) não há variação de velocidade.</p> <p>Em um lançamento vertical.</p> <p>4. Há alguma variação de velocidade durante a subida e a queda da bolinha?</p> <p><input type="checkbox"/>)sim</p> <p><input type="checkbox"/>)Não</p> <p>5. Onde a bolinha tem a maior velocidade?</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais alto, onde a bolinha chega.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo quando retorna ao ponto de lançamento.</p> <p><input type="checkbox"/>) no meio do percurso.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo quando a bola é lançada</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo, tanto quando é lançada, como quando ela retorna.</p> <p><input type="checkbox"/>) não há variação de velocidade.</p> <p>6. Ao abandonarmos um objeto a uma altura de 2 metros da superfície do solo. Considerando a gravidade como $9,8\text{m/s}^2$, responda:</p>	<p>a) Em quanto tempo ele chega ao solo?</p> <p>b) Com que velocidade ele atinge o solo?</p> <p>7. Onde a bolinha tem sua menor velocidade?</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais alto, onde a bolinha chega.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo quando volta ao ponto de lançamento.</p> <p><input type="checkbox"/>) no meio do percurso.</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo quando a bola é lançada</p> <p><input type="checkbox"/>) no ponto mais baixo, tanto quando é lançada, como quando ela retorna.</p> <p><input type="checkbox"/>) não há variação de velocidade.</p> <p>8. Se a velocidade da bolinha está variando, o que faz a velocidade dela variar?</p> <p>9. Se abandonarmos um objeto a 20m da superfície da Terra ele levará cerca de 2s para chegar ao solo. Faça um esboço da provável posição do objeto após 1s dele ter sido abandonado.</p> <p>10. Se atirmos um objeto para o alto com uma velocidade de 60m/s, considere a gravidade sendo $9,8\text{m/s}^2$, calcule:</p> <p>a) Qual a altura máxima que o objeto conseguira alcançar?</p> <p>b) Quanto tempo ele levará para chegar na altura máxima?</p> <p>c) Qual a velocidade com que ele retorna ao ponto de lançamento?</p> <p>d) Em quanto tempo ele retorna ao ponto de lançamento?</p> <p>11. O que você achou do programa (Tracker)? Ajudou você a observar e compreender melhor o fenômeno físico estudado?</p>

Figura 3. Prova II aplicada na Etapa 7.

Etapa 6. Usando o Tracker: objetiva fazer análise experimental dos vídeos produzidos pelos alunos. Nessa etapa foram feitas as análises experimentais dos vídeos produzidos pelos alunos, sendo possíveis duas abordagens: a primeira, considerada mais ideal, seria, com o auxílio do professor, fazer uso do Tracker em um laboratório previamente preparado para que todos os alunos façam uso e assim teríamos a participação efetiva e ativa da maioria dos alunos; a segunda, caso não tenha acesso ou não seja possível utilizar o laboratório, seria fazer as análises em sala de aula com o auxílio de um *data show*, mas isso limitaria a participação ativa dos alunos. Uma estratégia para diminuir essa limitação seria os alunos fazerem as análises revezando entre eles, enquanto os outros observam, com a supervisão e auxílio do professor. Em ambas as escolas não foi possível utilizar laboratórios, por motivos diferentes. Na Escola A devido à sua

precariedade e Escola B devido à resistência da gestão em receber inicialmente o trabalho, e retirar os alunos de sala para que o trabalho fosse feito. Por isso todo o processo foi feito conforme a 2ª opção nas duas escolas.

Etapa 7. Segunda prova: possui o objetivo de coletar dados para verificar a influência do Tracker no desempenho dos alunos. Na última etapa foi aplicada uma prova (Prova II - Figura 3) para coletar dados e verificar a eficiência do trabalho no aprendizado dos alunos, a dificuldade da prova era semelhante à da primeira. Como na primeira prova, será observado o desempenho nos mesmos três aspectos (Conceitual, Observação do fenômeno e Formalismo matemático). A prova foi aplicada em um dia posterior às análises feitas pelos alunos e não foi permitida a utilização do Tracker para responder às questões. A ideia foi verificar até que ponto os alunos retêm os conhecimentos adquiridos em sala, quando se utiliza o Tracker.

4. Resultados e Discussão

Esta seção é destinada à coleta e tratamento de dados para avaliar e verificar o impacto e evolução do uso do *software* educacional Tracker, como dispositivo de apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio. Observamos o aprendizado dos alunos sobre três aspectos: primeiro a compreensão da parte conceitual a respeito do fenômeno movimento vertical e da gravidade como uma aceleração; segundo a observação, análise e entendimento da parte experimental; e em terceiro, observar se os alunos conseguem usar melhor o formalismo matemático do conteúdo. Destaca-se que nesta pesquisa, devido às suas particularidades, optou-se por basear-se na maneira como foi desenvolvida e aplicada a metodologia de avaliação de Neto (2016), a qual procura analisar a evolução da própria turma frente ao trabalho proposto, não executando comparações de progresso com outras turmas.

4.1. Resultados da primeira prova

Na primeira prova, em que os alunos resolveram sem o uso do Tracker, analisamos inicialmente o aspecto da abstração conceitual, para

tanto observamos as respostas dos alunos nas questões 1, 2, 3 e 4 da Prova I, sendo que na questão 1 foi atribuído 1 ponto para resposta correta, e nas questões 2 e 3 foram atribuídos 2 pontos para cada questão, e na questão 4, 1 ponto por acerto. Nesse padrão, o aluno que atingir nota de 0 a 2 terá seu desempenho classificado como ruim, os alunos que conseguirem nota de 3 a 4 serão classificados com desempenho bom e aqueles que atingirem nota de 5 até 6 serão classificados como excelente.

Em seguida analisamos o aspecto referente à observação experimental, o qual é um aspecto um pouco mais complicado para os alunos, pois a olho nu é muito difícil observar as variações de velocidades que ocorrem em pequenos deslocamentos próximos a superfície terrestre. Podemos dizer que os alunos que retiveram bem os conhecimentos conceituais conseguiram identificar o que está ocorrendo no fenômeno estudado, caso contrário, diríamos que é praticamente impossível ter tal percepção a olho nu.

Mas, optamos por fazer uma análise a partir das respostas obtidas na questão de número 2, da Prova I, onde as letras a e b recebem o valor de 2 pontos cada, e c e d valem 1 ponto cada uma, a classificação dos conceitos de aprendizagens se deu da mesma forma como foi feita no aspecto conceitual, de 0 a 2 pontos ruim, de 3 a 4 bom e de 5 a 6 excelente. Aqui é importante lembrar e destacar que não está sendo observado o aprendizado dos alunos, mas sim o que eles conseguem visualizar em um experimento de movimento vertical real.

Por último, para averiguar se os alunos conseguiram assimilar o formalismo matemático do assunto, utilizamos as questões 5 e 6, com os critérios de avaliação estabelecidos nos dois itens anteriores, sendo que as letras a, b e c das duas questões valem um ponto cada uma. Destacamos que esses critérios e pontuações aqui atribuídos são apenas para análise e avaliação do resultado da aplicação do produto. Os critérios de avaliação bimestral dos alunos foram outros, embora tenhamos utilizado as avaliações como parte parcial da nota bimestral. Os testes foram aplicados em duas escolas com perfis diferentes: a Escola A, localizada no interior do interior do Estado; e a Escola B, uma escola militar localizada na Capital.

4.1.1. Resultados da primeira prova dos alunos da Escola A

A turma da Escola A que participou do estudo contou com 21 alunos à época da aplicação dos testes. A seguir apresentaremos os gráficos (Figura 4, Figura 5 e Figura 6) que representam o desempenho dos alunos da Escola A, respectivamente, em relação a Aspectos Conceituais, Observação do Fenômeno e Formalismo Matemático.

Pode-se observar que na primeira prova os alunos da Escola A, dos 18 alunos que fizeram a prova, 16 deles obtiveram conceito ruim, quanto a parte conceitual do assunto, apenas 2 alunos conseguiram um bom desempenho, e nenhum aluno conseguiu o conceito excelente. Quanto ao desempenho referente a entender o que está acontecendo visualmente, dos 18 alunos presentes, 11 ficaram com conceito ruim, 7 atingiram conceito bom, e nenhum foi excelente. Quando olhamos o desempenho dos alunos em conseguir usar as equações do movimento vertical, todos os 18 alunos ficaram com conceito ruim, nenhum alcançou conceitos bom ou excelente.

4.1.2. Resultados da primeira prova dos alunos da Escola B

Na Escola B, o produto educacional foi entregue ao professor titular, para que ele pudesse aplicá-lo. Durante as primeiras etapas da aplicação, correspondente às aulas convencionais e a aplicação da primeira prova, não as acompanhamos. Aqui os critérios de avaliação são os mesmos, sendo que fizemos a análise a partir das duas provas aplicadas pelo professor titular da escola, que nos foram repassadas. Na sequência apresentamos os gráficos que representam o desempenho dos alunos da Escola B, (Figura 7, Figura 8 e Figura 9), também apresentados da mesma forma dos anteriores.

Durante a aplicação da primeira prova na Escola B dos 25 alunos presentes no dia, 17 ficaram com desempenho ruim, ao analisarmos a parte de retenção dos conceitos, 6 alcançaram desempenho considerado bom, apenas 2 conseguiram conceito excelente. Verificando o desempenho dos alunos, em conseguir visualizar o fenômeno, dos 25 presentes, 8 ficaram com desempenho ruim, 15 atingiram um bom desempenho, e 2 deles tiveram desempenho considerado excelente. Quando analisamos a parte matemática da prova, todos os alunos da Escola B, ficaram com desempenho considerado ruim, nenhum conseguiu desempenho bom ou excelente.

4.2. Resultados da segunda prova

Apresentamos nesta seção os resultados obtidos na segunda prova, após os alunos fazerem o uso do Tracker. Antes de prosseguirmos com os critérios de avaliação, destacamos que o programa foi utilizado apenas para observação e análises experimentais referente ao movimento vertical, não usamos o programa para reproduzir situações abordadas na prova, com exceção da questão de número 6, que foi reproduzida e analisada em sala de aula, mas, apenas para observação experimental, sendo que os alunos não fizeram uso do *software* para responder nenhuma das questões abordadas na prova, a qual foi aplicada em um dia posterior as aulas experimentais com o uso do Tracker.

Na segunda prova analisaremos o desempenho dos alunos também sobre os mesmos três aspectos anteriores: a parte conceitual, a visualização de fenômenos e a retenção do formalismo matemático. Como na primeira prova, atribuímos a pontuação de 0 a 6 para avaliação dos alunos em cada aspecto e foram classificados como ruim, bom e excelente.

Os critérios de avaliação se deram da seguinte maneira, no primeiro aspecto, que se refere aos conhecimentos conceituais dos alunos, observamos as questões 1, 4, 5, e 9, da Prova II, cada uma valendo 1 ponto e a questão número 8 com 2 pontos. Na segunda parte a ser analisada, no que tange ao que os alunos conseguem visualizar em suas observações, levamos em consideração as questões 2, 3, 7 e 9 cada uma valendo 1 ponto. A questão de 5 valeu de 1 a dois pontos, com a seguinte condicionante, se os alunos optarem pelo segundo ou quarto item da questão, eles estão corretos e será atribuído apenas um ponto, mas o quinto item está mais correto, portanto, vale 2 pontos, isso foi posto de maneira proposital para averiguar se os alunos conseguem visualizar a diferença.

A questão número 5 também faz parte dos critérios de avaliação da parte conceitual, porém ela não tem essa condicionante, pois por conceito os alunos têm de saber que no lançamento vertical a velocidade de lançamento é máxima, e a velocidade com que o objeto lançado chega de volta ao ponto de lançamento são a mesma. Por último, ao avaliarmos os conhecimentos dos alunos em relação ao formalismo matemático, consideramos a questão 6 letras a e b valendo 1 ponto cada e a questão 11 com letras a, b, c e d valendo 1 ponto cada uma.

4.2.1. Resultados da primeira prova dos alunos da Escola A

Vejam os gráficos do desempenho dos alunos (Figura 4, Figura 5 e Figura 6) após a segunda prova, também separados por aspectos, como na primeira prova. Agora analisando o gráfico referente aos conceitos físicos após a aplicação da segunda prova, dos 20 alunos presentes no dia da avaliação, seis deles tiveram desempenho ruim, 12 atingiram um bom desempenho, e dois foram excelentes. Olhando o desempenho dos 20 alunos, a respeito em conseguir visualizar o experimento após o uso do Tracker, apenas três tiveram desempenho considerado ruim, 13 conseguiram ficar com bom desempenho, e 4 foram excelentes. Analisando o desempenho dos alunos da Escola A, ao utilizarem as equações após a metodologia, vimos que o desempenho se manteve inalterado, ou seja, todos os alunos foram ruins.

4.2.2. Resultados da primeira prova dos alunos da Escola B

Agora apresentamos os gráficos com o desempenho dos alunos na segunda prova (Figura 7, Figura 8 e Figura 9), após o uso do Tracker na Escola B, separados por aspecto ao qual estamos analisando. Observando o desempenho dos alunos da Escola B no que diz respeito a retenção de conceitos após a aplicação da metodologia, dos 27 alunos que fizeram a prova, 7 tiveram desempenho ruim, 19 bom desempenho, e 1 alcançou desempenho excelente. Analisando se os 27 alunos conseguem ver o que se passa durante os corpos em movimento vertical, 7 deles ficaram com desempenho ruim, 17 com bom desempenho, e 3 foram excelentes. Também como ocorreu na Escola A, na Escola B o desempenho dos alunos quanto ao formalismo matemático foi ruim para todos os alunos nas duas provas, mesmo após a utilização do *software*.

Ao analisarmos os gráficos podemos notar uma melhora no desempenho dos alunos referente ao aspecto conceitual, e principalmente, na capacidade de análise experimental ao observarem o fenômeno físico através do Tracker. Essa melhora se torna mais acentuada quando observamos os resultados dos alunos da Escola A, isso pode ser devido ao meio em que os alunos. Uma escola localizada no interior onde as perspectivas e estímulos referentes aos estudos e melhorias de vida oriunda

deses estudos não são boas. Ainda tem o fato de que as aulas são ministradas à noite e muitos alunos já trabalham em roças acompanhando os pais desde muitos jovens, enquanto na Escola B, por se tratar de uma escola militar, onde há uma certa disciplina e expectativa diferenciada, os alunos tendem a ter um desempenho melhor já na primeira prova, diminuindo a margem para evolução, mas os resultados referentes ao formalismo matemático se mantiveram ruins em ambas as escolas.

4.3. Comparação de desempenho, antes e após uso do Tracker

Fazendo a comparação do desempenho dos alunos da Escola A, antes do uso do Tracker e após seu uso levando em consideração se os alunos conseguiram ou não reter conceitos de Física relacionados ao fenômeno estudado. Pode-se observar uma melhora em que muitos alunos que tinham desempenho ruim, passaram a ter desempenho bom ou excelente, como podemos verificar nos dados da Figura 4.

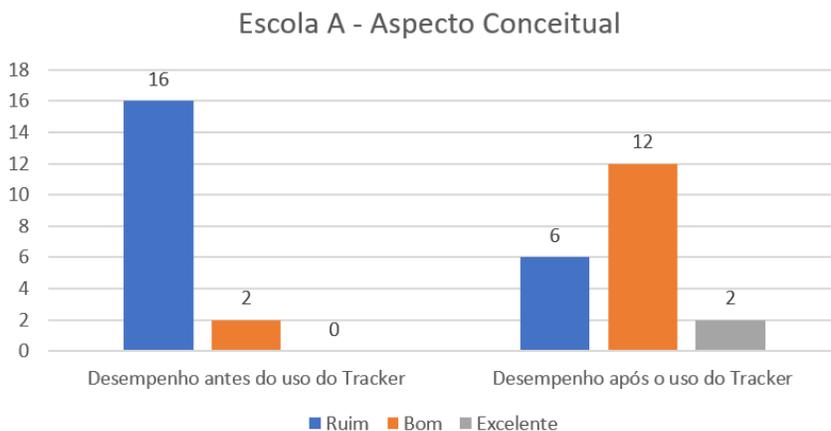


Figura 4. Gráfico comparativo, do antes e depois do uso do Tracker, referente a retenção de conceitos físicos dos alunos na Escola A.

Verificando a evolução sobre a visualização do movimento, observa-se na Figura 5, que a melhoria nos resultados foi bem mais acentuada. Quase todos os alunos conseguiram visualizar melhor o fenômeno, apenas três se mantiveram com desempenho ruim. No que se refere à questão da

matemática, observamos na Figura 6 que não houve melhora no desempenho dos alunos.

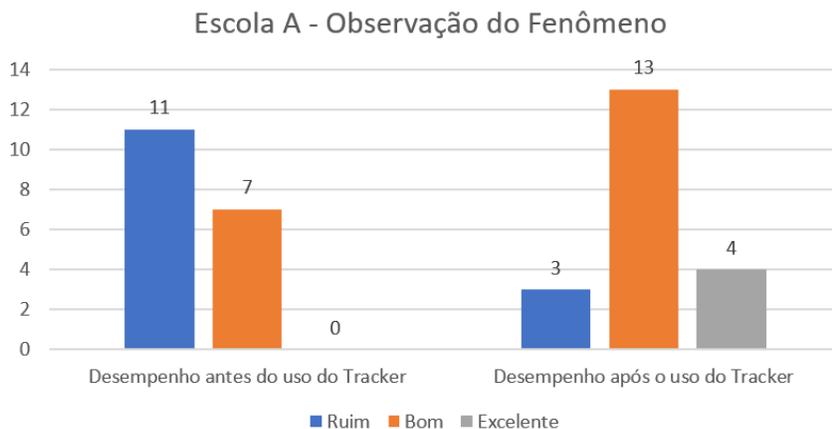


Figura 5. Gráfico comparativo, do antes e depois do uso do Tracker, no aspecto de visualização do fenômeno físico, dos alunos na Escola A.

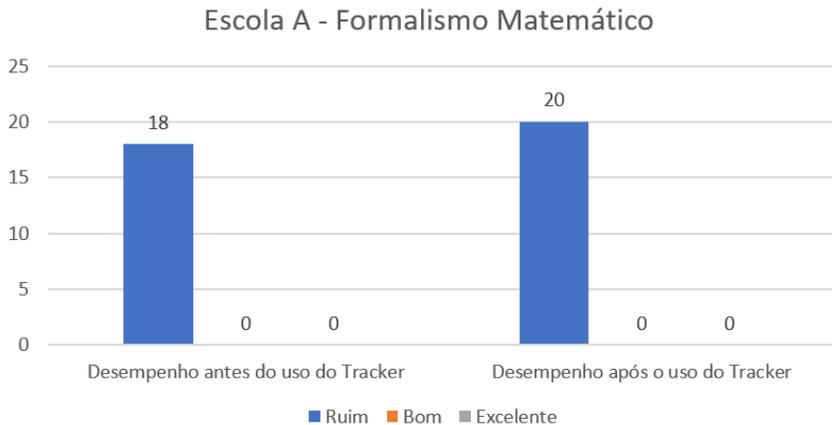


Figura 6. Gráfico comparativo, do antes e depois do uso do Tracker, quando verificamos o formalismo matemático dos alunos, na Escola A.

Na sequência, passamos ao exame do aprendizado, antes e após o uso do Tracker, da Escola B. Comparando o aspecto conceitual, antes e após o uso do Tracker, dos alunos da Escola B, na Figura 7, percebe-se uma boa melhora

nesse aspecto. Grande parte dos alunos conseguiram atingir um conceito bom.

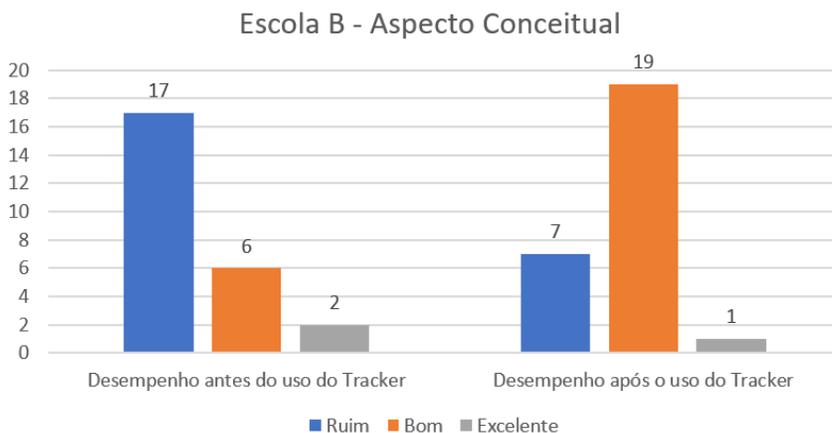


Figura 7. Gráfico comparativo, do antes e depois do uso do Tracker, referente a retenção de conceitos físicos dos alunos, na Escola B.

No que se refere a observação experimental com o uso do Tracker dos alunos da Escola B (Figura 8), os resultados antes e após o uso do *software*, sugerem que não houve melhora no desempenho dos alunos.

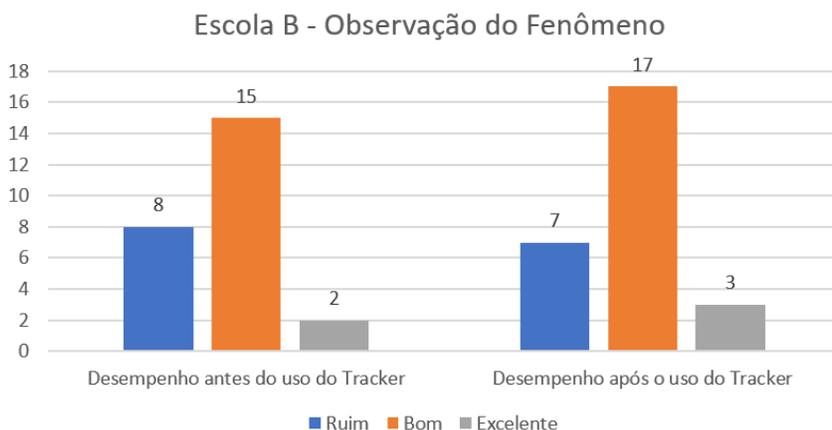


Figura 8. Gráfico comparativo, do antes e depois do uso do Tracker, com relação a visualização do fenômeno físico dos alunos, na Escola B.

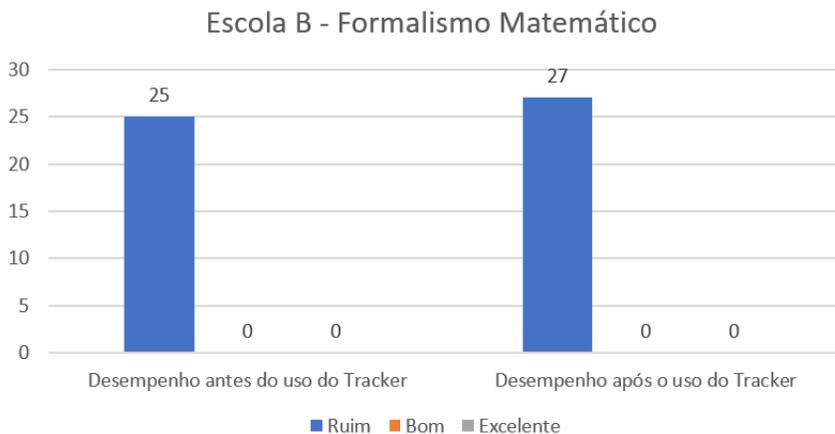


Figura 9. Gráfico comparativo do antes e depois da Escola B.

Como mostra a Figura 9, da mesma forma que ocorreu na Escola A, na Escola B, todos os alunos se mantiveram com desempenho ruim quando tinham que fazer uso das equações matemáticas.

4.3. Aceitação dos alunos

Ao aplicarmos a segunda prova, após os alunos fazerem uso do Tracker, acrescentamos uma questão para saber dos alunos o que eles acharam do programa, se de alguma forma eles entenderam melhor o fenômeno observado, com auxílio do Tracker. A resposta da maioria dos alunos foi satisfatória, eles tiveram boa aceitação do programa e alguns até se surpreenderam com a clareza com que viam o experimento. Selecionamos abaixo algumas das respostas:

- ✓ Aluno B: “Sim, porque ajudou a compreender melhor o fenômeno físico apresentado (BIS)”.
- ✓ Aluno G: “Legal, sim deu pra mim (op. cit.) entender melhor”.
- ✓ Aluno K: “Achei interessante sobre a aceleração”.
- ✓ Aluno O: “Legal, sim pois ela desacelerou o vídeo e pude ver com clareza”.
- ✓ Aluno ‘1: “achei muito bom compreender sobre queda livre e lançamento vertical”.
- ✓ Aluno 2: “Legal, sim, metade eu não sabia fiquei impressionada, parabéns”.

- ✓ Aluno 3: “Eu achei muito bom, e sim ajudou muito”.
- ✓ Aluno 5: “É muito legal, por que além de aprendermos mais, nos ajuda a analisar cada segundo do experimento desejado, e compreender o fenômeno físico”.
- ✓ Aluno 8: “Eu achei que o programa me ajudou a compreender melhor o fenômeno Físico, mas eu não aprendi nada dos cálculos pois as vezes me confunde usar as fórmulas”.
- ✓ Aluno 15: “Sim e não por que faz uns cálculos com poucas informações”.
- ✓ Aluno 18: “sim, mas ao menos entendi algumas coisas, e outras não entendi muito principalmente de cálculos que não entendo, procurar as fórmulas certas”.

No geral os alunos gostaram das aulas, de trabalhar com experimentação e do *software*, muitos deles ficaram bem contentes quando viram os resultados das análises, pois como eles próprios dizem em linguagem coloquial, “o programa desacelerou o vídeo e eles puderam ver claramente a aceleração”.

6. Conclusão

Este trabalho apresenta levantamentos bibliográficos que relatam a necessidade de progresso no ensino brasileiro no que diz respeito ao uso de novas tecnologias na educação, como por exemplo, simulações e modelagens computacionais, pesquisas digitais etc. No entanto, percebe-se na literatura que o cenário está propenso a mudanças. Como levantado anteriormente, professores que já fazem uso de tecnologias e simulações computacionais em sala.

Foi definido como problema para investigação a dificuldade que os alunos têm em observar claramente, a olho nu, o que está acontecendo com objetos que se deslocam em movimento vertical. Devido a esse fato eles têm dificuldades em reter conceitos relacionados a esse fenômeno, uma vez que não o compreendem integralmente. Os alunos tão pouco conseguem usar o formalismo matemático exigido em tal situação.

A pesquisa teve como sujeitos duas turmas de alunos do 1º ano do ensino médio: uma de escola pública localizada no interior do estado, com estrutura precária e baixas condições de estudo; e outra de uma escola militarizada da capital de Roraima, onde as expectativas dos alunos em relação a estudo são bem mais favoráveis.

O trabalho objetivou contribuir com o processo de ensino e aprendizagem do movimento vertical no que diz respeito a compreensão dos conceitos físicos, a visualização do fenômeno e ao uso de equações matemáticas necessárias para o estudo do movimento vertical. Para isso, foi proposta uma metodologia didática que utiliza um *software* Tracker para o estudo desse movimento.

Como suporte teórico este trabalho conta com um levantamento bibliográfico dos conceitos e equações da cinemática que se fazem necessários para entendimento do movimento vertical, objeto de estudo da pesquisa. O texto apresenta ainda os fundamentos da teoria da Aprendizagem Significativa, base pedagógica do trabalho, a qual considera como significativa a aprendizagem em que o aluno relaciona de forma não arbitrária os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios que ele já possui em sua estrutura cognitiva, chamados de subsunçores. Nesse sentido, a intenção é de que quando os estudantes se depararem posteriormente com situações que envolvam movimentos verticais, através da assimilação obliteradora, rapidamente eles recorram ao que estudaram e possam fazer análises críticas do ocorrido ou simplesmente ter um entendimento melhor no dia a dia.

A metodologia empregada para desenvolver este trabalho consistiu em uma sequência didática na qual foi aplicada em 7 etapas, sendo que a 1ª, 2ª e 3ª foram destinadas para trabalhar o conteúdo de maneira convencional e coletar dados a respeito da base de conhecimento dos alunos. As etapas restantes foram utilizadas para trabalhar com os alunos o uso do Tracker, sendo que lhes foi apresentado o *software* na etapa 4. Em seguida, na etapa 5, os alunos produziram vídeos de experimentos reais, feitos por eles mesmos, que consistem em lançar uma bolinha para o alto, verticalmente, ou abandoná-la para que caísse em queda livre. Logo após, na etapa 6, os alunos fizeram análises dos vídeos através do Tracker para verificar o que ocorria com a bolinha quando ela se deslocava em movimento vertical. E por último,

na etapa 7, posterior a aplicação do trabalho, foi feita a coleta de dados, para averiguar se houve melhoria no desempenho dos alunos em visualizar fenômenos físicos relacionados com o movimento vertical, se conseguiram reter os conceitos relacionados ao movimento e se conseguiram aplicar as equações do movimento vertical corretamente. Vale lembrar que não foi feita comparação do desempenho entre as turmas e sim a verificação de indícios da evolução das turmas em relação aos seus desempenhos anteriores.

De modo geral, pode-se perceber uma melhora significativa no desempenho dos alunos em assimilar os conhecimentos conceituais e, principalmente, em entender melhor o fenômeno observado. Essa melhora se torna mais visível quando observamos a turma ao qual o comprometimento com estudos não é tão intenso (Escola A). Porém, em relação a evolução dos alunos em conseguirem utilizar o formalismo matemático que o assunto exige não obtivemos êxito, embora em uma das turmas a maior parte dos discentes obteve uma sensível melhora, conseguindo obter notas que antes não tinham conseguido, mas seus desempenhos a respeito desse aspecto ainda ficaram abaixo do esperado.

De modo geral, podemos dizer que há indícios de que a metodologia empregada pode contribuir para uma melhora no ensino e aprendizagem do estudo dos movimentos verticais pelo fato de os alunos, ao fazerem uso do Tracker para o estudo desses movimentos, poderem observar com mais clareza o que está acontecendo durante os deslocamentos. Com isso, é possível compreender melhor os conceitos envolvidos no assunto. Nesse sentido, esperamos que o presente trabalho possa contribuir de alguma forma para o ensino de Física, ao apresentarmos mais uma ferramenta que pode auxiliar professores no trabalho em sala de aula.

Como desdobramentos futuros, entendemos que o Tracker é um programa bem versátil, de utilização intuitiva, gratuito e que possibilita o estudo dos movimentos de maneira bastante completa. Desse modo, seria interessante utilizá-lo em outros estudos para fazer análises de outros tipos de movimentos, como por exemplo, os lançamentos horizontais e oblíquos. Contudo, sugerimos que seja feito o uso de equipamento de filmagem de boa qualidade, para que ao fazer as análises não ocorram erros nas marcações que precisam ser feitas no programa, e assim diminuir ao máximo as

imprecisões. Outra sugestão é de que a metodologia do trabalho seja reavaliada, com amostras maiores e mais diversificadas.

7. Referências

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. *Física aula por aula: Mecânica 1º Ano. 2ª edição*. São Paulo: FTD, 2013.

BONJORNO, J. R. et al. *Física: Mecânica, 1º Ano. 2ª edição*. São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. *PCN+ - Ensino Médio - Física: Orientação Educacional Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 2006.

CASTRO, F. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. *Revista Educação, olhar pedagógico*, São Paulo, ed. 239, não paginado, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: v. 1. 7ª edição*. Rio de Janeiro: LTC, 206.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: A Teoria e Textos Complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NETO, M. C. S. Ensinando cinemática através da análise em movimentos em vídeos de captura de games. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. *TIC Educação 2016: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras*. São Paulo: CGI.br, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/46uFHBj>. Acesso em: 13 maio 2024.

PORVIR. *Nossa Escola Em Reconstrução*, 2017. Disponível em: <http://porvir.org/nossaescolarelatorio/>. Acesso em: dezembro de 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, A. G. *A aprendizagem e o conhecimento de ciências*. 5ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RICARDO, E. C. *Problematização e contextualização no ensino de física*. São Paulo: USP. Setembro de 2010.

SILVA, I. R., SILVA, R. A. *As tecnologias e suas contribuições na educação*. 2012. disponível em: <https://bit.ly/46tL7gg>. Acessado em: novembro de 2017.

SOMBRA JÚNIOR, J. M. *Novas Abordagens Para O Ensino De Física No Ensino Médio: Construção De Projetos Experimentais Com Materiais De Baixo Custo*. Mossoró-RN: UFERSA, 2015.

SOUZA, M. *Federais chegam ao interior do Nordeste, mas ainda falta infraestrutura*. Uol educação. São Paulo, agosto, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3Suoq5T>. Acessado em: dezembro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA. *Normas Para Apresentação dos Trabalhos Técnicos Científicos da UFRR*. Resolução nº 008/2017 – CEPE. Boa Vista. Editora UFRR, 2017.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. *Física para o ensino médio: Mecânica*, v. 1. 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.



Capítulo 06

O uso da realidade virtual como auxílio à resolução de problemas de movimentos oscilatórios

Luiz Otavio Ribeiro Rodrigues 

Luciano Ferreira Silva 

Ana Julia Vieira Pereira Andrade da Costa 

Wanderson Moraes de Sousa 

Universidade Federal de Roraima

{rodrigues.otavio}@hotmail.com

luciano.silva@ufr.br

{anajuliavpac, wandersonmoraidesousa}@gmail.com

1. Introdução

O Programa Internacional de Avaliação de Aluno (PISA) é um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que busca avaliar três domínios: leitura, matemática e ciências. A partir desse estudo encontramos dados sobre o Brasil preocupantes, em 2000 o país ficou em 42º lugar em desempenho em Ciências, dos 43 países avaliados, em 2015, ficou em 63º lugar, dos 70 países avaliados e em 2018, ficou em 64º lugar, dos 79 países avaliados.

Nesse contexto, os debates sobre o ensino de Ciências no Brasil têm buscado melhorias para oferecer métodos didáticos mais eficazes. Dentre tais métodos de ensino podemos destacar as técnicas de resolução. Uma das técnicas mais reconhecidas foi a proposta pelo matemático George Pólya, o qual sugeria que estimular no aluno a postura adequada de heurísticas, envolvendo indagações e observação de sugestões, para resolver problemas pode ajudar na assimilação.

Outro recurso que pode contribuir para o aprendizado do aluno são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Dentre as várias tecnologias existentes que podem ser utilizadas como auxílio no processo de ensino e aprendizagem, destaca-se a Realidade Virtual (RV), que pode ser

definida como a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível (HANCOCK, 1995).

Dentre os conteúdos de Ciências, temos os conteúdos de Física, que enfrentam desafios como, falta de conexão com a realidade do aluno, dificuldade de visualização dos fenômenos e complexidade de cálculos matemáticos. Esta pesquisa se restringe a trabalhar com os conteúdos relativos aos movimentos oscilatórios, como por exemplo, o movimento do pêndulo. Destaca-se que o estudo do movimento pendular traz a possibilidade de aprendizagem de conceitos mecânicos importantes dentro da Física.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo propor e validar uma simulação em RV de movimentos oscilatórios visando auxiliar a resolução de problemas no ensino médio. As perguntas de pesquisa foram:

PP01. Como a RV pode ser incorporada ao ambiente de sala de aula?

PP02. A utilização da tecnologia de RV pode contribuir para a melhoria do ensino de movimentos oscilatórios em Física no ensino médio?

PP03. Quais seriam as implicações pedagógicas e práticas desse uso?

2. Fundamentação teórica

Nesta seção discutiremos sobre o potencial tecnologia como ferramenta educacional, apresentando com maior profundidade à RV e suas vantagens. Abordaremos as vantagens de usarmos as etapas da resolução de problemas propostas por Pólya (2006). Discutiremos ainda os conceitos dos Movimentos Harmônicos Simples (MHS), em especial os movimentos do pêndulo simples.

2.1. A Tecnologia na Educação

Para Orofino (2005) a relação entre mídia e educação pode acontecer de várias formas, ora buscando a complementaridade ou ora a ruptura. Ou seja, instâncias educativas, mídias e educação podem ser aliadas ou viver em constante conflito, mas podem conviver e coexistir desenvolvendo práticas comuns ou discordantes.

A educação na contemporaneidade tem por desafios responder aos anseios de uma sociedade que está em constante transformação, necessitando de propostas pedagógicas que insiram o indivíduo nos atuais contextos desafiadores das tecnologias de um mundo dinâmico. Nesse sentido, Pozo (2008) afirma que para o uso adequado da tecnologia na educação é necessária a capacitação dos profissionais da educação, para que eles possam instruir os alunos sobre como usar ferramentas para que atinjam uma aprendizagem significativa. Para ele, o professor deve orientar os alunos sobre o hábito de investigação constante e assim eles adquiriram a capacidade de saber onde consultar uma solução adequada para uma problemática que se faça presente.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) apresentam grande potencial como ferramentas educacionais. Através da combinação da característica iconográfica, do uso de imagens e das linguagens dinâmicas tem-se a possibilidade de produzir atrativos para uma educação voltada para a tecnologia, especialmente quando se considera a transposição de fenômenos do meio natural para o meio digital. O uso de analogias digitais, como por exemplo, as simulações, permite que o indivíduo faça previsões e, simultaneamente, observe os efeitos das alterações das variáveis, contribuindo dessa forma para a construção e assimilação do conhecimento.

O uso da tecnologia por si só não é capaz de transformar o ensino de Física, porém se usada de modo contextualizado em consonância com uma teoria e uma metodologia pedagógica focada na aprendizagem do aluno, poder ser uma ferramenta de grande valia para que o aluno associe os conteúdos de Física aos fenômenos do seu cotidiano.

Se por um lado as TIC's encorajam a aprendizagem colaborativa devido a sua estrutura não hierarquizada, por outro, a diversidade de modos de comunicação e as dificuldades para planejar o ensino podem inibir a utilização das TIC's nas práticas da sala de aula, especialmente se os professores não recebem formação específica. O grande desafio para o professor reside no fato de que a presença das TIC's na escola altera a organização do ensino, amplia as fronteiras da sala de aula e ao transpor os limites para o mundo virtual produz inquietação para os que não nasceram na era digital.

As TIC's trazem desafios e discussões para os professores em suas atividades acadêmicas. Segundo Santos e Silva (2008), o contato da tecnologia com as condutas educacionais caracteriza-se por uma busca constante dos profissionais de educação para ultrapassar as adversidades em sua prática, especialmente no contexto da sala de aula.

Um desses desafios diz respeito à forma como é realizado o uso da tecnologia. Conforme Valente (2005), a inserção da informática na educação envolve quatro elementos essenciais: o computador, o *software* educativo, o professor capacitado para operar o computador como instrumento educacional e o aluno. Assim, estudos e pesquisas na área da educação afirmam que a tecnologia pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem. Ainda, de acordo com Valente (2005), é possível afirmar que além do computador configurado para fins educacionais, há também a necessidade de se ter profissionais capacitados e ferramentas adequadas para o trabalho do docente.

Nesse sentido, a reflexão do professor sobre sua prática é imprescindível, visto que o processo de ensino e aprendizagem depende da sua autoavaliação, acerca de suas ações, decisões e escolhas. O papel das tecnologias nas disciplinas de ciências tem sido largamente justificado. Osborne e Hennessy (2003) discutem, em uma revisão da literatura, várias razões para o uso da tecnologia no ensino e aprendizagem das ciências, verificando as possibilidades de agilizar e impulsionar a produção de trabalho; estimular a investigação e a experimentação; promover a autorregulação, a aprendizagem colaborativa, a motivação e o envolvimento.

Estudos realizados em diferentes países têm revelado que professores de Ciências, Matemática e Informática são os que mais utilizam as tecnologias em suas aulas, havendo casos de quem as utilize em mais de 50% das aulas (BALANSKAT et al., 2006). Essas são algumas das razões do porquê esta proposta centrou suas pesquisas no uso das TIC's por professores de Física e na forma como estes podem utilizá-las em sala de aula.

2.2. A Realidade Virtual

O termo “Realidade Virtual” recebeu no decorrer dos últimos anos inúmeras definições por diferentes estudiosos do assunto, entretanto, todas

as definições convergem para o entendimento de que a RV é uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computação gráfica, ou seja, é uma simulação iterativa gerada por computador, de um mundo real ou apenas imaginário.

Já para Pimentel (1995), o termo “Realidade Virtual” é definido como uma experiência imersiva e interativa com o uso de computador para convencer o usuário de que ele está em outra realidade, promovendo completamente a estimulação sensorial do usuário. Para Braga (2001), a RV envolve uma interação entre o usuário e a simulação virtual de um ambiente realístico em tempo real. Mostrando, assim, que a RV pode ser considerada, inclusive, como uma tecnologia altamente avançada por levar o usuário a ter sensações de real ao manipular uma simulação virtual. Podemos, assim, afirmar que os conceitos relativos à RV culminam em uma técnica avançada de interface, na qual o usuário realiza imersão (estar dentro do ambiente), navegação e interação em um ambiente tridimensional gerado pelo computador por intermédio de vias multissensoriais.

Os atuais avanços da tecnologia na área de comunicação e informação ampliaram a utilização da RV, possibilitando que outras áreas do conhecimento também se beneficiassem de sua utilização, por exemplo: (1) Entretenimento: games e viagens virtuais; (2) Saúde: cirurgias virtuais, tratamento de pacientes em UTI, reabilitação; (3) Negócios: maquetes virtuais, edificações, interiores; (4) Treinamento: simuladores de voo, motocicletas, teste de qualidade de veículos, etc.; (5) Educação: esta aplicação ainda é foco de muitos estudos e será a qual daremos ênfase, buscando propor uma interface para o ensino dos movimentos oscilatórios na área da Física (BRAGA, 2001).

A RV ultrapassa e/ou ameniza as barreiras existente entre a simulação e o usuário que normalmente é provocada pelos *softwares* operacionais do computador, facilitando assim a interação entre o homem e a máquina em um cenário constituído por modelos tridimensionais armazenados e geridos por computador, usando técnicas de computação gráfica. Os seus componentes visam permitir que o usuário faça parte de um mundo virtual gerado no computador, utilizando-se de suas vias sensoriais de percepção e controle. Nesse contexto é importante destacar três elementos dos sistemas em RV, são eles:

- ✓ **Imersão:** É a percepção e/ou sensação de se estar fisicamente presente em um mundo irreal, ou seja, não físico. Normalmente, essa sensação é construída ao disponibilizar para o usuário um sistema composto por imagens, sons e inúmeros outros estímulos que agindo em conjunto proporcionam ao usuário a visualização de um ambiente completamente envolvente.
- ✓ **Interação:** Trata-se das alterações feitas pelo usuário ao sistema composto criado em RV o qual simula um mundo físico obtendo assim respostas em tempo real. Esta ideia está relacionada com a capacidade do sistema em detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele.
- ✓ **Envolvimento:** É o comprometimento do usuário com o sistema de estímulos de determinada atividade, e que esta interação e/ou relacionamento proporciona motivação para o engajamento ao sistema virtual.

A RV pode ser classificada, em função do senso de presença do usuário, em imersiva ou não-imersiva. A RV é imersiva, quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, por meio de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamentos e regem a eles (capacetes, caverna e seus dispositivos, por exemplo), provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual. A RV é categorizada como não-imersiva, quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela (monitor ou projeção, por exemplo), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real (TORI et al., 2006).

Segundo Braga (2001), em artigo sobre RV e educação, uma vez envolvido e imerso no ambiente virtual, o usuário poderá desenvolver um comportamento natural e intuitivo, buscando agir como agiria no mundo real e através da interação receber respostas coerentes para as suas ações. O ambiente virtual, através de sua filosofia básica de imersão, interação e envolvimento, torna-se um local ideal para se buscar vivências múltiplas, pois a RV possibilita o trabalho multidisciplinar, desenvolvido por especialistas de diferentes áreas em busca de um objetivo comum. Esses ambientes multidisciplinares permitem aos usuários uma aprendizagem

mais ampla e integrada exatamente por serem ambientes ricos em possibilidades.

Ainda segundo Braga (2001), podemos assim citar diversos exemplos que ressaltam as vantagens da RV na Educação, dentre os quais destacamos: (1) Maior motivação dos estudantes (usuários); (2) O poder de ilustração da RV para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias; (3) Permite uma análise de muito perto ou de muito longe; (4) Permite que as pessoas deficientes realizem tarefas que, de outra forma, não são possíveis; (5) Dá oportunidades para experiências variadas, até mesmo imaginárias; (6) Permite que o aprendiz desenvolva trabalhos no seu próprio ritmo, não restringindo o progresso de experiências ao período da aula regular; (7) Permite que haja interação, e desta forma estimula a participação ativa do estudante.

2.3. Resoluções de problemas segundo Pozo (1998) e Pólya (2006)

Pozo (1998) define a atividade de resolução de problemas como sendo subjetiva, exigindo motivação e uma postura de investigação e de reflexão constantes. Caso não haja disposição, o problema se transformará em um simples exercício, executado mecanicamente e destituído de significado.

Para tanto, é fundamental planejar situações suficientemente abertas para induzir nos alunos uma busca e apropriação de estratégias adequadas, não somente para darem resposta às perguntas escolares como também às da realidade cotidiana. Sem procedimentos eficazes — sejam habilidades ou estratégias — o aluno não poderá resolver problemas (POZO, 1998).

Segundo Pólya (2006), outra questão que não pode ser desconsiderada pelo professor é o momento da explicação de como se resolve um problema. É preciso deixar claro aos alunos que essa não é uma tarefa fácil, pois podemos encarar um problema de diferentes maneiras. Muitas vezes, o nosso entendimento do problema, quando lemos pela primeira vez é parcial, só vai se completando na medida em que lemos mais atentamente e, dessa forma, nos organizamos em busca da solução. Para resolver um problema não podemos seguir regras, ou simplesmente fazer o uso de algum algoritmo, pois os problemas quando bem formulados exigem

muito mais que uma forma mecânica para resolver. Os problemas variam muito, mas de uma maneira geral, existem etapas que podem ajudar na resolução, Pólya apresenta quatro etapas principais para resolução de problemas, a saber:

- ✓ **Compreender o problema:** quem vai resolver um problema, primeiramente precisa entender o que se pede, através de uma leitura atenta, ou até mais de uma, interpretando corretamente, para saber o que se pretende calcular. São partes importantes de um problema: a incógnita; os dados fornecidos pelo problema e a condição que deve ser satisfeita relacionando esses dados conforme as condições estabelecidas no enunciado.
- ✓ **Elaboração de um plano:** depois de interpretar o problema é preciso escolher uma estratégia de ação, que pode variar muito dependendo da natureza do problema. Pode-se iniciar com o esboço de uma figura geométrica, com um gráfico, uma tabela ou um diagrama; fazer uso de uma fórmula; tentativa e erro sistemático, entre outras.
- ✓ **Executar o plano:** se o plano foi bem elaborado, não fica tão difícil resolver o problema, seguindo passo a passo o que foi planejado, efetuando todos os cálculos, executando todas as estratégias, podendo haver maneiras diferentes de resolver o mesmo problema. O importante é que o professor acompanhe todos os passos, questionando o aluno, podendo dar alguma ajuda, mas que o aluno se sinta o idealizador e realizador do plano.
- ✓ **Retrospecto ou verificação:** depois de encontrar a solução é hora de verificar se as condições do problema foram satisfeitas, se o resultado encontrado faz sentido. Pode-se questionar também sobre outras maneiras de resolver o mesmo problema, como também à resolução de outros problemas correlatos, usando a mesma estratégia.

2.4. Movimentos Oscilatórios

Em Mecânica, um pêndulo simples é um instrumento ou uma montagem que consiste num objeto que oscila em torno de um ponto fixo. O braço executa movimentos alternados em torno da posição central, chamada

posição de equilíbrio. O pêndulo é muito utilizado em estudos da força peso e do movimento oscilatório.

Segundo Halliday et al. (2012), qualquer corpo rígido montado de forma que possa oscilar em um plano vertical em relação a algum eixo que passa por ele é chamado de pêndulo físico, onde esta é a generalização do pêndulo simples, em que um cabo sem peso sustenta uma única partícula. A descoberta da periodicidade do movimento pendular foi feita por Galileu Galilei, quando comparou a oscilação de um pêndulo com o seu próprio batimento cardíaco. O movimento de um pêndulo simples envolve basicamente uma grandeza chamada período (T): que é o intervalo de tempo que o objeto leva para percorrer toda a trajetória (ou seja, retornar a sua posição original de lançamento, uma vez que o movimento pendular é periódico). Derivada dessa grandeza existe a frequência (f), numericamente igual ao inverso do período ($f = 1 / T$), e que, portanto, se caracteriza pelo número de vezes (ciclos) que o objeto percorre a trajetória pendular num intervalo de tempo específico. A unidade da frequência no Sistema Internacional de Unidades é o hertz, equivalente a um ciclo por segundo ($1/s$).

Para que seja calculada a equação do movimento denota-se o ângulo formado entre a vertical e o braço do pêndulo. Fazem-se as seguintes hipóteses: (1) O braço é formado por um fio não flexível que se mantém sempre com o mesmo formato e comprimento; (2) Toda a massa, m , do pêndulo está concentrada na ponta do braço a uma distância constante L do eixo; (3) Não existem outras forças a atuar no sistema senão a gravidade e a força que mantém o eixo do pêndulo fixo (O movimento é, portanto, conservativo); (4) O pêndulo realiza um movimento bidimensional no plano x e y .

2.4.1. Pêndulo Simples

Em uma primeira aproximação (desprezando o efeito da resistência do ar e atrito), supõe-se que o corpo realiza pequenos deslocamentos angulares sobre uma circunferência de raio L em torno da posição de equilíbrio (posição vertical, com $\theta = 0$). A Figura 1 ilustra o modelo, onde há duas forças atuando sobre o corpo, a tensão T e força peso P .

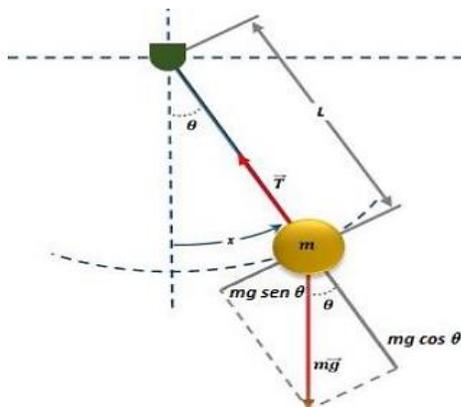


Figura 1. Pêndulo simples (decomposição das forças).

Fonte: Adaptado de Tipler (2006).

Quando afastamos a massa da posição de repouso e a soltamos, o pêndulo realiza oscilações. Ao desconsiderarmos a resistência do ar, as únicas forças que atuam sobre o pêndulo são a tensão com o fio e o peso da massa m . A componente da força Peso (mg) que é dado por $P \cdot \cos \theta$ se anulará com a força de Tensão do fio, sendo assim, a única causa do movimento oscilatório é a $P \cdot \sin \theta$. Como mostrado anteriormente na Figura 1.

2.5. Python e as simulações nas aulas de física

A linguagem Python, além de ser um recurso gratuito, proporciona ao usuário uma sintaxe bastante simples, uma vez que utiliza a indentação para estabelecer a hierarquia de códigos. Outro fator preponderante da linguagem é possuir o módulo VPython que é voltado para a construção de cenários, animações e simulações tridimensionais em RV.

A experimentação desempenha um papel insubstituível no ensino de Física, tal fato engloba tanto experiências reais quanto simulações virtuais, uma vez que elas fornecem um ambiente particularmente rico do ponto de vista pedagógico. Com as simulações os alunos não trabalham somente com um aprendizado teórico, uma vez que ele tem a visualização e interação com o fenômeno na prática, o que melhora a sua compreensão do conteúdo que está sendo repassado pelo professor e ainda contribui como uma espécie de

facilitador e motivador do ensino. Os avanços tecnológicos provocam inúmeras mudanças nos meios de produção, de serviços e de comunicação demandando assim novas formas de conceber os conteúdos educativos para integrá-los e aproximá-los ao contexto dos educandos. A RV surge como uma ferramenta para a criação de conteúdos educativos mais criativos e integrados com a tendência de imersão e interatividade que as tecnologias da informação e da comunicação nos proporcionam.

Com o intuito alcançar um melhor proveito das possibilidades disponibilizadas pela RV no campo da educação, é preciso de antemão, identificar as técnicas e métodos mais adequados para a construção dos conteúdos de aprendizagem e testar sua eficiência. Destaca-se que neste presente estudo optamos por trabalhar com RV não-imersiva em vez da Imersiva, pois encontramos na não-imersiva algumas vantagens como, por exemplo: (1) Utilizar as vantagens da evolução da indústria de computadores; (2) Evitar as limitações técnicas e problemas decorrentes do uso de capacete e outros periféricos; (3) Facilidade de uso e custo. Com a RV imersiva teríamos de dispor de recursos muitas vezes inacessíveis para as escolas públicas, como por exemplo, periféricos mais caros e adequados à visão e audição estérea.

O uso da RV tem grande potencial ao serem empregados no ensino de Física, porém é importante salientar que as simulações devem ser usadas como uma complementação das aulas teóricas, mas, não de forma a substituí-las. A interação entre RV e Física é especialmente útil para abordar experiências difíceis de serem realizadas na prática no ambiente escolar ou até mesmo impossíveis, seja por falta de materiais, falta de tempo, custo alto, por serem perigosas, demasiadamente rápidas, entre outras.

3. Trabalhos relacionados

Buscando dar suporte ao presente trabalho, buscou-se na literatura pesquisas com enfoque no uso da RV como ferramenta computacional voltadas para o ensino, e/ou pesquisa que se baseiam no uso da RV em conjunto com a resolução de problemas.

Encontramos diversas ferramentas que podem ser utilizadas como recurso complementar para as aulas de Física, dentre as quais destacamos

três: (1) Laboratório Virtual Cooperativo de Física - LVCF (SILVA et al., 2009); (2) O projeto Sistema Solar Virtual (AQUINO et al., 2010); e (3) Laboratório do Pêndulo - Phet (PHET, 2019). Os critérios estabelecidos para a escolha dos trabalhos que utilizavam a RV como auxílio às aulas de Física, baseiam-se principalmente em acessibilidade e facilidade de manuseio.

Um exemplo é o Laboratório Virtual Cooperativo de Física - LVCF – foi desenvolvido pela Universidade Federal de Uberlândia pelo Professor Luciano Ferreira Silva. O trabalho é fruto de uma pesquisa de caráter multidisciplinar, visando o uso da RV como suporte à aprendizagem cooperativa, com um desenho pedagógico fundamentado na teoria de resolução de problemas. O usuário tem ao seu dispor uma gama de recursos que podem ser utilizados para auxiliar a compreensão de um fenômeno físico de maneira simples e de fácil manuseio. No Laboratório Virtual Cooperativo de Física – LVCF o usuário tem como um dos recursos o estudo, através de simulação em RV, do pêndulo simples. Esse é um sistema de experimentos de Física que objetiva oferecer suporte para professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem por meio da manipulação intencional de objetos virtuais e experimentação de fenômenos físicos em sistemas distribuídos, sustentado pelas teorias de aprendizagem cooperativa, resolução de problemas e conceitos de experimentação em laboratórios virtuais por meio de RV. Para tal fim, o sistema utiliza *applets* Java associados a ambientes virtuais desenvolvidos em VRML.

O projeto Sistema Solar Virtual, por sua vez, é uma ferramenta para o auxílio ao ensino da astronomia para alunos do ensino fundamental utilizando a RV como tecnologia de apoio, o qual foi desenvolvido pelo Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, juntamente com a Faculdade Atual da Amazônia e a Universidade Federal de Uberlândia. O projeto propõe-se a apresentar o uso de RV no ensino da astronomia para alunos do ensino fundamental, tendo com estudo de caso a montagem de um *software* em formato de aula, simulando o Sistema Solar, em que uma página de internet traz todos os planetas que interagem com o usuário transmitindo-lhe informações e conceitos. A página foi desenvolvida em HTML que abre arquivos modelados em VRML. Alguns pré-requisitos para o funcionamento do protótipo são de obrigatoriedade para o usuário, como por exemplo: é necessário ter instalado em seu computador um *browser* – navegador da internet (na grande maioria de computadores é encontrado já instalado o

Internet Explorer) e um *plug-in* (que interpreta os códigos VRML) adequado para o *browser*.

Por fim, o projeto PhET Simulações Interativas, da Universidade de Colorado Boulder, cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações do PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta. Dentre as inúmeras simulações disponíveis na plataforma podemos citar a simulação “Laboratório do Pêndulo”. Nessa simulação o usuário poderá compreender como ocorre o movimento periódico a conservação da energia e o período de um pêndulo simples. Desenvolvida em HTML5, é de fácil manuseio e dispõe de inúmeros recursos.

Juntamente com cada simulação, o PHET propõe uma seção sobre a teoria envolvida no fenômeno em estudo, uma seção sobre como operar a simulação e uma seção com exercícios sugeridos. O PHET foi desenvolvido para auxiliar professores e alunos, sendo seus experimentos voltados para estudantes universitários nivelados do curso de Física ou áreas afins. As interfaces mencionadas nas seções anteriores possuem um reconhecimento significativo junto ao meio acadêmico e comercial. Mostrando a importância e as contribuições que a RV pode trazer como ferramenta auxiliar, para o processo ensino e aprendizagem, uma vez embasada em teorias pedagógicas que a sustentem, esta tem uma real contribuição. Deste modo, o estudo desses projetos sugere uma construção e desenvolvimento de um produto que venha a auxiliar professores e alunos no ensino dos movimentos oscilatórios. A simulação proposta por este estudo tem uma funcionalidade adicional: ela traz consigo a possibilidade de o usuário inserir ou não o atrito com o ar, através dos botões “Atrito on / Atrito off”.

4. Método

A proposta de utilizar simulações em RV para mostrar os movimentos oscilatórios do pêndulo simples surgiu da verificação de uma sala de aula deteriorada em função da ausência de recursos que aproximam o aluno do fenômeno estudado, uma vez que os alunos demonstram dificuldades em assimilar com maior facilidade coisas abstratas e associá-las ao cotidiano.

Na utilização de simulações temos a praticidade de um recurso muito rico, de fácil acesso e principalmente sem a necessidade de materiais laboratoriais de difícil aquisição por parte das escolas, e em muitos casos, não necessita de um espaço físico muito amplo e/ou específico para realização de atividades experimentais, podendo somente estar de posse de um computador na própria sala de aula.

4.1. Protótipo

Para realizar tal simulação foi preciso uma busca por ferramentas que fossem eficazes, acessíveis e de fácil manuseio. Dentre as ferramentas disponíveis pode-se citar como exemplo o VRML, que tem sido aplicada em diversos projetos para concepção de ambientes virtuais, sendo uma aliada importante no desenvolvimento de mundos tridimensionais, que podem ser compartilhados via *Web*.

Outra ferramenta que pode ser usada para construir ambientes virtuais tridimensionais é o Python, que segundo Borges (BORGES, 2010) é uma linguagem de programação de alto nível (VHLL – *Very High Level Language*), criada em 1990 pelo holandês Guido van Rossum no Instituto Nacional de Pesquisa para Matemática e Ciência da Computação da Holanda (CWI) e tinha originalmente foco em usuários como físicos e engenheiros, sob o ideal de “Programação de computadores para todos”.

Neste trabalho optamos por trabalhar com a linguagem Python, ao invés do VRML, como linguagem de desenvolvimento desta pesquisa, visto que um dos requisitos estabelecidos para o protótipo educacional foi a inserção de gráficos matemáticos na sua interface. Neste contexto, o Python, com a inclusão do pacote Graph, permite essa construção gráfica de maneira mais fluída, em comparação com o VRML, o qual apresenta a necessidade de inserir applets java nos *browsers Web* dos usuários.

4.1.1. A interface do protótipo

Nesta seção apresentaremos o passo a passo de como funciona a interface da simulação construída na linguagem de programação Python, de uma forma clara e objetiva, mostrando todos os caminhos percorridos até a

concepção final. A interface gráfica é apresentada na Figura 2, a qual mostra a tela inicial da simulação e suas partes componentes.

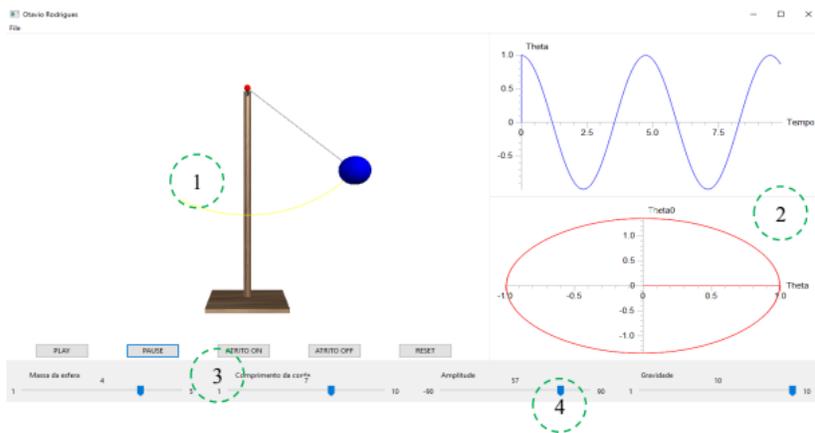


Figura 2. Janela com a interface da simulação.

A interface gráfica apresentada na Figura 2, mostra a tela inicial da simulação e suas quatro partes principais, sendo:

1. Janela do pêndulo, composta por uma base quadrada; uma haste na vertical, a qual tem fixada em seu topo a corda que sustenta a massa pendular; A corda que pode ser aumentada ou diminuída segundo a vontade de quem manuseia a simulação; Fixada na outra extremidade da corda, a massa pendular esférica pode ser alterada segundo a vontade de quem a manuseia.
2. Janelas dos gráficos, situada à direita da janela do pêndulo, são plotados os gráficos que geram as informações da movimentação pendular. São dois gráficos sendo que o superior mostra a angulação em função do tempo em uma visão bidimensional e o gráfico inferior mostra o período pendular em função da angulação.
3. Botões e controles deslizantes, fazem a interação entre o usuário e a simulação, através deles é determinada a configuração inicial da simulação podendo o usuário alterar valores de grandezas como amplitude, massa, comprimento e/ou aceleração gravitacional, vier a achar conveniente. Pode-se também pausar a simulação assim que

achar necessário, bem como inserir ou não o atrito com o ar. Dispõe ainda de um botão reset, o qual reinicia a simulação.

4.2. Avaliação experimental

Objetivando a validação da simulação de movimentos oscilatórios desenvolvida em RV como apoio a resolução de problemas de Física no ensino médio, assim como a sequência didática proposta, foi construída uma avaliação em duas turmas do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de Roraima, envolvendo 65 alunos. A primeira turma (TURMA 01) tinha 33 alunos matriculados, e a outra (TURMA 02) tinha 32, sendo ambas do turno noturno.

Foi aplicado nas duas turmas o seguinte questionamento: “Uma partícula de massa $= m$ está presa na extremidade de um fio inextensível de comprimento $= L$, formando um pêndulo simples. A partícula está em repouso com a vertical (θ_0), em seguida é solta, a partir de uma amplitude $= \theta$. Considere que a aceleração local da gravidade $= g$, determine o valor de período de oscilação da partícula”.

Na investigação foram utilizados pré-questionários e pós-questionários como instrumentos de coleta de dados em sala de aula, sendo que os valores de comprimento L , massa m e aceleração da gravidade g , foram disponibilizados nos questionários. A sequência metodológica a ser desenvolvida neste trabalho foi embasada nas propostas teóricas de Pozo (1998) e Pólya (2006).

De maneira resumida, Pozo (1998) e Pólya (2006) estão propondo um método de resolução de problemas. Entretanto, esse método não descreve os passos para resolver um problema, isso seria uma técnica, e técnica é a maneira de fazer algo. O método é a maneira de pensar algo. Isto quer dizer que o método de Pólya (2006) ensina a pensar o problema de modo a descobrir a solução, ou seja, a técnica que vai fazer com que o problema seja resolvido, por isso ele é considerado uma heurística. Dessa forma, avaliaremos o desempenho dos alunos frente à aplicação do produto seguindo as quatro etapas propostas por Pólya (2006): (1) Compreensão do problema; (2) Elaboração de um plano de ação; (3) Execução do plano; (4) Retrospecto e/ou verificação.

Destaca-se que no procedimento adotado para a dedução e análise dos dados, que foram obtidos com a aplicação do produto educacional, buscou-se verificar a evolução e/ou retrocesso dos resultados perante a própria turma e não a comparação entre turmas. Entende-se que o movimento oscilatório de um pêndulo simples, é um assunto tecnicamente de dificuldade mediana, esperava-se dessa maneira que a turma tivesse um bom desempenho após a aplicação do produto nos aspectos referente à assimilação interpretativa do assunto no que tange a compreensão conceitual, e em relação à parte de observação experimental.

Com relação ao tratamento matemático para o assunto, esperava-se que houvesse uma melhora perceptível, mesmo que em pequena escala após a segunda fase (com apresentação da simulação). Uma vez que as maiores dificuldades dos alunos são referentes a resoluções de problemas de física é justamente com o formalismo matemático que é utilizado. Alguns atribuem tal dificuldade matemática ao não entendimento e compreensão conceitual do fenômeno, dessa maneira não conseguem abstrair os dados corretamente do problema e/ou visualizar o problema proposto. A simulação em RV vem ajudar o estudante na compreensão do movimento pendular simples através da visualização e interação, com a visualização dos dados gráficos é possível que seja sanado parte das dificuldades atribuídas ao formalismo matemático.

4.2.1. Procedimento de avaliação

Primeiramente, a instituição de ensino foi contatada e foram explicados os objetivos da pesquisa, buscando-se o consentimento informal. Em seguida, o pedido foi formalizado por meio da autorização da instituição utilizando-se o Termo de Coparticipação. Após a sua aceitação, a pesquisa foi realizada em sala de aula, de maneira coletiva, em dias e horários previamente agendados. Para a participação, os estudantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e somente depois da verificação da sua existência houve o prosseguimento da pesquisa.

Nesta seção são apresentados os momentos de forma organizada de como foi aplicado o produto educacional (simulação em RV), e a coleta de dados, que serão analisados e discutidos posteriormente. Destaca-se que, tanto no pré-teste quanto no pós-teste será seguido como norteadora a teoria

de Pozo (1998) e Pólya (2006), efetuando-se uma correlação entre o que se espera do aluno nas etapas de resolução de problemas da teoria (compreensão, plano de ação, execução e retrospecto) e o que ele concretamente realizou. Observamos o aprendizado dos alunos sobre as quatro etapas de resolução de problemas, sendo que cada aspecto foi analisado de acordo com três notas conceituais: Bom, Regular e Insuficiente. Sendo assim, a coleta de dados obedece aos seguintes critérios:

1. Verificar se os alunos conseguem interpretar o que se pede, se materializam a ideia proposta pelo questionamento inicial;
 - 1.1. Bom – se interpretou corretamente o questionamento prévio.
 - 1.2. Regular – se interpretou parte do questionamento prévio.
 - 1.3. Insuficiente – se não houve interpretação do questionamento prévio.
2. Observar qual a estratégia de ação que o aluno traçou para solucionar o problema sobre o comportamento pendular;
 - 2.1. Bom – se desenvolveu uma ou mais estratégias, coerente, para solucionar o questionamento prévio.
 - 2.2. Regular – se desenvolveu com falha e/ou dificuldades uma estratégia para solucionar o questionamento prévio.
 - 2.3. Insuficiente – se não desenvolveu uma estratégia para solucionar o questionamento prévio.
3. Avaliar a eficácia do tratamento matemático para o problema, qual ou quais caminhos o aluno traçou (preenchimento das tabelas e gráficos);
 - 3.1. Bom – se respondeu corretamente o questionamento prévio.
 - 3.2. Regular – se respondeu parte do questionamento prévio.
 - 3.3. Insuficiente – se não respondeu o questionamento prévio.
4. Analisar se o aluno associa a resolução concluída com o cotidiano, se está concussão satisfaz o questionamento prévio (pergunta conceitual).
 - 4.1. Acertou – se associou o questionamento prévio com a realidade.
 - 4.2. Errou – se não associou o questionamento prévio com a realidade.
 - 4.3. Não soube informar – se ficou indiferente sobre o questionamento prévio.

5. Resultados e Discussão

Esta seção destina-se ao tratamento dos resultados do pré-teste e do pós-teste, aplicados em suas devidas etapas, nas TURMAS 01 e 02, para

avaliar o impacto e a evolução que uma simulação sobre o movimento pendular simples, sendo utilizada como uma ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem, pode trazer para as aulas de Física.

Lembramos ainda, que retiramos das análises os alunos que faltaram no pré-teste e/ou pós-teste para que a análise seja o mais fiel possível à realidade da pesquisa. Na TURMA 01, dos 33 alunos matriculados, apenas 30 frequentaram todas as etapas da aplicação do produto. Na TURMA 02 dos 32 alunos matriculados, apenas 27 frequentaram todas as etapas da aplicação, portanto para o comparativo de dados do pré-teste e pós-teste das TURMAS 01 e 02 utilizaremos o total de alunos presentes em todas as etapas da aplicação do produto.

Etapa 1: Compreensão do problema. Ao realizarmos as análises referentes ao comparativo entre pré-teste e pós-teste verificamos que a simulação de um fenômeno físico em RV ajudou na visualização e no entendimento do problema fazendo com que a quantidade de alunos na categoria INSUFICIENTE decaísse enquanto na categoria BOM esse índice aumentasse. A Figura 3 apresenta o gráfico comparativo desses dados, mostrando esse crescimento na compreensão do problema.

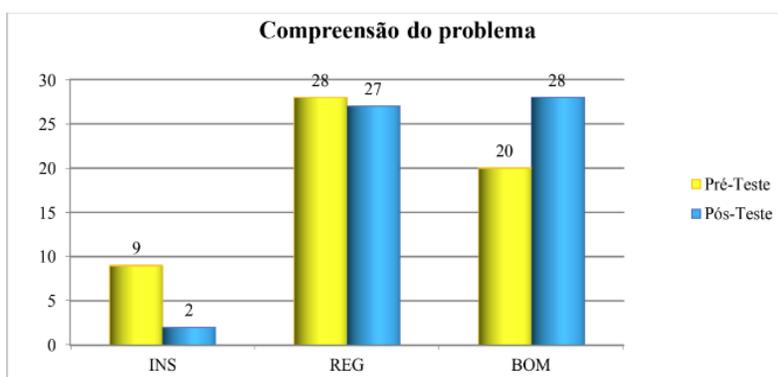


Figura 3. Análise entre pré e pós-teste sobre a compreensão do problema.

Etapa 2: Elaboração de um plano. Na análise referente ao comparativo entre pré-teste e pós-teste verificamos que simulação de um fenômeno físico em RV alterou um pouco o entendimento do aluno quanto a

elaboração de uma estratégia para resolução do problema, uma vez que quase todos utilizaram-se da equação do pêndulo simples tanto no pré-teste quanto no pós-teste. A Figura 4 mostra essa singela alteração nos dados em relação à compreensão do problema.

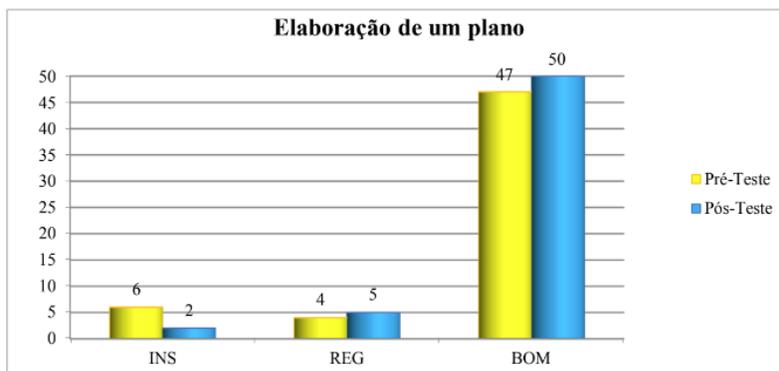


Figura 4. Análise entre pré e pós-teste sobre a elaboração de um plano.

Etapa 3: Execução do plano. Nesta etapa, no comparativo entre pré-teste e pós-teste verificamos que a simulação de um fenômeno físico em RV referente à execução do plano é muito parecida, não alterando de maneira significativa o entendimento do aluno quanto à execução do problema em questão, uma vez que quase todos os alunos mantiveram os seus conceitos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. A Figura 5 apresenta o gráfico desse comparativo desses dados

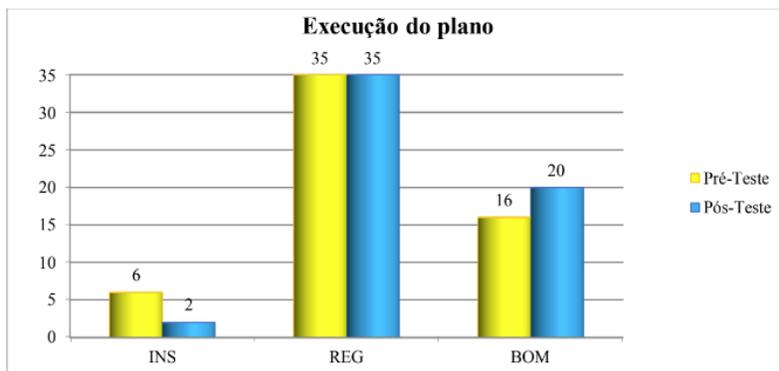


Figura 5. Análise comparativa do pré-teste e pós-teste sobre a execução do plano.

Etapa 4: Retrospecto e/ou verificação. Por último realizamos, nas Turmas 01 e 02, o comparativo entre pré-teste e pós-teste, e verificamos que protótipo contribuiu nesta etapa do Retrospecto. Na Figura 6 observa-se o gráfico comparativo desses dados, mostrando que houve um crescimento no conceito BOM e um decréscimo nos conceitos Insuficiente e Regular.

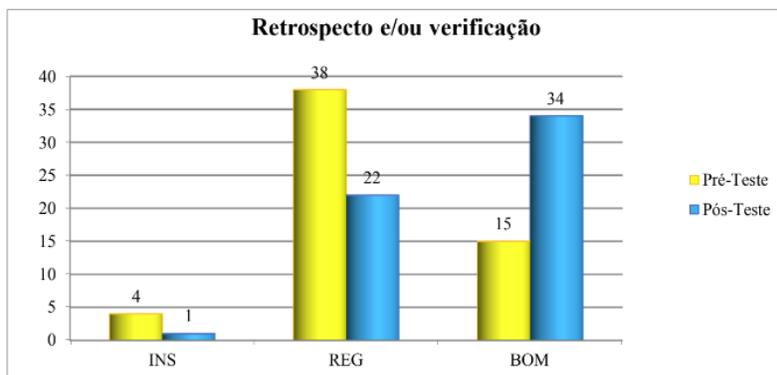


Figura 6. Análise entre pré e pós-teste sobre retrospecto e/ou verificação.

Ao analisar os dados podemos verificar que nas turmas onde foi aplicado o produto educacional ocorrerá uma melhora quanto à compreensão do problema e na etapa do retrospecto relacionada ao fenômeno físico do pêndulo simples, ou seja, infere-se que melhorou a habilidade dos discentes em enxergar o que realmente estava acontecendo no fenômeno.

Pode-se verificar ainda que em ambas as turmas onde aplicamos o produto educacional, houve um estímulo para o trabalho na forma cooperativa e o processo de resolução do problema tornou-se mais dinâmico com o manuseio da situação através de uma simulação em RV.

6. Conclusão

Nossa proposta de trabalho foi de construir uma interface em RV, que apoiada em uma teoria de aprendizagem, servisse como suporte às aulas de Física do Ensino Médio, em especial ao estudo do movimento do pêndulo

simples. Após todos os passos propostos concluídos, chegamos à interface em RV que servia de suporte para professores e alunos, ajudando-os a visualizarem o que de fato ocorre em um movimento pendular.

O primeiro obstáculo a ser transposto foi o de mostrar para discentes e docentes que a RV é uma aliada em cenários educacionais e é uma ferramenta que pode ser utilizada como auxílio às aulas de Física, pois traz consigo uma gama de condições que proporcionam um melhor entendimento de um fenômeno físico através, principalmente, da visualização e do manuseio desse fenômeno por meio de um computador. Esse obstáculo foi transposto com sucesso, uma vez que a simulação foi aceita e utilizada, contribuindo para um melhor entendimento do estudo do pêndulo simples.

Para que pudéssemos elaborar o produto educacional, precisávamos estar apoiados em uma teoria da aprendizagem que nos desse suporte técnico e teórico. Nesse contexto, optamos por nos embasar nos estudos de Pozo e Polya os quais propuseram uma teoria para resolução de problemas. Quando fizemos a coleta de dados, correspondente à validação do produto, observou-se que esta teoria pedagógica pode ser utilizada como uma ferramenta de suporte metodológico de maneira promissora.

Vislumbrado a aplicação em RV e a sua aplicabilidade no contexto educacional, buscamos ferramentas de desenvolvimento que fossem práticas, acessíveis, de fácil manuseio e, principalmente, que atendesse os pré-requisitos determinados para aplicação computacional. Entre as ferramentas tecnológicas disponíveis encontramos o Python, o qual se mostrou prático e acessível para construir a proposta deste trabalho.

Após essas etapas vencidas e com o produto em mãos, partimos para a aplicação em sala, visando analisar as contribuições que poderiam advir. Os resultados dessa avaliação foram satisfatórios, mostrando um aumento relativamente promissor quanto ao interesse dos alunos em interagir com o fenômeno físico, a partir do momento que a simulação foi utilizada. Tal fato pode indicar que os alunos estenderam as suas interpretações, visualizando além das fórmulas e dos cálculos matemáticos do fenômeno.

Quando focamos o nosso projeto em uma ferramenta que auxiliasse estudantes e professores a visualizarem um fenômeno físico por meio de uma interface em RV e embasado em uma teoria que tenha como atividade

solucionar problemas por meio de etapas, verificamos que discentes e docentes adotaram uma postura de maior curiosidade e interesse pela aula. Dessa forma, podemos inferir que a utilização de RV em sala de aula é uma estratégia de incentivo e auxílio nas aulas de Física, proporcionando aos estudantes e professores, maneiras plausíveis de visualizar e interagir com um fenômeno físico, o qual deve ocorrer preferivelmente embasado em teorias de ensino e aprendizagem concisas.

De posse da experiência do desenvolvimento e validação do produto educacional, destacamos como trabalhos futuros desta aplicação: A confecção de interfaces em RV que simule outros fenômenos físicos além do qual foi abordado por este trabalho; Uma avaliação do protótipo em RV em um período mais longo, buscando verificar de maneira mais profunda questões sobre metodologias de ensino e aprendizagem; Validação da aplicação com uma amostra maior e mais representativa; Disponibilização da aplicação via *Web*, visando maior alcance do produto; Programar a aplicação em um contexto multiusuário, buscando criar um cenário que permita a aprendizagem cooperativa.

7. Referências

ALMEIDA, A. B.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER, E. *Usando Técnicas de RV para Estudo das Usinas Hidrelétricas*. Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

AQUINO, K. S.; SILVA, W. A.; LAMOUNIER, E. A.; RIBEIRO, M. W.; NADABE, A. C. *Uma ferramenta para o auxílio ao ensino da astronomia para alunos do ensino fundamental utilizando a Realidade Virtual como tecnologia de apoio*. Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, Faculdade Atual da Amazônia e Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

BALANSKAT, A.; BLAMIRE, R.; KEFALA, S. A review of studies of ICT impact on schools in Europe. *European Schoolnet*, Brussels, Belgium, 2006.

BORGES, L. *Python para desenvolvedores*. Rio de Janeiro: 2a Ed – Edição do autor, 2010.

BRAGA, M. Realidade Virtual e Educação. *Revista Biologia e Ciência da Terra*. v.1, n.1, p. 01-08, 2001.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 2: Gravitação, ondas e termodinâmica*. Rio de Janeiro: editora LTC, 2012.

HANCOCK, D. Viewpoint: Virtual Reality in Search of Middle Ground. In: IEEE Spectrum, v. 32, n. 1, p. 68, 1995. <https://doi.org/10.31417/educitec.v4i09.726>

LATTA, J. N.; OBERG, D. J. A conceptual virtual reality model, In: *IEEE Computer Graphics & Applications*. v.14, n. 1, p. 23-29, 1994.

OROFINO, M. I. *Mídias e mediação escolar: pedagogia dos meios, participação e visibilidade*. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

OSBORNE, J.; HENNESSY, S. *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Bristol: Nesta FutureLab, 2003.

PHET. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

PIMENTEL, K.; TEIXEIRA, K. *Virtual reality: through the new looking glass*. New York: Windcrest, 1995.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. G. Polya; [tradução Heitor Lisboa de Araújo]. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

POZO, J. I. *Teorias Cognitivas da Aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, A. L.; LUIA, J.; SILVA, P. G. Formação e Práticas Pedagógicas – Múltiplos Olhares no Ensino das Ciências. *A influência das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) no ensino das ciências*. Recife: Bargaço, 2008.

SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; MENDES, E.; LAMOUNIER JR., E.; TAKAHASHI, E. K. Ambientes distribuídos em Realidade Virtual como suporte à Aprendizagem Cooperativa para a Resolução de Problemas. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 7, n. 3, p. 157-167, 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13561>.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações Ondas, Termodinâmica*. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUITTO, R. Fundamentos e Tecnologias de RV e Aumentada. In: *VIII Symposium on Virtual Reality*, 2006.

VALENTE, J. A. Aspectos críticos das tecnologias nos ambientes educacionais e nas escolas. *Educação e Cultura Contemporânea*, v. 2, n. 3, 2005.



Capítulo 07

O uso do ambiente virtual Moodle como suporte na aprendizagem significativa e cooperativa para o ensino das leis de Newton

Cleydson Gomes dos Santos 

Luciano Ferreira Silva 

Victor Hugo Souza Costa 

Leonardo Carvalho de Matos Silva 

Universidade Federal de Roraima

cleydsongomes@hotmail.com

luciano.silva@ufr.br

{victorcosta1141, leonardo.carvalho623}@gmail.com

1. Introdução

Morais (2019) afirma que as ferramentas tecnológicas auxiliam na solução de problemas relacionados ao ensino por meio da informação e comunicação, mas tão somente se tais ferramentas forem planejadas, organizadas, avaliadas e fundamentadas em teorias que favoreçam a construção do conhecimento do estudante. Em vista disso, a construção de recursos tecnológicos educacionais deve ater-se a meta de proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa, de modo que durante o desenvolvimento mental, uma nova informação relaciona-se com as pré-existentes e produzem um cognitivo estável e organizado. Dessa forma, possibilita-se ao estudante que ele realize novas práticas tornando-os agentes autônomos na ação com sua realidade.

Fundamentado pela teoria cognitiva de Ausubel (2000), observa-se a importância e o quão desafiador é relacionar o conhecimento prévio e o adquirido durante o processo de ensino. Desse modo, esta pesquisa busca estabelecer requisitos potencialmente relevantes a permitir que os alunos/usuários resolvam uma situação-problema ou atinjam um objetivo utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle (Moodle). Com ênfase no tipo de resposta do sujeito por consequência da utilização de uma ferramenta de auxílio pedagógico pretensamente significativa.

Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa é avaliar uma organização pedagógica de materiais, por meio da plataforma Moodle, com base na aprendizagem significativa e cooperativa, visando ao ensino das Leis de Newton. Para atingir o objetivo geral, buscamos responder às seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Como a construção e organização de materiais e recursos da plataforma Moodle impactam no processo de aprendizagem?

PP02. De que maneira os professores e alunos podem utilizar o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) construído no Moodle como suporte ao ensino e à aprendizagem?

PP03. Quais metodologias de avaliação são mais eficientes para avaliar o progresso e o desempenho dos alunos no Moodle?

PP04. Como podemos utilizar a plataforma Moodle para facilitar a aprendizagem dos alunos?

2. Fundamentação teórica

2.1. O processo de ensino e aprendizagem

De acordo com Libâneo (2013), o ensino é um processo que favorece o desenvolvimento e a transformação progressiva das capacidades intelectuais das pessoas, viabilizando não só a aquisição de conhecimentos e habilidades, como compreendendo a sua aplicação. Esse processo deve ser recíproco, de modo que o professor e o discente contribuam de forma mútua para ele.

Levando isso em conta, temos diferentes teorias de aprendizagem e cabe ao facilitador reconhecer a melhor forma de aplicação delas. Para ser eficiente, alguns fatores devem ser levados em consideração, como por exemplo: Habilidade do professor, Informações da estrutura cognitiva de cada aluno, oportunidades que o ambiente oferece na instituição e promover perspectivas que tenham significados na vida do aluno.

Durante o processo de ensino e aprendizagem deve-se orientar, organizar e assimilar determinados conhecimentos e modos de ação cognitiva. De acordo com a teoria apresentada, para promover a

aprendizagem ao decorrer de um processo, deve seguir ao menos três das seguintes etapas: (1) Compreender: é o começo, quando o indivíduo é exposto à informação; (2) Retenção: é quando o conhecimento é fixado na mente do indivíduo; (3) Praticar: é nessa situação que a informação vai se solidificando; (4) Disseminar: transferir a informação assimilada a outros ajuda na retenção do conhecimento; (5) Desenvolver: é a extremidade do processo, quando o indivíduo passa a criar novas informações partindo daquilo que aprendeu primeiramente.

Entende-se que o processo de aprendizagem como resultado da interação e da organização de material instrucional na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, não sendo suficiente somente o ensino mecânico, no qual o aprendiz é um mero receptor passivo, sendo essencial participação ativa do indivíduo para que a experiência seja adquirida e tenha tanto importância individual quanto coletiva, promovendo assim uma aprendizagem significativa.

2.2. Aprendizagem Significativa

Considerando a proposta de Ausubel (2000), a aprendizagem significativa como uma teoria que descreve um processo de ensino e aprendizagem, onde um novo conceito deverá obter um significado para o estudante por meio de uma ancoragem de informações que preexistem em seu cognitivo. Se existe conhecimento prévio e nele se cria um significado com o conhecimento adquirido, as memórias criadas são mais sólidas e mais difíceis de esquecer, para tanto: o material deve ser claro, o aprendiz deve possuir o conhecimento prévio relacionado ao novo conteúdo e o aprendiz precisa ter vontade de aprender de modo significativo.

Nesse contexto, entende-se que o que mais influencia na aprendizagem é o que o indivíduo já sabe, fazendo com que o material de ensino deva se relacionar com a estrutura cognitiva. Sendo assim, são de grande importância a não-arbitrariedade, o material potencialmente significativo, a possibilidade de diferenciação e de reconciliação, o engajamento e, por fim, a capacidade de formular soluções de mesma natureza em categorias distintas de problemas.

Ausubel (2000) considera o termo estrutura cognitiva como estrutura hierárquica de conceitos, além de possuir um alto caráter orgânico e perspectiva de que as ideias são sequenciais baseada na relação estabelecida entre elas. Além do mais, é onde são demonstrados e organizados os conceitos adquiridos e as ideias internalizadas de forma progressiva na estrutura cognitiva do indivíduo, assim levando a aprendizagem.

Nesse contexto temos os mapas conceituais, os quais tratam-se de uma forma de apresentar conceitos e hipóteses, trocando ideias, passando sua opinião sobre determinadas relações. Podendo também observar as necessidades relacionadas entre os conceitos induzindo a um novo aprendizado. Os mapas são uma ferramenta que pode ser utilizada no âmbito escolar como: Estratégia de ensino/aprendizagem, organizador de conteúdo, disciplina e instrumento de avaliação, dentre outras. Naturalmente a interação entre professor e alunos em forma de grupos acontece, mas considera-se que cada indivíduo tem sua forma de organizar ideias, e esta ferramenta proporciona o aprendizado de forma colaborativa.

2.3. Aprendizagem Cooperativa

O ensino deve propiciar a aprendizagem de modo a tornar o indivíduo capaz de aplicar o conhecimento de maneira independente e a tomar decisões e contextos diversos. Nesse contexto, Niquini (1997) destaca que “estudar e aprender em cooperação é um método didático educativo de aprendizagem, cuja centralidade está na interação”. O autor ressalta que a cooperação induz o aprendiz a uma associação de pessoas que se apoiam de forma mútua. O comportamento existente nessa didática, incentiva e motiva implicando numa relação de independência positiva.

Tarjra (2002) define a interação como uma ação recíproca entre os indivíduos no processo de ensino aprendizagem. Assim, a comunicação se torna uma ferramenta principal, considerando que o convívio social sempre fez parte da história dos seres humanos com o modo de se relacionar com o mundo. Portanto, a aprendizagem de um indivíduo ocorre através de vários fatores biológicos, físicos e sociais ao longo da vida, desempenhando um papel fundamental na sua formação. A aprendizagem cooperativa é uma

técnica de aprendizagem que favorece aos indivíduos a aprendizagem através da interação, sendo essa uma das ferramentas elencadas na teoria de Ausubel.

2.4. Moodle

O Moodle (*Modular Object Oriented Dynamics Environment*) é uma plataforma de ensino virtual utilizado no ensino a distância (EaD) através de um navegador e como *software*, para apoio à aprendizagem. É uma plataforma de ensino livre baseado na teoria construtivista que objetiva promover uma aprendizagem de qualidade regida por um conjunto de ferramentas administradas e organizadas por educadores. A plataforma foi desenvolvida por Dougiamas e funciona como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), criado para apoiar o ensino presencial ou o EaD.

O Moodle permite a produção de cursos *online*, preparar os módulos de ensino, analisar a evolução dos usuários, realizar avaliações, etc. Estas ações são viabilizadas por meio de várias ferramentas como por exemplo, biblioteca virtual, *downloads* de arquivos, publicação de textos, fóruns, *chat*, agenda, glossário, entre outros.

Antonenko et al. (2004) classifica o Moodle em cinco vertentes: (1) Psicológica, devido a interação social, contextual e aprendizagem através da construção social ocorrida pela linguagem; (2) Tecnológica, pelo fato de possuir características de usabilidade, orientação e controle de carga cognitiva; (3) Pedagógica, por ele possuir recursos que promovem a aprendizagem significativa; (4) Cultural, uma vez que ele contém ideias objetivas de colaboração, compartilhamento e comunidade; (5) Prática, a plataforma é de fácil interação, compartilhamento de materiais, *download*, interface gráfica inteligível, botões auxiliares, é possível edição de textos embutidos, editores HTML e personificação da plataforma.

O Moodle é utilizado nesta pesquisa como um organizador avançado, com a função de preencher um lapso cognitivo do indivíduo para aprender novos conceitos. Sendo que este organizador assume diferentes formas, uma delas é de mediador quando o subsunçor é de difícil acesso, como exemplo os mapas conceituais que são ferramentas da aprendizagem significativa utilizadas para diagnosticar conhecimentos defeituosos, ideias erradas e/ou

organização de um determinado assunto baseado em conceitos, especificamente no caso desta pesquisa. De modo que o aluno mantenha os conceitos utilizando a sua experiência, considerando um nível mais introdutório de forma acessível e sustentável de acesso ao significado.

2.5. A Física do movimento dos corpos

Galileu (1564 - 1642), Pierre Gassendi (1592 - 1655) e René Descartes (1596 - 1650), respectivamente, cooperaram com ideias que se tornaram fundamentais para Isaac Newton (1642 - 1727). As leis de Newton foram estruturadas para servir como fundamentais para toda a mecânica clássica, mas que são procedentes de axiomas (NEWTON, 1990). Axiomas:

1. A quantidade de matéria é a medida da mesma, obtida conjuntamente a partir de sua densidade e volume;
2. A quantidade de movimento é a medida do mesmo conjuntamente a partir da velocidade e da quantidade de matéria;
3. A força interna da matéria é o poder da resistência, pelo qual cada corpo persevera, tanto quanto precisa, em seu estado atual de repouso ou movimento uniforme em linha reta[...];
4. Uma força impressa é uma ação exercida sobre um corpo a fim de alterar seu estado, seja de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta.

Isaac Newton em 1726 enunciou a sua primeira lei dentre três conhecidas em seu livro “Os princípios Matemáticos da Filosofia Natural” conhecido como “Principia” (NEWTON, 1726). A Primeira lei diz que: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.

A primeira lei se baseia em estudos experimentais e é fundamental, pois podem ser deduzidas e demonstradas partindo dos axiomas já mencionados, mas não é universal pelo fato de não atuar em todas as regiões do movimento. O movimento e o repouso são conceitos relativos, é necessário escolher um referencial inercial ou sistema de referência. Assim,

um referencial inercial é qualquer sistema em repouso ou em MRU (Movimento retilíneo uniforme) em um determinado espaço absoluto em sua própria natureza, na ausência de qualquer força externa, permanecendo sempre semelhante e imóvel (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Dessa maneira, observou-se que existia a possibilidade de o movimento dos corpos apresentar o surgimento de efeitos mecânicos que pareciam não apresentar causa. O fato de os corpos adquirirem aceleração relacionado a um espaço absoluto, foi definido como sistema de referencial não inercial, visto que no sistema de referencial inercial o corpo permanece em repouso ou em MRU relacionado ao espaço absoluto.

Por fim, sabemos fisicamente que a relação $\frac{d\vec{p}}{dt}$ é o mesmo que a força \vec{F} aplicada no corpo de massa m , ocorrendo uma variação da velocidade em função do tempo t . A força aplicada no corpo de massa m , ocorrendo uma variação da velocidade em função do tempo t . A força aplicada no corpo é diretamente proporcional à aceleração adquirida, ou o mesmo que, a força resultante no corpo é o mesmo que a taxa de variação temporal do momento linear. Ao aplicar uma força o corpo varia sua velocidade, contudo, adquirindo aceleração (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). A partir dessa ideia Isaac Newton (1726) anuncia a segunda lei, a diz: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.

Portanto, quando uma força atua sobre um corpo, se a massa m for maior, implica que a aceleração resultante será menor. Corpos com massas muito grandes terão uma aceleração resultante pequena para uma mesma força. Produzir acelerações diferentes sobre os corpos em massas distintas, requer a aplicação de forças distintas. Mas isso não é a definição de força. É apenas a associação do momento e sua taxa de variação com a força total agindo sobre o corpo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Todavia a terceira lei traz que: quando um corpo exerce uma força num segundo corpo, este último reagirá sobre o primeiro com uma força de mesma intensidade e sentido contrário. Observa-se que existe um par de ação e reação agindo sobre os corpos. Por consequência da interação entre os corpos do sistema. Assim concluímos: As forças de ação e reação possuem mesma intensidade, de modo que a força que o corpo A exerce sobre o corpo

B é a mesma que o corpo B exerce sobre o A, obtendo a relação $-\mathbf{F}_{AB} = \mathbf{F}_{BA}$. As forças de interação entre os corpos possuem sentido opostos. O par de interação atua em corpos distintos.

Fisicamente concluímos que na ausência de forças externas, o momento de cada corpo é conservativo. Assim, a terceira lei de Newton também é chamada de conservação do momento, ou seja, o momento total não se altera se possuir apenas forças internas agindo no sistema. Assim, a soma das forças internas do sistema se anula.

Galileu Galilei (1564-1642) observou que todos os corpos estão sujeitos a um sistema acelerado, uma aceleração \mathbf{g} adquirida pelo corpo verticalmente, atuando de forma uniforme para grandes ou pequenos corpos, passou a chamar de força gravitacional \mathbf{F}_g . Uma força fundamental de aspecto fraco existente da natureza, força gerada a partir da interação da matéria do corpo celeste.

A força resultante nessas condições é a Força Gravitacional agindo sobre os corpos, é diretamente proporcional a sua massa cujo está sujeito a aceleração constante do local onde se encontra o corpo em queda livre. Além de \mathbf{F}_g se relacionar com o momento linear \mathbf{p} do corpo em um sistema referencial inercial (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

3. Trabalhos relacionados

Lacerda e Silva (2016) investigaram as possibilidades e potencialidades de um AVA - Moodle. O presente estudo defendeu a importância da utilização abrangente de recursos para auxiliar o aprendizado, explorando as potencialidades digitais em meio ao ensino de Física, correlacionado com a proposta da pesquisa de Lacerda e Silva (2016), que também teve como ponto positivo a possibilidade de diagnosticar as dificuldades e evidenciar a interatividade entre professor-aluno-conteúdo.

O trabalho de Magalhães (2019) teve como objetivo apresentar uma proposta pedagógica de Física mais interessante, por meio de tecnologias. A pesquisa sugerida pelo autor se relaciona com este trabalho quando se utiliza um AVA como apoio, mas de fato é muito comum estudos nessa linha de pensamento. Contudo, na presente pesquisa apresenta-se uma organização

pedagógica de materiais baseado na hierarquia dos conceitos utilizando mapas conceituais como intermediário na sua construção, tornando-o diferente desse trabalho relacionado.

Kiefer (2013) em sua dissertação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná realizou um estudo objetivando um roteiro de aula fundamentado pela teoria da aprendizagem significativa visando o ensino da Física. Para tanto, através do desenvolvimento de um produto aplicado, de forma prática, o trabalho busca comprovar a sua validade e possibilidade da sua utilização como ferramenta de ensino. Analisando a proposta do autor, existe uma correlação com a proposta deste trabalho, pois ambas utilizam como fundamentação teórica a aprendizagem significativa com prerrogativas centralizadas ao cognitivismo.

Por fim, Silva e Nonenmacher (2018) publicaram uma obra relatando a experiência de ensinar as Leis de Newton com mapas conceituais, uma ferramenta da aprendizagem significativa que dá possibilidade de verificar se ocorreu alguma aprendizagem, pois a sua utilização torna possível considerar o conhecimento prévio dos estudantes com o novo conhecimento adquirido. Os autores discorrem sobre a comparação do conhecimento prévio e as suas relações conceituais expressas em mapas conceituais.

Silva e Nonenmacher (2018) relataram ainda que, geralmente, o ensino da Física acontece de modo fracionado e descontextualizado, muitas vezes não promove ao estudante acesso ao conhecimento científico. Através dessa justificativa deve-se refletir sobre as práticas pedagógicas e buscar um método de ensino capaz de reparar esse problema. A proposta de utilizar o mapa conceitual, segundo esses autores, visa organizar e estruturar o conhecimento, durante o processo de ensino e/ou depois (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 13). Esta pesquisa se correlaciona com as ideias dos autores por utilizar mapas conceituais, mas que diferem no objetivo da utilização destes.

4. Método

4.1. Produto educacional

O produto educacional apresentado neste trabalho trata-se do resultado de uma dissertação, o qual compõe-se de uma sequência didática,

modo que o aluno conheça os conceitos iniciais e as grandezas físicas envolvida no fenômeno. O mapa delinea uma cadeia de informações do mais geral aos mais específicos conceitos, os quais são importantes para compreender a relação entre as grandezas físicas que envolvem as Leis de Newton.

Ao final de cada atividade inserimos *Hyperlinks*, que direcionam os usuários ao fórum de discussão de modo que promovam uma interação e um espaço em que o professor tenha o controle e analise as dificuldades dos alunos. Ainda nesse tópico disponibilizamos atividades que buscam ativar os subsunçores dos alunos, trazendo vídeos que apresentam características observáveis no cotidiano do aluno. Esse material tem por objetivo instigar o aluno a investigar as causas e as relações entre as forças físicas. Ao final os discentes são direcionados a atividade avaliativa “Questionário”.

Em suma, este trabalho buscou organizar o conhecimento interligando os conceitos e focando nos detalhes de cada interligação. O papel do professor nesse processo é mediar e auxiliar na resolução de problemas e promover a aprendizagem colaborativa nas atividades e nos fóruns, de forma que avalie de forma contínua, respeitando as diferenças cognitivas envolvidas durante o processo de ensino e aprendizagem.

4.2. Recursos pedagógicos do produto

A metodologia proposta neste trabalho é do tipo exploratória e foi subdividida em três “momentos” ou “etapas” para melhor organização e compreensão do leitor, são eles: problematização, interação e avaliação.

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, para que a aprendizagem ocorra é essencial que o aluno esteja receptivo e interessado no conteúdo de estudo. É nesse sentido que propomos o momento da “Problematização” onde o professor deve planejar e organizar o cenário educacional para instigar os alunos a refletirem de forma crítica sobre a importância do conteúdo estudado, em particular neste material as Leis de Newton.

Tal ação deve ainda promover a interatividade entre os estudantes e buscar a aprendizagem significativa, levando em consideração os conceitos

prévios adquiridos pela experiência dos alunos. Nessas condições tornar-se-á possível a análise da intensidade da capacidade de cada aluno, trazendo a possibilidade de analisar os subsunçores e as dificuldades individuais dos alunos, o que permitirá ao professor atuar de uma forma mais particularizada.

Em suma, para satisfazer as ideias descritas, busca-se despertar a autonomia reflexiva do estudante sobre a importância do estudo das Leis de Newton e suas aplicações, através de questionamentos gerais e específicos. Como exemplo, o professor pode trazer a realidade do estudante expondo imagens, vídeos, discutir em fóruns, e aprofundar os conhecimentos através de possíveis perguntas comuns no ensino das leis de Newton.

Outro quesito fundamental desta proposta é a interação, tanto aluno/professor, como aluno/aluno. O desenvolvimento das atividades tem como elemento aluno-interface-professor. Utilizando como metodologia a aula expositiva organizado através de mapas conceituais e aprendizagem cooperativa na forma sequencial e progressiva permitindo que os estudantes interajam com o AVA-Moodle e o professor, dessa forma, permitindo através das realizações das atividades da plataforma, a análise e avaliação de forma continuada o aprendizado do estudante.

O produto educacional proposto utiliza a avaliação contínua dos usuários, através das modalidades: (1) Desempenho: Através da assimilação do conteúdo por meio das tarefas realizadas; e (2) Comprometimento: participação no *Chat* e fóruns de discussão, trabalho em grupos. O professor deverá acompanhar os alunos e avaliar de forma continuada, na aula presencial e através do AVA-Moodle. Cada tópico possui atividades a serem realizadas e que podem ser avaliadas conforme as modalidades.

4.3. Proposta de sequência didática: Exemplo de aplicação do produto

Nesta seção apresenta-se um exemplo da aplicação deste produto educacional, para tanto, propõe-se uma sequência didática composta de um conjunto de atividades organizadas em 8 aulas, distribuídas em 02 tempos semanais de 50 minutos cada. Essa organização de atividades versa sobre o estudo das Leis de Newton, para o primeiro ano do ensino médio e busca fomentar a aprendizagem significativa e cooperativa nos discentes.

Esta sequência inicia-se com o professor orientando os estudantes na realização das atividades na plataforma apresentando as considerações básicas da usabilidade da plataforma de ensino de forma geral. Envolvendo orientações que possibilitem ao aluno estudar na plataforma de ensino garantindo a flexibilidade e praticidade na usabilidade, bem como: Tutorial, conhecimentos prévios, situação-problema, organização de grupos, identificação do potencial significativo, aplicações das Leis de Newton, diferenciação progressiva, a participação dos fóruns e a autonomia.

É importante que através dessa aula o professor busque demonstrar o máximo de conteúdo a serem estudados posteriormente. A sequência didática exige que sejam utilizadas aulas expositivas de forma sequencial e progressiva no seu desenvolvimento e que se permita acontecer a interação com o AVA-Moodle através do acesso das atividades e recursos dispostos no Moodle. As atividades estão distribuídas em 05 tópicos de estudo. A aplicação da sequência didática será descrita a seguir, destacando os objetivos de cada atividade do tópico.

Aula 1. Materiais de Apoio: (1) O professor irá identificar através de um breve questionário social para identificar a possibilidade de o aluno ter acesso ao AVA-Moodle; (2) É apresentado em arquivo PPT uma explicação sobre o uso de mapas conceituais na aprendizagem e aplicações destes no laboratório de informática ou na sala de aula da instituição se possuir o recurso necessário; (3) O professor apresenta o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle para orientar os estudos dos alunos de forma superficial, mas objetiva.

Aula 2. Conhecimentos Prévios: (1) O professor aplicará um questionário contendo perguntas objetivas sobre os conceitos de grandezas escalares como: massa, velocidade, aceleração, gravidade, tensão superficial, partícula, corpo, referencial e ponto material e outras que resgatem de forma contextualizada para serem aplicadas do conceito das Leis de Newton e Aplicações; (2) Em sala de aula, problematizar os tipos de Força e o seu conceito de forma mais abrangente abrindo possibilidades para discussões em toda a sala, através de vídeos aleatórios com situações-problemas reais para extrair dos estudantes o conceito de Força de modo que ative seus subsunçores; (3) Fomentar discussões em sala de aula acerca do momento II em um grande grupo na sala de aula; (4) Orientar os alunos a realizar as

atividades do AVA-Moodle; (5) Participar do fórum para esclarecer eventuais dúvidas, manter organizado as discussões e avaliá-los continuamente.

Aula 3. Situações-Problemas: (1) O professor irá promover uma situação problema através da demonstração do simulador sobre Força Peso através de um link proposto no AVA-Moodle; (2) O professor demonstra experimentalmente o conceito de força normal; (3) Através de um vídeo, o professor explicita o comportamento da Força Normal na natureza de forma contextualizada; (4) O professor relaciona os dois conceitos e demonstra através da conclusão dos dois experimentos a independência dessas forças, de modo que no fórum da plataforma, o aluno compreenda inicialmente as forças de reação nesse tipo de situação-problema através de uma discussão.

Aula 4. Organizar Atividades em Grupos: (1) Demonstrar através de um experimento simples de baixo custo um exemplo prático do referencial inercial; (2) Organizar os alunos em grupos de estudo para discutir a Primeira Lei de Newton; (3) Propor uma atividade com questões objetivas sobre referencial inercial; (4) Mostrar através de vídeos, de forma que o aluno observe a relação entre os conceitos estudados e seu cotidiano, levando o discente a compreender de forma mais significativa a importância da Primeira Lei de Newton; (5) Debater posteriormente no fórum a atividade do carrinho de rolimã, sobre o que os alunos puderam extrair de relações de grandezas com a realização da atividade, a qual aborda a montagem de um carrinho de rolimã, onde o aluno poderá escolher os elementos para sua construção.

Aula 5. Identificação do Potencial Significante: (1) O professor explora a Segunda Lei de Newton com o simulador sugerido no AVA resgatando os conhecimentos prévios dos alunos e possibilitando que eles relacionem estes conhecimentos com a Equação Fundamental da Dinâmica. (2) Propor uma atividade objetiva de resolução de exercícios para fixação do conteúdo envolvendo conceitos e cálculos.

Aula 6. Correlacionar os Conceitos: (1) Resgatar o conhecimento prévio através de um questionário *online* na sala de informática em forma de Quiz com todos os alunos opinando sobre as possíveis respostas e chegando a um resultado comum. (2) O professor deve realizar anotações caso haja alguma pergunta em que os alunos tiveram dificuldades. (3) Intervir após os

alunos responderem todos os questionamentos e repassar as respostas erradas em forma de feedback.

Aula 7. Aplicações Físicas: (1) Expor os conceitos de força de atrito, de modo que se relacione com o conhecimento prévio adquirido durante o estudo no AVA-Moodle. (2) Propor uma situação-problema sobre o conteúdo por meio de imagens de acontecimentos reais das aplicações da Força de Atrito e relacionar com outras grandezas físicas como Conservação da energia. (3) Trazer para a realidade as consequências da ausência da Força de Atrito, trazendo nesse momento a importância dessa força.

Aula 8. Diferenciação Progressiva: (1) Apresentar, através de aula expositiva, os conceitos e aplicações da Força de Tração. (2) O professor trará os conceitos mais abrangentes aos mais específicos em uma folha de papel para poder ser utilizada para consulta. (3) Orientações para a realização da atividade no AVA-Moodle. (4) Diagnosticar as possíveis dificuldades.

4.4. Metodologia de avaliação do produto

Nessa seção é apresentada a metodologia de avaliação do produto, a qual é direcionada a docentes e discentes. A avaliação foi desenvolvida utilizando a MAQSEI como método de organização e planejamento, e o método TUP como base para estruturação e definição de quais pontos devem ser avaliados pelo público-alvo. Para extração de dados optou-se por utilizar questionários, usando a escala de Likert de cinco (05) opções como instrumento de resposta para mitigar o enviesamento da pesquisa.

4.4.1. MAQSEI

A Metodologia de Avaliação de *Software* Educacional Infantil (MAQSEI) é um método de organização e planejamento que intenciona a evolução ou aperfeiçoamento de processos de avaliação de *softwares* educacionais. Essa metodologia não considera o produto na sua completude apenas, mas analisa o envolvido em suas avaliações (BAPTISTA, 2007). A aplicação desta envolve heurísticas pedagógicas e de usabilidade de avaliação de *software* educacional baseadas nas características do público infantil em diferentes níveis. A MAQSEI realiza o trabalho e relaciona a

usabilidade e aprendizado de forma mais efetiva e equilibrada. A metodologia trata superficialmente os diferentes comportamentos baseados no grau de conhecimento de diferentes idades. Através de um critério de adaptação baseado nas necessidades e preferências individuais.

A MAQSEI baseia-se em quatro etapas: Reconhecimento e proposta de avaliação do produto; Planejamento; Realização de testes; e Análise de dados e o relatório de avaliação. A etapa de Reconhecimento e proposta de avaliação do produto é o primeiro contato de reconhecimento do produto a ser avaliado, onde o avaliador analisa as funcionalidades.

Na etapa do Planejamento, o avaliador pré-estabelece as atividades e ferramentas do produto, realiza as sondagens e a seleção dos avaliados, prepara o ambiente, materiais, dentre outros. De acordo com Baptista (2007) pode-se estruturar esta etapa em: (1) Preparação do Plano de Testes: explicar onde, quando, quem, como, quanto e por que dos testes do *software*; (2) Preparação de Pré e Pós-testes (se for o caso): servem para avaliar, comparar a capacidade e o aprendizado que o avaliado poderá adquirir ao utilizar o *software* antes e após o seu uso. É importante destacar que este tópico pode ser substituído por outra técnica de avaliação dependendo do objetivo/objeto de verificação; (3) Preparação de Formulário de Observação: é o que faz a coleta dos dados obtidos da observação durante o teste; (4) Preparação da Lista de Verificação: consiste na sequência de ações a serem feitas pelo condutor e os formulários necessários em cada tarefa; (5) Preparação do Ambiente, Equipamentos e Materiais: quanto à preparação do ambiente, seria o local onde será feito o teste. Já a preparação de equipamentos refere-se ao meio ou instrumento que se utilizará para fazer o teste. Por fim, os materiais seriam aqueles que serão utilizados durante os testes; (6) Realização de Teste Piloto de todos os itens do Teste: o teste piloto verifica todos os itens envolvidos nos testes, o que previne possíveis erros ou defeitos ao realizar os testes.

Na etapa de Realização de testes ocorre efetivamente a aplicação dos testes. Se for possível, é interessante que os envolvidos sejam organizados cooperativamente e que sejam realizadas discussões complementares, moderadas pelo avaliador. De acordo com Baptista (2007) necessitam de atenção nesta etapa a: (1) Preparação de materiais e ambiente necessários

ao teste; (2) Observação das tarefas dos testes; (3) A Organização e tabulação dos dados coletados.

Na etapa de Análise de dados e o relatório de avaliação, os resultados do teste são obtidos e tem-se a possibilidade de sugerir alterações no produto, realizar a gestão de erros e verificar se os objetivos construídos no planejamento foram alcançados. De acordo com Baptista (2007) os seguintes pontos devem ser considerados no relatório: (1) O início deverá conter: os dados explicativos sobre a avaliação e sobre *software*; (2) O meio descreverá: os problemas detectados e as análises qualitativas e quantitativas realizadas; (3) O fim apresentará: as conclusões e recomendações, e se possível, uma lista dos problemas detectados no *software* com suas respectivas fontes e soluções.

Destaca-se que a MAQSEI pode sofrer alterações e adaptações de acordo com o *software* e o foco da avaliação. Assim como a ferramenta deve acompanhar a taxonomia cognitiva do indivíduo, os métodos de avaliação devem se adequar a este critério, de modo que através desse fato, avaliar a qualidade do *software* educacional enquanto subsunção avançado no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, pode-se ainda associar a MAQSEI com outras metodologias. Tal fato gera um aprimoramento dos trabalhos uma vez que, busca-se atender e suprir as deficiências e metas almejadas da pesquisa. Um método de avaliação que pode ser associado com a MAQSEI é o método TUP, o qual é apresentado na próxima seção.

4.4.1. Método TUP

Bednarik (2004) propôs o método TUP, acrônimo originado do inglês “Technology, Usability and Pedagogy”. Esse método provê uma avaliação a partir de três critérios relacionados à qualidade do ambiente educacional: Tecnologia, Usabilidade e Pedagogia. A fim de examinar as características da Tecnologia, o método TUP prevê a verificação dos seguintes atributos: confiabilidade, organização, acessibilidade, disponibilidade e compatibilidade.

O método TUP destaca que a segunda característica a ser analisada no ato da avaliação de um *software* educacional é a Usabilidade, que está relacionada ao grau de aceitação dos usuários na funcionalidade definida

pelo *software*. Assim, os atributos associados a esse aspecto são: facilidade, interação, navegação, memorização, e estética e áudio.

A característica Pedagogia avalia a qualidade educacional do *software* no processo de ensino e aprendizagem, visando o comportamento e a cognição do indivíduo em diferentes culturas ideológicas. Os atributos deste requisito são: contexto, tarefa, ferramentas, estrutura pedagógica, e motivação.

5. Resultados e Discussão

Nesta seção são apresentados e discutidos os dados coletados durante o processo de avaliação, buscando mostrar os resultados relativos à qualidade e aceitação do produto educacional desta pesquisa e ainda futuras melhorias. É importante destacar que, devido estar ocorrendo a pandemia do COVID-19 no momento dos testes do produto educacional, não foi possível avaliar todas as componentes do trabalho em sua plenitude, sendo prejudicadas principalmente a dinâmica de uso durante a avaliação e quantidade de pessoas participantes.

5.1. Diagnóstico discente

Esse questionário de diagnóstico visou analisar a possibilidade de acessar o AVA e utilizá-lo de forma continuada e ainda conhecer a personalidade enquanto estudante. O diagnóstico nesse caso não interfere significativamente na avaliação do produto. O questionário alcançou a quantidade de 23 possíveis usuários alunos. Contudo, destaca-se que por alguma eventualidade não justificada, destes 23 apenas 20 participaram ativamente na segunda e terceira fase, contribuindo com os resultados.

Por meio do questionário levantou-se que a maioria dos usuários possuem entre 15 e 16 anos. A pesquisa revelou ainda que 47,8% dos estudantes não têm o hábito de estudar em casa frequentemente. A pesquisa mostra que 82% dos discentes têm o smartphone como ferramenta de apoio ao estudo e poucos utilizam livros impressos.

5.2. Diagnóstico docente

Esta subseção mostra o resultado do diagnóstico dos professores que atuaram como avaliadores do produto. É importante considerar que nessa primeira fase, 10 professores responderam à pesquisa. Contudo, apenas 6 participaram ativamente na segunda e terceira fase da avaliação.

A pesquisa mostrou que 80% dos professores avaliadores do produto educacional são mestres e apenas 20% possuem somente a graduação. A pesquisa demonstrou ainda que 80% dos professores atuam em escolas públicas e 20% em escolas particulares.

Observou-se também que 50% dos professores possuem 15 anos ou mais de experiência escolar; 30% entre 10 e 15 anos e 20% são professores com 4 a 6 anos de vivência escolar. Nesse contexto, pode-se inferir que o produto educacional foi analisado e avaliado por profissionais com uma vivência considerável em sala de aula e, possivelmente, com conhecimento de ferramentas de apoio às aulas.

Os dados mostraram ainda que 90% dos professores avaliadores sempre utilizam a internet como ferramenta de apoio ao ensino, como por exemplo: disponibilizando links que direcionam o aluno a ler, assistir vídeo aulas etc. Observou-se ainda que os 10% restantes dos docentes declararam que quase sempre utilizam a internet para algum fim.

Todos os professores declararam que utilizam algum tipo de dispositivo computacional como ferramenta de auxílio às suas aulas, mas a maioria deles (70%) acredita que o livro impresso convencional ainda é uma ferramenta útil. Tal fato pode decorrer devido a formação básica dos docentes terem acontecido em uma época do ensino totalmente convencional, contudo, o público-alvo dos seus ensinamentos é de uma era onde a informática prevalece. Esse dualismo exige muita dedicação dos docentes para se atualizarem e cumprirem bem os seus papéis como professores.

A pesquisa mostrou também que 80% dos docentes utilizaram ou utilizam um ambiente virtual como apoio às aulas presenciais, 10% declararam que talvez utilizaria e os outros 10% que utilizaria pouco. É fato que utilizar um ambiente exige tempo e planejamento e alguns professores preferem outras ferramentas para apoiar as suas aulas. A pesquisa mostrou

ainda que 100% dos professores entrevistados utilizavam mídias digitais (simulações, vídeos etc.) como apoio pedagógico. Além disso, 80% relataram que usariam jogos, sejam digitais ou físicos. Esses resultados demonstram que a mídia digital é uma opção sempre considerada pelos docentes.

Por fim, segundo a pesquisa, 60% dos docentes declararam conhecer a teoria dos mapas conceituais e compreendem como aplicá-la, 30% relataram que apenas conhecem a teoria e 10% relataram que pouco compreende do assunto.

5.3. Comparação e análise dos resultados

Esta subseção mostra os resultados das mesmas proposições sugeridas aos alunos e professores avaliadores, planejados utilizando a MAQSEI e elaborada baseando-se nos aspectos do método TUP. Tivemos nessa etapa da avaliação uma amostra de 20 alunos e 6 professores.

Quanto à percepção tecnológica, a pesquisa mostrou como resultado que 95% dos alunos e 100% dos professores se sentiram seguros em questões de acesso e utilização do ambiente. É um ponto importante esse tipo de aplicação ser confiável para seus usuários, pois não corre o risco de desestimular a participação.

Os dados mostraram também que 90% dos alunos e 83,3% dos professores consideram o AVA totalmente organizado e 10% e 16,7%, respectivamente, consideram parcialmente organizado. Verificou-se ainda que 95% dos alunos e 83,3% dos professores avaliadores concordam totalmente que organizar o ambiente através de mapas conceituais para o ensino das Leis de Newton pode tê-lo tornado mais agradável. Enquanto 5% e 16,7% respectivamente concordam parcialmente. Um trabalho futuro importante para esta pesquisa, apesar de ser um longo processo de observação e avaliação, é analisar o quanto essa organização em formato de mapas conceituais influencia no aprendizado do discente. De acordo com os conceitos teóricos pode-se inferir que esta estruturação resulte em uma contribuição positiva para a aprendizagem.

Já a percepção de usabilidade mostrou que a totalidade dos professores e 90% dos alunos estão plenamente de acordo quanto à

atratividade estética do ambiente. Enquanto apenas 10% dos alunos concordaram parcialmente. Durante a construção do AVA, uma das preocupações era que este devia estar visualmente atraente, um ambiente atraente de certa forma estimula o aluno a utilizar AVA. Por questões psicológicas, as cores, imagens, o texto influencia nesse aspecto e contribuem para a aprendizagem.

A pesquisa mostrou ainda que 90% dos alunos e 83,3% dos professores concordaram totalmente que é possível ocorrer a aprendizagem através das suas atividades e recursos do AVA. Os demais, 10% e 16,7% concordaram parcialmente. Isso demonstra que o ambiente minimamente faz com que o usuário vislumbre a possibilidade do aprendizado sobre as Leis de Newton por meio dos seus recursos.

Outro resultando interessante é que 65% dos alunos declararam que tiveram facilidade em aprender a manipular o AVA, na mesma linha, 66,7% dos professores avaliadores concordam que é fácil usar o ambiente. Contudo, 35% dos alunos concordaram parcialmente que o ambiente é fácil de usar e 33,3% dos professores concordaram parcialmente com essa possibilidade.

A total concordância com a eficácia da ferramenta "Fórum tira dúvidas" foi expressa por 80% dos alunos e por 66,7% dos professores. O restante dos avaliados, 20% dos alunos e 33,3% dos professores concordaram parcialmente que essa ferramenta foi importante para o ambiente. Ressalta-se que é importante que AVAs forneçam esse espaço para o usuário sanar suas dúvidas, sejam elas relacionadas ao conteúdo ou ao uso do ambiente.

Observou-se ainda que 80% dos alunos e 100% dos professores concordam totalmente que os ícones, links, acessórios virtuais e outros recursos estão bem-posicionados e fáceis de acessar, sendo que 20% do restante dos alunos concordou parcialmente. Esses acessórios supracitados buscam tornar a navegação mais rápida, fazendo com que o usuário realize ou veja as atividades com rapidez.

Sobre como os mapas conceituais são úteis para a aprendizagem é compartilhada por 75% dos alunos e 66,7% dos professores. Enquanto 25% e 33,3% respectivamente concordam parcialmente. Os mapas conceituais é uma ferramenta que visa ajudar o estudante a organizar os conceitos. Usar

essa ferramenta como base de construção do AVA visou trazer resultados positivos tanto para os aspectos organizacionais quanto para a aprendizagem do discente. 85% dos alunos e 100% dos professores concordam totalmente que o AVA proposto neste trabalho pode servir como apoio às aulas presenciais, 15% dos alunos concordam parcialmente. O ambiente proposto visou ajudar o aluno, em conjunto com as aulas presenciais, a alcançar uma aprendizagem significativa. Como estratégia buscou explicitar para o aluno a relação entre os conceitos físicos e a relação desses conceitos com a realidade dos discentes.

Por fim, na componente de percepção pedagógica, os dados coletados mostraram que 85% dos alunos e 83,3% dos professores concordam totalmente que é visível que o AVA está organizado através de mapas conceituais, enquanto 15% e 16,7% concordaram parcialmente, respectivamente. Essa é uma proposição importante para este trabalho, pois o que o torna diferente dos demais estudos analisados, é justamente utilizar no AVA, mapas conceituais, tornando-os um método de organização conceitual para o aluno aprender ou revisar determinado conteúdo, visto que já existem estudos que comprovam a eficácia dessa técnica.

Sobre os diferentes graus de complexidade do conteúdo os dados mostraram que 85% dos alunos e 83,3% concordam totalmente que conseguiram visualizar esses graus, 15% e 16,7 alunos concordam parcialmente. É importante que um AVA possua um equilíbrio de complexidade dos conteúdos. Um ambiente com apenas conteúdo considerado difícil pode causar desmotivação e evasão dos usuários. Por sua vez, um ambiente apenas com exercícios fáceis pode desmotivar os alunos por ser trivial e não apresentar desafios.

Outro ponto analisado foi a importância do recurso simulação. Nesse quesito a totalidade dos professores e 95% dos alunos estão totalmente de acordo de que se trata de uma abordagem valiosa para a aprendizagem. O resultado permite inferir que as simulações são ferramentas interessantes para o ensino em ambientes virtuais. Vale lembrar que estes não substituem um experimento palpável, mas podem auxiliar na aprendizagem.

Outro resultado obtido mostrou que 85% dos alunos e 100% dos professores concordam totalmente e 15% dos alunos concordam parcialmente que o AVA é eficiente e pode ser utilizado como auxílio às aulas

presenciais sobre as Leis de Newton. A partir desses resultados podemos inferir que utilizar o AVA como suporte ao ensino das Leis de Newton caracteriza-se como uma estratégia pertinente a ser ponderada.

6. Conclusão

Por meio deste trabalho, foi possível diagnosticar se um AVA construído através de uma organização pedagógica utilizando mapas conceituais e a cooperação entre os alunos pode contribuir para uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, foi planejado e organizado um AVA na plataforma Moodle, com atividades atrativas, visando despertar o interesse dos alunos e servir de apoio ao ensino das Leis de Newton.

A Física é uma área complexa de interpretar pois, de acordo com os alunos, um conceito geralmente está relacionado a outro. Pensando dessa forma, utilizar mapas conceituais para relacionar os conceitos físicos, é uma estratégia interessante. As Leis de Newton possuem conceitos fundamentais para o ensino da Física e promover a ancoragem dessas informações utilizando vídeos, imagens, linguagem, alinhou com a experiência dos alunos adquirida na vida, além de proporcionar uma boa impressão sob o modo de enxergar o ensino da Física. A intenção é fazer com que os alunos observem em situações cotidianas o conceito de força de modo geral e realizar uma análise crítica baseada no que adquiriu utilizando o AVA.

Este trabalho buscou alunos do primeiro ano do ensino médio regular de escola pública, e pelo resultado do diagnóstico inicial, uma parte dos alunos convidados a participar não possuem condições de ter um estudo utilizando tecnologias, grande parte deles estão localizados no interior do estado de Roraima a uma distância de oitenta quilômetros da capital.

Ao analisar a sequência didática proposta pode-se concluir que os conceitos prévios sobre força são evidentes e caracterizam-se como um passo importante para compreender as Leis de Newton e posteriormente a outros assuntos correlacionados.

Por meio dos resultados da avaliação verificou-se que o AVA proposto foi bem aceito como ferramenta de apoio ao ensino, tal fato indica que investir em estudos correlatos a esta proposta pode gerar pesquisas com

impactos positivos na área do ensino da Física. Contudo, deve-se destacar que, devido a pandemia COVID-19, a amostra de usuários que testaram o AVA foi pequena, portanto, mesmo os resultados da avaliação sendo positivos, eles não podem ser considerados conclusivos, nos permitido apenas inferir que o AVA proposto está norteado adequadamente para compor um sistema de apoio ao ensino.

Outro fator que deve ser ressaltado é que, também em decorrência da pandemia, o produto educacional (AVA + Sequência Didática) não foi testado em sua completude, pois a sequência didática não pode ser executada, uma vez que as aulas nas escolas estão suspensas. Esse fato é de grande importância pois este trabalho foi projetado para o cenário onde o AVA apoia o aluno no aprendizado das Leis de Newton, por meio de uma sequência de ações do docente baseadas também nesta pesquisa.

7. Referências

AUSUBEL, D. P. *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Nova Iorque: Springer Dordrecht, 2000. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7>

BEDNARIK, R. Layered; Gerdt, P.; Miraftabi, R.; Tukiainen, M. Development of the TUP model - evaluating educational software. In: *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 699-701), Joensuu. Anais [...]. Nova Iorque: IEE, 2004. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2004.1357627>

DANIELA F.; BAPTISTA, Luciana Ferreira. MAQSEI: Um estudo com aplicação em softwares para educação infantil disponíveis na web. *Revista Argumento*. n. 15, 2007.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos da Física: Mecânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2008.

KIEFER, Neci Iolanda Schwanz. Ensino da Física e aprendizagem significativa: roteiro para a elaboração de uma aula. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 17, n. 2, p. 1-23, 2014. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2014000100001>

LACERDA, A. L.; SILVA, T. Materiais e estratégias didáticas em ambiente virtual de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 96, p. 321-342, 2015. <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/337812844>

LÉVY, P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. Editora Cortez, São Paulo, v. 2, p. 78-79, 2013.

MAGALHÃES, Aline Miguelis Falcão. A utilização do ambiente Moodle como ferramenta de aprendizagem colaborativa no aprimoramento do ensino de Física. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2019.*

MORAIS, Paulo Henrique de. Entre Telas E Letras: A tecnologia da informação e comunicação como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. *Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, RN, julho de 2019.*

NARDIN, A. C.; FRUET, F. S. O.; BASTOS, F. P. Potencialidades tecnológicas e educacionais em ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre. *Revista Renote*. v. 7, n. 3, p. 1-10, 2009. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.13582>

NIQUINI, Débora P. *O grupo cooperativo: uma metodologia de ensino*. Brasília: Universal, 1997.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*. v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010. <http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.5i1.009029>

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano, 1984.

SILVA, J. C. de; NONENMACHER, S. E. B. O ensino das leis de Newton a partir das concepções prévias dos alunos e de mapas conceituais. *Ensino Em Revista*, v. 25, n. 2, p. 431-451, 2018.



Capítulo 08

Tecnologia assistiva no auxílio à utilização da Internet por daltônicos

Caio de Jesus Gregoratto 
Acauan Cardoso Ribeiro 
Hercules Lopes dos Santos 
Universidade Federal de Roraima

caio.gregoratto@uerr.edu.br
{acauan.ribeiro, hercules.santos}@ufrr.br

1. Introdução

A quantidade de pessoas que utilizam a Internet no Brasil é de aproximadamente 94 milhões (IBGE, 2012). De acordo com a pesquisa Netcraft (2013), existem cerca de 631 milhões de páginas de Internet. Segundo Farina (2006), cerca de 10% da população mundial é portadora de Daltonismo, nome dado a toda a anomalia na visão que modifica a forma de assimilação de cores (ALVES, 2008). Essa doença atinge em grande parte a população masculina, tem origem genética diretamente ligada ao cromossomo X, que o homem herda da mãe, que pode ou não ser daltônica.

Diante dessa realidade, o *World Wide Web Consortium* (W3C) definiu um conjunto de normas, diretrizes, recomendações e notas de caráter técnico destinado a orientar fabricantes, desenvolvedores e projetistas para o uso de práticas que possibilitem a criação de páginas de Internet acessíveis a todos, independentemente dos dispositivos usados ou de suas necessidades, chamado de *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG).

O WCAG abrange diversas recomendações com a finalidade de tornar o conteúdo *Web* mais acessível. Apesar dessas recomendações, diversas páginas de Internet não são desenvolvidas conforme a todos os padrões definidos e nem todo o conteúdo colocado nas páginas são apropriados para daltônicos. Isso, portanto, pode fazer com que esses usuários não consigam usufruir dos recursos disponibilizados pela página.

Assim, o desenvolvimento de uma ferramenta que possibilite aos usuários daltônicos visualizar páginas de Internet com cores alteradas tende a reduzir ou eliminar restrições ao consumo do conteúdo dessas páginas e facilitar a navegabilidade, já que o conteúdo exibido poderá ser identificado sem dificuldades por este usuário daltônico. Este estudo consiste em um relato de caso de desenvolvimento de uma ferramenta para facilitar o uso da Internet por daltônicos.

Embora as tecnologias adotadas estejam desatualizadas, acreditamos ser importante divulgar os nossos achados e incentivar que novas tecnologias assistivas dessa natureza sejam criadas. Além de ajudarem a garantir o acesso à Internet para todas as pessoas, uma tecnologia desse tipo tem implicações para a educação. O motivo é que a Internet é fonte de conteúdos relevantes para alunos de todos os níveis de ensino, portanto, fonte de pesquisa e de estudo.

Nessa perspectiva, decidimos divulgar este estudo, conduzido em 2014, cujo objetivo foi desenvolver uma ferramenta para navegadores de Internet que altere as cores da página exibida, a fim de melhorar a visualização e o uso da Internet por usuários daltônicos.

A primeira seção trata da introdução, motivação e metas definidas para o desenvolvimento do trabalho. A segunda seção demonstra os fundamentos teóricos que orientam o trabalho. Já a terceira seção mostra a estrutura e os resultados obtidos em trabalhos correlatos a esta pesquisa. Na quarta seção se encontra o método proposto e a avaliação experimental. Na quinta seção são mostrados os procedimentos dos testes e resultados obtidos com uma breve discussão. A sexta seção trata das conclusões e apresenta sugestões de trabalhos futuros. Por fim, na sétima seção, estão presentes as referências utilizadas para embasamento da pesquisa.

2. Fundamentação teórica

2.1. Visão humana

De acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE), a luz visível é toda radiação eletromagnética perceptível pelo ser humano, isto é, que passa para o observador qualquer sensação de visão (CIE, 2013). Essa

radiação pode se propagar em diversos comprimentos de onda que levam outros nomes (raios X, sinais de rádio, micro-ondas), mas somente a radiação com comprimento de onda entre 380 e 740nm é visível (GRANDIS, 1986).

O olho humano gera as imagens com base na quantidade de luz que é captada. A luz recebida pelo olho humano atinge a retina após passar pela córnea, onde as informações da imagem começam a ser reunidas (ALVES, 2008). A retina é um tecido sensível à luz com sua superfície formada por células que, de acordo com a exposição aos raios de luz, geram estímulos que são levados ao cérebro, onde a imagem será interpretada. Para que a imagem seja gerada, é necessária a recepção das informações juntamente com a interpretação dessas informações pelo cérebro (ALVES, 2008).

Segundo a teoria de Young-Helmholtz, existe um conjunto de células na retina que, quando estimuladas pela luz, determinam a percepção das cores vermelho, verde e azul. A percepção da cor depende da relativa excitação destes conjuntos de células (ALVES, 2008). Esse modo de visão, chamado visão tricromática, identifica as cores primárias (vermelho, verde e azul) por meio das células em forma de cones e a intensidade de luz através dos bastonetes.

2.2. Daltonismo

Também chamada de cegueira para as cores, o daltonismo, cujo nome científico é discromatopsia, trata-se de toda anomalia na visão de cores (NEIVA, 2008). Leva o nome de daltonismo em homenagem ao químico inglês John Dalton, que elaborou a primeira descrição formal para descrever a anomalia, que ele mesmo era portador.

Raramente o daltônico tem consciência de ser portador da anomalia, que, em alguns casos, pode se manifestar na adolescência ou pode ser causada por reação a determinados remédios. Neste último caso, a anomalia pode ser temporária (ALVES, 2008).

Dentre os vários tipos de daltonismo, o mais comum é a deuteranomia, em que a dificuldade de visualização do verde é a principal limitação, com grau de incidência de aproximadamente 90% dos portadores (NEIVA, 2008). Entretanto, grande parte das teorias que descrevem estas

variações do daltonismo se baseia na teoria de Young-Helmholtz e dizem afetar diretamente o funcionamento das células em forma de cones presentes na retina, que causa alterações na percepção das cores primárias (vermelho, verde e azul). De acordo com Alves (2008), os tipos de daltonismo variam da seguinte forma:

- ✓ Acromatas: a forma mais rara de daltonismo. Não identifica qualquer tom de cor, mas apenas variações de tons de cinza. O reconhecimento das cores pelas células em forma de cones é nulo.
- ✓ Dicromatas: a percepção das cores é feita com supressão da identificação de uma faixa específica de cor, onde são mantidas outras duas faixas de cores. Os dicromatas são classificados como:
 - Protanopia: incapaz de identificar tons de vermelho, o protânopo reconhece apenas as faixas azul e verde. Os tons de cor entre essas faixas e o vermelho são identificados como tons de cinza;
 - Deuteranopia: não identifica tons de cor verde, a visão é baseada nas cores azul e vermelho. Tons que se aproximam da cor verde são vistas como tons de cinza;
 - Tritanopia: afeta a distinção de tons azuis. A visão do tritânopo é baseada apenas nos tons de vermelho e verde. As cores que se aproximam dos tons de azul são confundidas, pois são vistas como tons de cinza;
 - Tetanopia: um dos casos mais raros de daltonismo que consiste em alterações distintas da percepção das cores em diferentes áreas da visão, apenas tons de cinza são vistos de forma uniforme em todos os setores da visão.
- ✓ Tricromatas: trata-se da alteração da percepção de certos tons de cor que, de acordo com o tipo de mutação, aproxima a faixa de cor alterada de outras cores que não estão em faixas de cor próximas umas das outras. Tricromatas podem ser classificados como:
 - Protanomalia: afeta a percepção de tons vermelhos de cor. O vermelho intenso é levado para perto da cor preta, tons mais claros de vermelho ficam apenas escurecidos. Cores escuras em tons de verde e azul podem ser confundidas com vermelho escuro, cinza ou preta;

- Deuteranomalia: responsável pela mudança na identificação de tons de cor verde. Esta anomalia aproxima a cor verde de tons de cor amarela ou laranja. É o tipo mais comum de daltonismo e afeta mais de 30% dos casos de daltonismo;
- Tritanomalia: a pessoa tritanômala identifica de forma alterada tons de cor azul. Afeta igualmente homens e mulheres por ter origem genética ligada ao cromossomo 7, e não ao cromossomo X, como ocorre nos demais tipos de Daltonismo (INFORMATOR MEDYCZNY, 2013).

2.3. Tecnologia assistiva

As tecnologias assistivas são ferramentas que auxiliam pessoas, com algum tipo de deficiência, a realizar tarefas que, devido às limitações que possuem, não poderiam desenvolver de forma autônoma, ou em sua plenitude. O Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) instituído pela Portaria n. 142/2006 propõe o seguinte conceito para a tecnologia assistiva: "Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (ATA VII - CAT - CORDE - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República).

Na informática, a tecnologia assistiva tem se desenvolvido de forma ampla com a criação de *softwares* e *hardwares* que auxiliam as pessoas no uso dos computadores e da Internet. Medidas como a criação de orientações técnicas sobre como desenvolver sites com soluções de acessibilidade, como o *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), fornecido pelo *Web Accessibility Initiative* (WAI), do *World Wide Web Consortium* (W3C), colaboram para o aumento da quantidade de sites que dispõem de recursos para auxílio a pessoas com deficiência. Essas diretrizes não garantem a acessibilidade dos sites, pois são orientações e requisitos que devem ser cumpridos (BRASIL, 2011), e nem sempre são realizadas pelos desenvolvedores de sites da *web*.

2.3.1. Tecnologia assistiva para deficiente visual

Segundo Turra et al. (2002), o termo deficiência visual refere-se a uma situação irreversível de diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou hereditárias, mesmo após o tratamento clínico e/ou cirúrgico e uso de óculos convencionais. Conforme se lê em Berschi (2008, p. 1),

[...] o objetivo maior da Tecnologia Assistiva (TA) é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho.

Algumas tecnologias assistivas, como é o caso da interface especializada para Deficientes Visuais, o DOSVOX, do ampliador de imagens LENTEPRO, do BRAILLE FÁCIL, que permite facilidades e rapidez na impressão em Braille, do *software* para deficientes motores, o MOTRIX, foram criadas pelo Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, com o objetivo de auxiliar na acessibilidade de pessoas com deficiência visual para o uso de ambientes digitais, tais como editores de texto e páginas de Internet (DOSVOX, 2024).

No caso da Internet, sabemos que acessibilidade na *web* significa que cidadãos com qualquer deficiência (visual, auditiva, física, fala, cognitiva e neurológica) possam utilizar, entender, contribuir, interagir e navegar na Internet sem qualquer empecilho (SHAWN, 2005). As finalidades que uma pessoa com deficiência visual tem ao navegar pelos sites são semelhantes à de uma pessoa sem essa deficiência: se atualizar com as últimas notícias, se entreter com jogos, realizar operações bancárias, fazer compras etc. A acessibilidade é um dos fatores que compõem a qualidade de um site, por isso a preocupação de diversas instituições e governos em relação a este assunto (LIMA et al., 2007).

No Brasil, a publicação do Decreto n. 5.296/2004, estabelece as categorias de deficiências. Sobre aos deficientes visuais, o Art. 5º, § 1º, Inciso I, Alínea c, considera que: “Deficiência visual: cegueira; baixa visão, ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores;” e estabelece, no Art. 47º, que: “No prazo de até doze meses a contar da data de publicação deste Decreto, será obrigatória a acessibilidade nos portais e sítios

eletrônicos da administração pública na rede mundial de computadores (Internet), para o uso das pessoas portadoras de deficiência visual, garantindo-lhes o pleno acesso às informações disponíveis” (BRASIL, 2004). No entanto, o daltonismo não foi classificado como deficiência visual na legislação brasileira por não ser reconhecido como patologia de “baixa visão” ou de cegueira.

2.3.2. Navegadores de Internet

Navegadores de Internet são programas de computador desenvolvidos para possibilitar as pessoas o acesso a conteúdo disponível na Internet, sem se preocupar com a conversão de arquivos e formatos; comunicar-se com outros usuários; receber e enviar mensagens além de interpretar gráficos e hipertextos. Tim Berners-Lee, juntamente com Robert Cailliau, criou o primeiro programa editor/navegador para rede/internet com suporte a hipertexto, lançado em 1991. Após isso, com o crescimento dos conteúdos disponíveis em rede, as funcionalidades dos navegadores se aprimoraram de modo a possibilitar a maior interação e facilitar o uso e a troca de informações.

Dentre os recursos disponíveis nos navegadores de Internet está a interpretação de hipertextos e a execução de *plug-ins*, que possibilitam uma diversidade de funcionalidades, como a execução de vídeos, imagens, arquivos de áudio, de texto e até correio eletrônico. De acordo com pesquisa realizada em 2012, pela *StatCounter Global Stats*, os navegadores mais usados no Mundo são Internet Explorer, Google Chrome, Firefox e Safari.

O navegador Google Chrome, desenvolvido pelo Google, é um navegador Chrome, nome dado a todos os navegadores baseados no Chromium, projeto código aberto de um navegador de Internet multiplataforma, que possibilita que usuários do navegador criem suas próprias versões modificadas do navegador e desenvolvam *plug-ins* e extensões para melhorar a experiência do usuário.

É disponibilizada uma API de código aberto em que há suporte para a criação de ferramentas. Essas características do projeto Chromium foram fatores de grande importância na escolha do navegador para a qual a ferramenta seria desenvolvida.

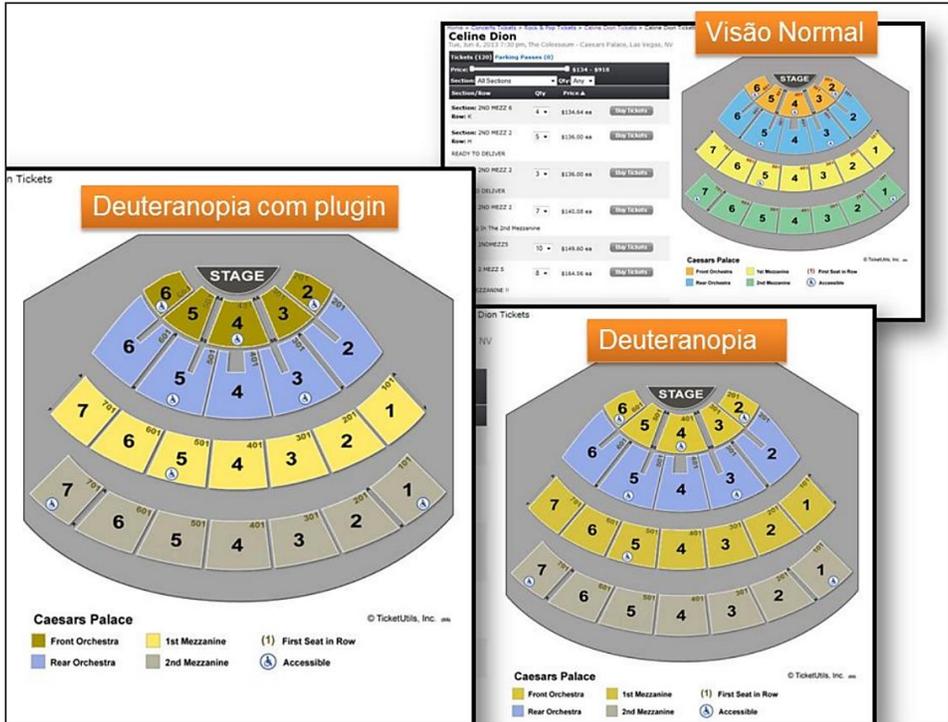


Figura 1. Resultado da mudança de cores.

Neste estudo, desenvolvemos uma extensão para Google Chrome que poderá ser executada em outros navegadores baseados no Chromium. Ela irá realizar alterações nas cores exibidas para reduzir a perda ou fazer com que não sejam perdidas informações, como na Figura 1, em que o deuterânopo irá ver sem a extensão, as cores laranja e amarelo na mesma tonalidade. Já com a aplicação da extensão, é possível perceber a distinção entre as cores laranja e amarelo.

2.3.3. Tecnologias utilizadas

Ao desenvolver uma ferramenta com o intuito de modificar o funcionamento do navegador de Internet, é necessário saber de que forma essa ferramenta irá agir e em que tipo de complemento se enquadra: uma extensão ou um *plug-in*.

Uma extensão é um conjunto de *scripts* e arquivos de configuração que adicionam novas funcionalidades para a aplicação principal, como botões com novas funções ou características novas. *Plug-ins* são bibliotecas compartilhadas que os usuários podem instalar para adicionar recursos que aplicativos *web* não podem executar, além de possibilitar que o navegador tenha suporte a elementos que nativamente não eram reconhecidos, como a exibição de arquivos PDF diretamente no navegador (GOOGLE, 2024). A ferramenta desenvolvida neste projeto é, então, uma extensão que irá acessar os recursos nativos do navegador para realizar adaptação das cores de uma página *web*. No estudo, foram utilizadas três tecnologias específicas para o desenvolvimento da extensão: DOM (*Document Object Model*), WebKit e JavaScript.

DOM é utilizado para analisar elementos da página de Internet. É necessário observar que, ao recebê-la, o navegador analisa o documento HTML e cria uma Árvore DOM. A estrutura é chamada de árvore por conter uma série de elementos chamados nós, um nó chamado de raiz relacionado a uma série de outros nós, os ramos, que podem conter seus próprios ramos e assim sucessivamente (MICROSOFT, 2013).

Elementos são adicionados à árvore DOM como resultado da análise feita pelo navegador ao identificar cada tipo de marcação HTML, pois é necessário um conjunto de informações para que a página de internet seja sintetizada no navegador (W3C, 2024). Elementos gerados por JavaScript, marcações de mídia HTML 5 e *plug-ins* (Java, Flash etc.) também são estruturados na árvore DOM.

Devido ao número de verificações e a complexidade do processo de análise do código HTML para a criação da página exibida, os navegadores fazem uso de Motores de Síntese de Conteúdo de Internet, como Trident, Gecko, Web Kit e Presto. Os navegadores Baseados no projeto Chromium utilizam o motor WebKit, que, assim como os demais motores, aceita comandos específicos para síntese que não são reconhecidos em outros motores (GOOGLE CHROME BROWSER, 2013).

O WebKit é um projeto desenvolvido pela Apple no ano de 1998 para o seu navegador Safari e consiste em um Motor de Síntese para Conteúdo da Internet. Os navegadores baseados no projeto Chromium utilizam como Motor de Síntese o WebKit que em 2005 passou a ser código aberto, o que

possibilitou a participação da comunidade e o uso deste em outros projetos, desde que respeitem as licenças BSD e GNU LGPL (MOSKOVICH et al., 2010).

O Webkit também é um conjunto de outros projetos: JavaScriptCore, responsável pela Máquina Virtual JavaScript e o WebCore que, entre outras tarefas analisa, os códigos em HTML, CSS e a Árvore DOM (BARTH, 2012). Assim que o JavaScriptCore processa os *scripts*, o Analisador HTML do WebCore utiliza o retorno gerado pelo JavaScriptCore como complemento para a montagem da Árvore DOM. O WebCore com o CSS e a Árvore DOM prontas, pode prosseguir com a criação dos elementos gráficos.

Após o carregamento do arquivo HTML, marcações presentes no documento são representadas na Árvore DOM que, por sua vez, é lida pelo JavaScriptCore e tem seus elementos manipulados de acordo com *scripts* JavaScript. Com isso, a árvore DOM pode mudar várias vezes durante o carregamento da página e mesmo depois da página ter sido gerada para o usuário, pois os *scripts* continuam em execução durante o uso do navegador à espera, por exemplo, de um clique do mouse ou ação do teclado. Para que as mudanças sejam vistas pelo usuário, após cada alteração na Árvore DOM, o WebKit gera novamente a Árvore de Síntese e redesenha os Elementos Gráficos no navegador. Assim, podemos mudar partes ou mesmo toda a página de Internet sem que ela seja carregada novamente a partir do servidor.

O JavaScript, por sua vez, se trata de uma linguagem de programação dinâmica, interpretada, baseada em protótipos e possui tipagem fraca. É fundamentada no padrão ECMAScript – ECMA-262 pela European Computer Manufacturers Association (ECMA), uma associação de indústrias fundada em 1961, dedicada à padronização de sistemas de informação e comunicação (KOCH, 2007). A linguagem foi criada por Brendan Eich da Netscape e é usada em muitos ambientes diferentes, entre eles as páginas de Internet, *plug-ins* para IDEs e arquivos PDF (PADOLSEY, 2009). Para a interação do JavaScriptCore com páginas de Internet, cada marcação encontrada nos arquivos HTML tem sua classe correspondente em JavaScript (DEMO 2024; KROOK 2013) e, de acordo com o tipo de marcação, são atribuídos a essa classe atributos e métodos específicos.

Segundo Kantor (2011), modificar a Árvore DOM é a chave para fazer páginas dinâmicas, ao construir novos elementos na página e preenchê-los

durante a sua execução. Para isso é necessário acessar estes elementos através da interface Document, representação de todo o documento HTML e raiz da Árvore DOM do documento e provê acesso a todos os elementos contidos nele. Com o JavaScript pode-se acessar, por exemplo, o primeiro elemento div de uma página de internet carregada, para tanto utilizamos a interface Document e seu método. Para que novos elementos sejam adicionados à página deve-se chamar pelo nó que será seu “pai”. Caso queira adicionar um elemento à marcação body de uma página, por exemplo, você deve chamar o método appendChild desse nó, a partir da interface Document. Os demais tipos de nós também dispõem dos métodos para manipulação da estrutura da Árvore DOM.

3. Trabalhos relacionados

São avaliados nesta seção estudos que nos permitiram identificar lacunas na literatura, a partir das quais propusemos o objetivo deste estudo. Maia e Spinillo (2012), por exemplo, avaliaram a atuação de *designers* no uso adequado da cor e levaram em consideração necessidades de pessoas com daltonismo. Sonza (2004), por sua vez, chama a atenção para alguns sistemas de acessibilidade para deficientes visuais aos ambientes digitais utilizados atualmente no Brasil, suas principais características e modo de funcionamento. Esses estudos mostram a relevância de investigações que verifiquem se boas práticas de inclusão têm sido adotadas e quais são as boas práticas nesse sentido.

Oliveira e Silva (2011) destacam uma série de componentes de acessibilidade que podem ser inseridos em qualquer sistema *web*, seja pelo cumprimento das leis de inclusão, das diretrizes que regulam a produção desses sistemas ou mesmo pelo reconhecimento do público portador de qualquer limitação física, permanente ou temporária, como potenciais consumidores. Páginas de Internet semanticamente adequadas podem ser bem interpretadas pelos diferentes dispositivos de saída (monitor, leitores de tela, sintetizadores de voz, *displays* em Braille) e por diferentes mídias (impressão, dispositivos móveis entre outros). Recursos de acessibilidade como resoluções diferentes, tamanho da fonte ou mesmo um menu de acessibilidade, podem ser inseridos nos sites para que, através da tela do navegador o usuário possa adaptar a página à sua necessidade. Na produção

de ferramentas assistivas, um projeto universal visa criar produtos que são acessíveis a todas as pessoas, independente de suas características pessoais, sua idade ou habilidades.

Numa perspectiva mais aplicada, Anagnostopoulos (2007) apresentou uma proposta de uso de inteligência artificial para identificar a melhor aproximação possível de uma simulação da visão do daltônico. Através de algoritmos que trabalham com a criação de máscaras de imagens para alteração das cores, foi possível identificar os padrões da mudança de cores em relação à visão de protâopes, daltônicos com deficiência na percepção do vermelho.

Assim, foi possível a criação de um conjunto valores, chamados de matriz de erro, que, ao identificar quais cores foram mais reduzidas, ou seja, quais cores não são percebidas pelos daltônicos, foi possível criar um algoritmo para tratar as imagens de forma que, quando vistas por daltônicos protâopes, informações que podiam ser identificadas com dificuldades ou sequer eram identificadas, pudessem então ser percebidas. O algoritmo desenvolvido se mostrou efetivo na mudança das cores e possibilita que daltônicos reduzam a perda de informações ao visualizar imagens. Além disso, foram descritas as vantagens na utilização de inteligência artificial para seleção dos valores utilizados como parâmetros do algoritmo. O pesquisador aponta, ainda, a necessidade de se desenvolver um método que possa ser aplicado a conteúdo de vídeo, por exemplo, uma vez que as técnicas aplicadas em seu trabalho apresentam um alto consumo de recursos de máquina, o que pode inviabilizar a aplicação do algoritmo em vídeos.

Em síntese, apesar da existência de vários recursos tecnológicos que possibilitem aos deficientes visuais o uso do computador, pessoas com daltonismo encontram vários obstáculos ao utilizar a Internet, pois a maioria dessas ferramentas não garante igualdade de acesso nesse caso. Além disso, é sabido que existem páginas de Internet que não são adequadas aos padrões recomendados pelos órgãos que normatizam a criação de conteúdo na Internet.

No Brasil, o CGI regulamenta e normatiza o desenvolvimento de páginas de Internet com acessibilidade, em especial para serem seguidos por desenvolvedores de sites do Governo brasileiro, a fim de cumprir a legislação que assegura a acessibilidade e o acesso à informação. Nessa perspectiva,

desenvolvemos neste estudo uma ferramenta que auxilia usuários daltônicos de Internet a superar as dificuldades de distinguir as cores ao acessar páginas *web* na qual o design não é adequado para essa população.

4. Método

4.1. Solução computacional

Após o levantamento dos padrões para criação de extensões, conforme descreve Google (2024), e com a leitura do funcionamento e recursos disponíveis no navegador de Internet, foram identificados requisitos baseados nas características apresentadas pelo protótipo. Os requisitos funcionais são: Alterar as cores dos tipos de elementos necessários exibidos pelo navegador; possibilitar que a mudança das cores seja ativada/desativada sem a necessidade de novo carregamento da página; permitir o uso da ferramenta em várias páginas (janelas e abas) ao mesmo tempo; automatizar a instalação. Os requisitos não funcionais são: Realizar a mudança das cores sem prejudicar a estabilidade ou o desempenho do navegador; alterar as cores em aplicações Java e elementos em Flash; adicionar botão de opções no menu superior; ativar recursos sem reiniciar o navegador.

Com base nesses requisitos, elaboramos dois diagramas de casos de uso, um na perspectiva do navegador (Figura 2A) e outro relativo à extensão (Figura 2B). Na sequência, criamos um diagrama de atividade para a ferramenta, que deixa explícito o seu funcionamento (Figura 3).

Os estados exibidos no diagrama da Figura 3 podem ser divididos em dois grupos, os que são definidos pelo comportamento nativo do navegador, estados “Aplica filtro”, e “Libera página para ser exibida”, que são executados automaticamente pelo navegador desde que a página e o filtro estejam prontos. Os demais estados são definidos pelo comportamento da ferramenta, onde são executadas as ações necessárias para que a extensão atenda seu propósito, como “Adiciona arquivo de filtro à página”.

Destacamos que a arquitetura da ferramenta desenvolvida é semelhante à de uma página de Internet, uma vez que, segundo Google (2024), extensões desenvolvidas para navegadores Chromium são

essencialmente páginas da *web*, e podem usar todas as APIs que o navegador fornece a elas, tais como XMLHttpRequest, JSON e HTML5. As extensões podem interagir com páginas da *web* ou servidores por meio de *scripts* e podem interagir programaticamente com recursos do navegador como lista de favoritos e abas.

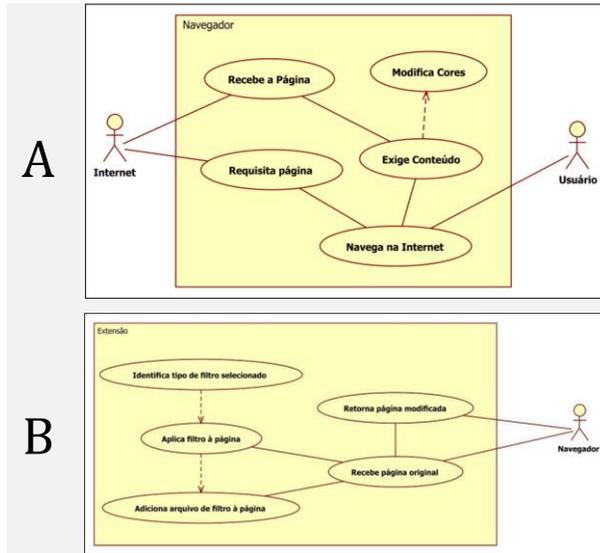


Figura 2. Diagrama de caso de uso do navegador (A) e da extensão (B).

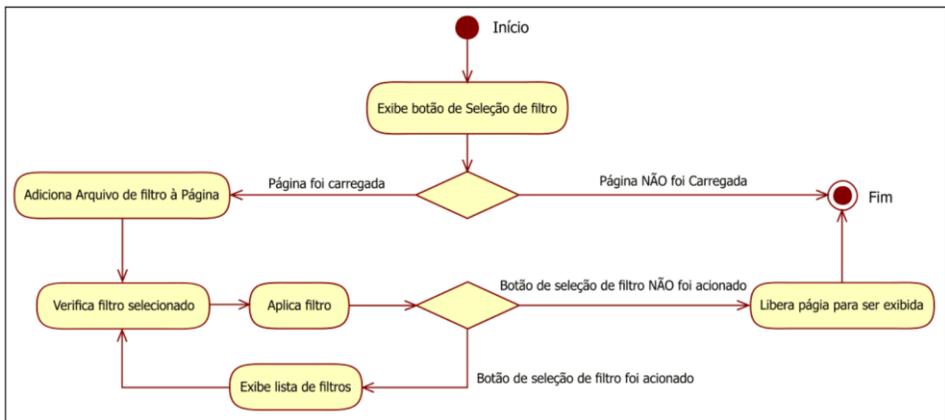


Figura 3. Diagrama de atividade para a extensão.

As extensões para navegadores com base Chromium não têm um padrão definido para a estrutura interna no uso de arquivos HTML, CSS, JavaScript, imagens etc. No entanto, a estrutura geral de todas as extensões devem conter um arquivo de configuração chamado `manifest.json`. Esse arquivo de configuração reúne informações referentes à extensão, tais como nome, versão, permissões de acesso e arquivos mais importantes.

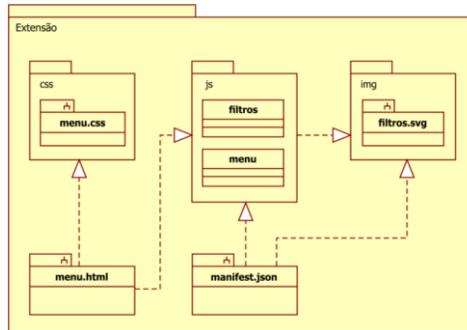


Figura 4. Diagrama de pacotes para a estrutura da extensão.

Ao reunir todos os arquivos necessários para o funcionamento da extensão, como páginas HTML, imagens, scripts etc., e após criado um diretório para cada tipo de arquivo, temos a estrutura ilustrada na Figura 4, juntamente com o arquivo `manifest.json`. Como não é definido um padrão para a organização interna da extensão, esses arquivos são organizados conforme critérios do programador.

Assim que a estrutura da extensão está definida, a extensão pode ser desenvolvida e usada em modo de desenvolvedor. O navegador pode ser configurado para carregar os arquivos diretamente no diretório onde se encontra o arquivo de configuração `manifest.json`, o que permite que esses arquivos sejam alterados e testados, sem que o navegador precise ser fechado ou configurado novamente. Mesmo em modo desenvolvedor, a extensão já apresenta a forma como ela irá interagir com o navegador, o que possibilita identificar sua arquitetura (ver Figura 5).

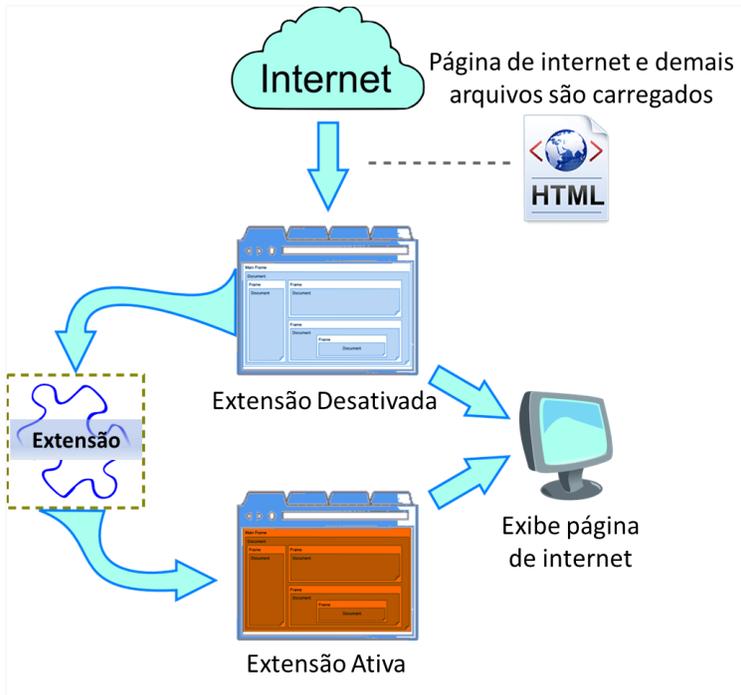


Figura 5. Arquitetura da Extensão no Navegador de Internet.

Em síntese, com o intuito de viabilizar a visualização e o uso da Internet por usuários daltônicos, foi desenvolvida uma extensão para navegadores de Internet que altera as cores da página exibida, para permitir, assim, a identificação ou a diferenciação de cores que antes o usuário daltônico não conseguia, ou tinha dificuldade. Esta extensão foi desenvolvida para navegadores Chrome, assim como o navegador Google Chrome e fornece uma documentação para o desenvolvimento de extensões e aplicativos de código aberto para os desenvolvedores.

A extensão desenvolvida para este trabalho recebeu o nome de Daltonizar, que é o tratamento dado a uma imagem para que esta seja adaptada à percepção do daltônico com o intuito de reduzir ou eliminar perda de informação que possa ocorrer (DALTONIZE, 2024). Assim, devido ao número significativo de pessoas daltônicas que apresentam alguma alteração na percepção da cor vermelha, a extensão Daltonizar foi desenvolvida com o

filtro de mudanças de cores apenas para os daltônicos do tipo Dicromata Protânopo, que não identificam o espectro vermelho.

Essa extensão altera as cores da página de Internet exibida apenas para daltônicos que não percebem cores do espectro vermelho. Com isso, para que as cores sejam alteradas, foi desenvolvido um filtro que utiliza um dos recursos do próprio WebKit, o que garante que as mudanças aplicadas pela extensão sejam compatíveis com o navegador.

O recurso utilizado foi a função *webkit-filter*, que possibilita que um determinado filtro seja aplicado a um elemento ou a um conjunto de elementos que estejam contidos em um nó da estrutura da página. O *webkit-filter* foi adicionado ao WebKit em abril de 2012, mas suas funcionalidades foram implementadas aos poucos, conforme novas atualizações do WebKit eram apresentadas. Até esse momento, o *webkit-filter* consistia de um conjunto de efeitos pré-definidos, tais como saturação, sépia, opacidade, brilho, contraste etc.

Em setembro de 2013 foi, então, adicionado um novo recurso à função *webkit-filter* (WEBKIT, 2013), que se baseava em um recurso mais antigo do WebKit, o suporte a imagens no formato SVG (*Scalable Vector Graphics*). O SVG é uma linguagem modular para descrever em XML gráficos vetoriais bidimensionais e um híbrido de gráfico vetorial com gráfico de varredura (W3C, 2024). Entre os vários recursos do SVG está a grande quantidade de filtros suportados e que estariam disponíveis para serem utilizados junto a páginas de Internet. O filtro utilizado na extensão Daltonizar é o *feColorMatrix*, que aplica a cada pixel da imagem de entrada uma matriz de transformação que altera os valores RGB referentes à cor do pixel. O filtro altera também o alfa de cada pixel, que define sua transparência (WEBPLATFORM, 2013). No entanto, esse valor não foi alterado nessa extensão.

Como a extensão busca alterar as cores da imagem, os valores para o alfa, o nível de transparência do pixel, não serão alterados, por este motivo a matriz contém 1 e zeros na última linha e na quarta coluna. Os valores para a_{00} , a_{01} , a_{02} , a_{10} , a_{11} , a_{12} , a_{20} , a_{21} e a_{22} na matriz formam uma matriz de dimensão 3 e irá definir, na extensão, como irá ocorrer a daltonização da imagem para Protânopos (vermelho). Estes valores foram definidos a partir da aplicação dos algoritmos apresentados por Anagnostopoulos et al. (2007)

em uma imagem de referência com as cores primárias, secundárias e terciárias (Figura 6), definidas por Grandis (1986).

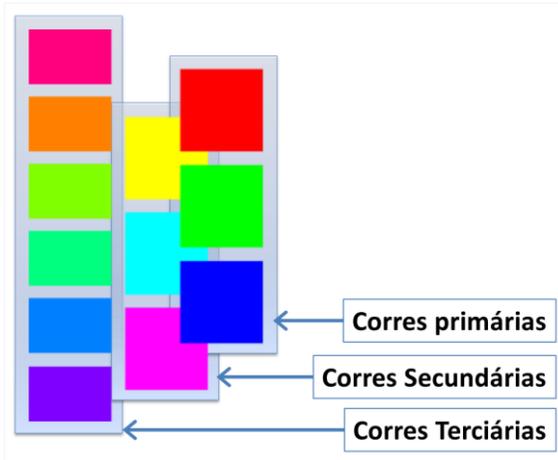


Figura 6. Imagem de referência com descrição dos grupos de cores. Adaptado de Shears (2024).

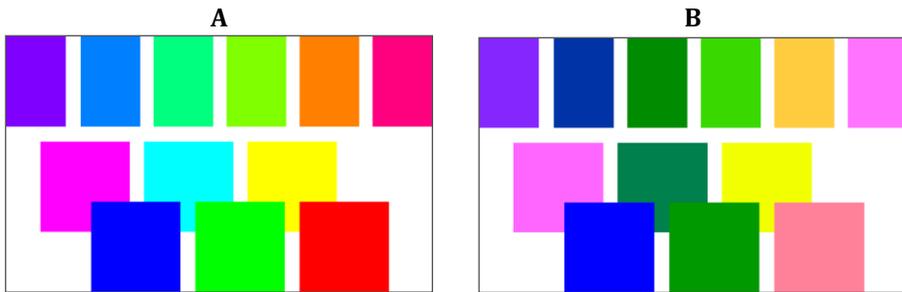


Figura 7. Imagem criada para controle (A) e Imagem daltonizada (B).

Cores Primárias	Valor das cores	
	Original	Daltonizada
Vermelho	FF0000	FF8099
Verde	00FF00	009900
Azul	0000FF	0000FF
Cores Secundárias		
Magenta	FF00FF	FF66FF
Ciano	00FFFF	00804D
Amarelo	FFFF00	F2FF00

Cores Terciárias	Valor das cores	
	Original	Daltonizada
Roxo	7F00FF	8526FF
Azul claro	007FFF	0033A6
Verde água	00FF7F	008C00
Verde claro	7FFF00	39D900
Laranja	FF7F00	FFCC40
Rosa	FF007F	FF73FF

Figura 8. Hexadecimal das cores originais (Fig. 7A) e cores daltonizadas (Fig. 7B).

A Figura 7A foi desenvolvida em SVG, com valores definidos por W3C (2024), para gerar as cores apresentadas na Figura 6. Para daltonizar a Figura 7A, foi aplicado o algoritmo de Anagnostopoulos et al. (2007), que gerou como saída a imagem exibida na Figura 7B. A Figura 7B foi, então, convertida para SVG através do programa Inkscape, editor de imagens que possibilita editar e criar imagens do tipo SVG, tanto através das ferramentas dispostas na interface como a partir do código em XML. A imagem em formato SVG, gerada a partir da Figura 7B, contém em seu código XML os valores referentes às cores que resultaram da transformação pelo algoritmo de Anagnostopoulos et al., (2007), conforme Figura 8.

Esses valores foram convertidos para base decimal e, então, foi realizado o processo descrito por Callioli (2010), para determinar a matriz de transformação, em que foram utilizados os valores das cores, vermelho, verde e azul, que são base para o espaço de cores RGB, a fim de determinar a matriz da Figura 9. Essa matriz de daltonização (Figura 9) foi utilizada para transformar as cores da Figura 7A. Como resultado, as cores obtidas são visualmente as mesmas apresentadas na (Figura 7B). Em posse desses valores foi, então, criado um arquivo em SVG que leva o filtro *feColorMatrix* com a matriz de transformação mostrada na Figura 10. Esse arquivo é, então, acessado pela função *webkit-filter*, que irá aplicar a mudança de cores aos elementos da página de internet de acordo com os valores definidos pela matriz (Figura 10).

1	0	0
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	0
$\frac{3}{5}$	0	1

Figura 9. Matriz de daltonização.

Assim que uma página é carregada ela passa a ter uma representação sua como uma estrutura de nós que formam uma árvore. Todos os elementos exibidos na página fazem parte da sub árvore dentro do nó Document que, como dito anteriormente, é uma interface utilizada pelo JavaScript para acessar os recursos da página. Desta forma, como esses elementos são organizados em uma hierarquia, a árvore DOM, todas as instâncias (nós da árvore) herdam as propriedades definidas em cada nível de sua cadeia de

protótipos (MICROSOTF, 2013). A aplicação de um filtro que altere as cores da página de Internet, exibida para melhorar a visualização por usuários daltônicos, poderia ser feita junto à raiz da árvore DOM, o que faria com que os elementos filhos, isto é, todos os elementos visíveis, fossem afetados pelo filtro.

Para o carregamento deste filtro, foi utilizado XMLHttpRequest, uma API que fornece a funcionalidade de *scripts* de Cliente para transferir dados entre um Cliente e um Servidor. Essa API permite, através do método *open*, a chamada do método *get* do HTTP, que é responsável por recolher qualquer informação (sob a forma de uma nova entidade), para que novos recursos sejam inseridos na página, sem que ela precise ser carregada novamente a partir do servidor (W3C, 2024). O XMLHttpRequest, além de métodos, possui ouvintes de eventos (Event Listeners), que identificam quando uma determinada ação é executada ou estado é alcançado. O evento load foi utilizado para identificar quando uma página é carregada e aplicar neste momento o filtro selecionado. Assim, sempre que uma página for carregada, o filtro será aplicado, desde que a extensão esteja ativa no navegador.

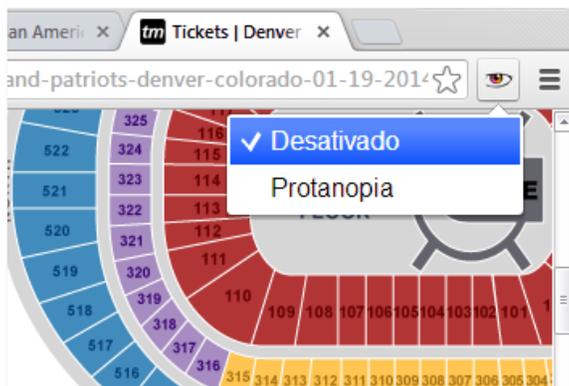


Figura 10. Botão da extensão Daltonizar com menu de contexto.

O uso da ferramenta é controlado por um botão adicionado à barra superior do navegador, assim que a extensão é instalada. Esse botão é adicionado de acordo com as configurações do manifest.json, que define qual imagem será exibida no botão e qual comando é executado ao clicá-lo. Como função para o clique do botão, foi definido o conteúdo do arquivo menu.html,

uma página que contém apenas dois botões (Figura 10): “Desativado”, que aplica o filtro que mantém as cores originais e “Protanopia” que ativa o filtro para os daltônicos do tipo Protânopo (vermelho).

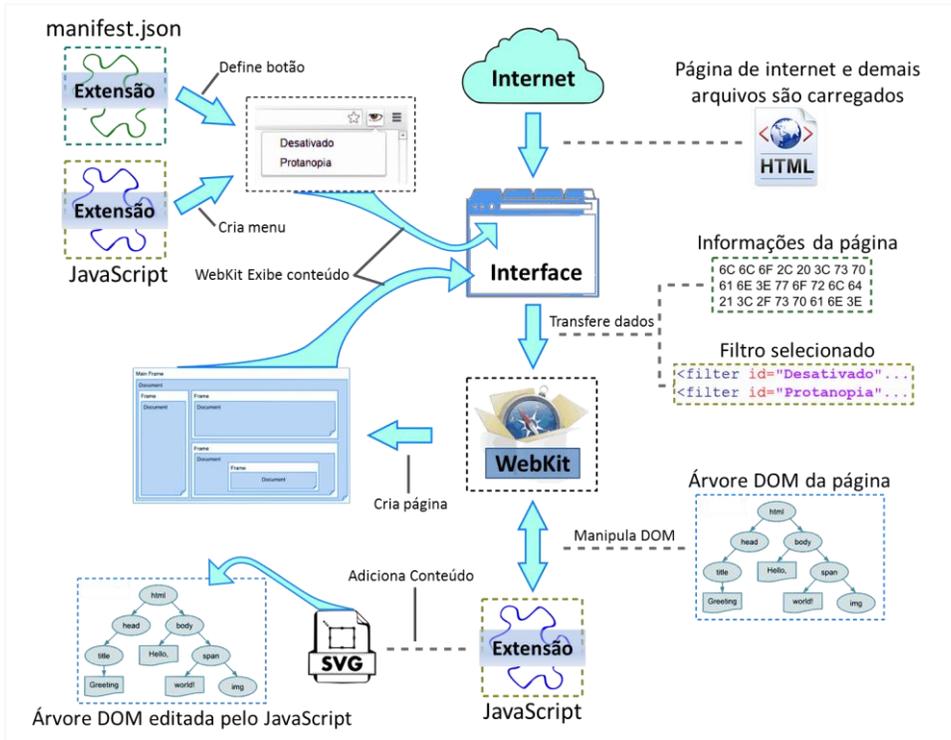


Figura 11. Arquitetura da Extensão desenvolvida e sua interação com o navegador.

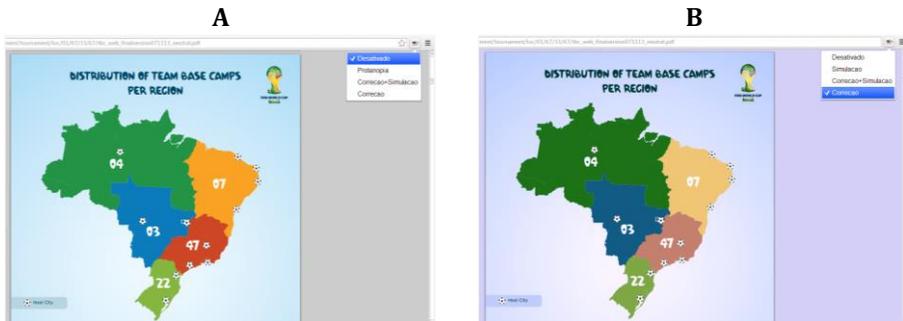


Figura 12. Conteúdo no navegador sem mudança de cores (A) e daltonizada (B).

A escolha do filtro é feita ao clicar na opção desejada e a mudança de cores é instantânea. Como os filtros “Desativado” e “Protanopia” estão dentro do mesmo arquivo SVG, cada filtro recebeu um nome de identificador diferente no arquivo. Assim, foi atribuído a cada botão no menu de contexto (Figura 10) a ação de selecionar o identificador correspondente ao item que ele representa no arquivo de filtros. Dessa forma, foi possível definir a arquitetura geral da extensão e como será sua interação com o Navegador (Figura 11). Por fim, a Figura 12A exhibe uma imagem com as cores originais e a Figura 12B mostra essa imagem daltonizada.

4.2. Avaliação experimental

Para o teste da extensão, foram utilizadas duas matrizes como filtro de cores, uma delas para simular a visão do daltônico, sem a aplicação da extensão Daltonizar, e a outra para simular a visão do daltônico com a extensão Daltonizar em páginas de Internet. O primeiro teste realizado foi relativo à instalação e ativação dos filtros. Na sequência, foi conduzido um experimento de simulação. Para tanto, foi adotada a matriz de simulação apresentada por Machado (2009, 2024) (Figura 13), aqui chamada de Matriz S, para simular a visão do Protânopo.

A Matriz D (Figura 14), por sua vez, foi obtida com base na aplicação composta de duas transformações segundo descreve Callioli (2010). Ela é utilizada para simular a visão do daltônico ao usar a extensão Daltonizar e foi gerada a partir da multiplicação da matriz obtida na criação do filtro de cores (Figura 9) com a matriz da Figura 13.

0.152286	1.052583	-0.204868
0.114503	0.786281	0.099216
-0.003882	-0.048116	1.051998

Figura 13. Matriz S para simulação da visão do Protânopo. Fonte: Machado (2009).

0.152	1.053	-0.205
0.145	0.998	-0.043
0.087	0.584	0.929

Figura 14. Matriz D – Daltonizar.

Foram, então, realizados testes com simulador ao utilizar a Matriz S em mais de 75 (setenta e cinco) páginas de Internet com o intuito de identificar páginas nas quais ocorre alguma perda de informação por usuários de Internet daltônicos. Foram considerados casos de perda de informação, quando é dificultada ou impossibilitada a leitura de algum texto e casos em que a identificação de elementos na página é feita exclusivamente através de cores (botões, figuras, setas ou *links*).

5. Resultados e Discussão

Ao instalar e ativar os filtros da extensão Daltonizar, verificou-se que todos os elementos presentes nas páginas de Internet são afetados pelos filtros. Dentre eles, pode-se citar elementos HTML 5, filmes e animações em Flash e aplicações em Java. No entanto, nenhuma das páginas que apresentou perda de informação ao aplicar a simulação da visão do daltônico continha aplicações em Java. A Figura 15 mostra a ocorrência de elementos em Flash e HTML 5 nas páginas de Internet que apresentaram perda de informação.

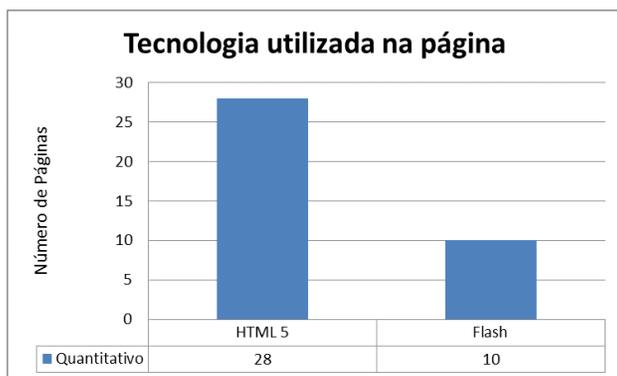


Figura 15. Tecnologia utilizada nas páginas que tiveram perda de informação.

Para verificar a compatibilidade da extensão Daltonizar com outros navegadores Chrome, ela foi utilizada nos navegadores COMODO Dragon, SRWare Iron e Baidu Spark. Os navegadores não apresentaram instabilidade ou alteração em seu funcionamento ou mesmo no funcionamento da extensão. Durante a execução de elementos de mídia, tais como vídeos e

músicas reproduzidos por elementos Flash e HTML 5, não foi notada qualquer instabilidade ou perda de rendimento no uso do navegador com a extensão ativa.

Com relação ao experimento de simulação, verificou-se que, dentre as páginas acessadas, em 30 foi possível identificar perda de informação relevante ao aplicar o filtro de simulação da visão do daltônico que utiliza a Matriz D. A simulação exibe a visão do daltônico ao olhar para a página de Internet sem que as cores tenham sido alteradas pela extensão Daltonizar. Foi avaliado, então, se ao Daltonizar a página, facilitava ou possibilitava a identificação de algum elemento ou texto presente na página de Internet. A quantidade de páginas de Internet que tiveram alguma melhora, entre as 30 páginas que foram analisadas, foi de 28 páginas, conforme Figura 16.

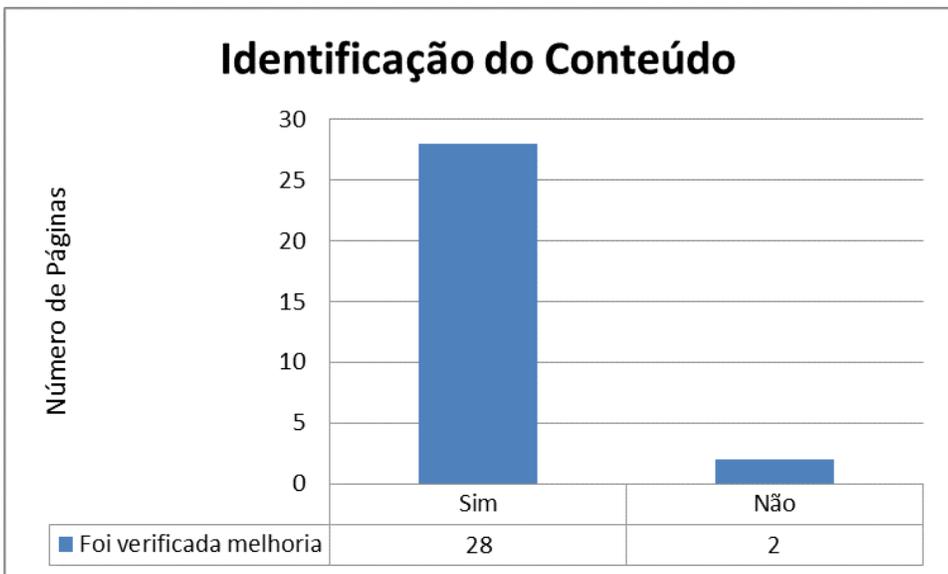


Figura 16. Melhora na identificação do conteúdo das páginas de Internet visitadas.

Os resultados obtidos nos testes com simuladores de daltonismo, demonstraram que as cores das páginas de Internet foram alteradas de forma a reduzir ou eliminar restrições ao consumo do conteúdo dessas páginas, o que tende a facilitar a navegabilidade de usuários de Internet daltônicos.

Esses resultados, portanto, indicam possibilidades tecnológicas disponíveis para a criação de novas e melhores tecnologias assistivas.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou uma ferramenta para melhorar a acessibilidade e a navegabilidade da Internet por daltônicos. A ferramenta desenvolvida foi uma extensão para navegador Google Chrome, chamada Daltonizar, que altera as cores da página de Internet de forma a adaptá-la à visão do daltônico Protânope (vermelho) com o intuito de reduzir ou eliminar a perda de informação que possa ocorrer dadas as cores originalmente utilizadas na página. Definimos que a nossa extensão deveria funcionar no navegador Google Chrome, escolha motivada pelo fato de que esse navegador é usado por muitas pessoas. Além disso, uma extensão desenvolvida para ele, pode ser usada em outros navegadores Chrome.

Notamos que o uso da linguagem SVG simplificou o desenvolvimento do filtro para a extensão Daltonizar e possibilitou, ainda, que sejam utilizados elementos de mídia sem que haja instabilidade no funcionamento do navegador de internet. O filtro proposto nesta pesquisa pode ser modificado para corresponder às necessidades de cada usuário ao considerar que a percepção das cores pode variar em função das diferenças de contraste e brilho utilizados, luz ambiente e padrões dos fabricantes de tela.

Destacamos que, apesar do número reduzido de sites utilizados no experimento, da não realização de testes com voluntários, e do fato de que as tecnologias que adotamos estão desatualizadas, os resultados obtidos apontam que a abordagem que adotamos é promissora e pode servir de inspiração para a criação de tecnologias assistivas análogas. É importante que trabalhos futuros busquem também romper as restrições na percepção das cores na Internet, dado que isso dificulta ou impossibilita que muitas pessoas acessem informações de que precisam. Isso é crucial, especialmente, no campo da Educação, no qual a Internet é uma importante aliada para pesquisa, estudo e comunicação. Enfatizamos, ainda, a importância de que, em projetos dessa natureza, a implementação da tecnologia assistiva priorize uma interface simples e autoexplicativa, como foi o caso da extensão Daltonizar.

Por fim, apresentamos uma lista de sugestões de trabalhos futuros, a saber: (a) Desenvolver filtros para os tipos de daltonismo Deuteranopia (verde) e Tritanopia (azul); (b) Permitir o ajuste dos filtros em relação à sua intensidade de atuação, contraste, e saturação, por meio de uma interface de configuração desenvolvida para a extensão; (c) Utilizar outros métodos para obter as matrizes de transformação de cores utilizadas nos filtros, por exemplo, ao empregar outros sistemas de cores além do RGB; (d) Integrar à extensão uma tela de boas-vindas, em que poderão ser realizados testes para identificar o tipo de daltonismo e permitir alterar as configurações de acordo com as necessidades do usuário; (e) É importante também que um grupo de voluntários daltônicos teste a tecnologia assistiva, a exemplo da extensão Daltonizar, e avaliem seu funcionamento e usabilidade para que possam apresentar sugestões de aprimoramento.

7. Referências

ALVES, A. A. *Refração*. 5. ed. Santa Catarina: Editora Guanabara, 2008. 431 p.

ANAGNOSTOPOULOS, C. N., TSEKOURAS, G., KALLONIATIS, I. A. C. Intelligent modification for the daltonization process of digitized paintings. In: *International Conference on Computer Vision Systems (ICVS 2007)*. Bielefeld University, Alemanha, 2007.

BARTH, A. *How WebKit Works*. 2012. Disponível em: <https://www.webkit.org/coding/technical-articles.html>. Acesso em: 10 dez. 2013.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de Dezembro de 2004. Regulamenta leis 10.048 e 10.098, pertinentes à acessibilidade. Diário Oficial da União, Brasília: Senado Federal, Brasília, 03 dez. 2004.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. e-MAG Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação; Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica - Brasília: MP, SLTI, 2011, 66 p.

CALLIOLI, C. A. DOMINGUES, H. H. COSTA, R. C. F. *Álgebra linear e aplicações*. São Paulo: Atual Editora, 2010.

DALTONIZE. Daltonize.org. Disponível em: <http://www.daltonize.org/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FARINA, M.; RODRIGUES, M. C.; FILHO, H. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

GOOGLE CHROME BROWSER. WebKit - Google Chrome Browser. Disponível em: <<http://google-chrome-browser.com/tags/webkit>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

GOOGLE. Getting Started: Building a Chrome Extension. Google 2024. Disponível em: <http://developer.chrome.com/extensions/getstarted.html>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GOOGLE. Extensões do Chrome, Chrome Extensions, Chrome for Developers. Google 2024. Disponível em: <https://developer.chrome.com/docs/extensions>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GRANDIS, L. *Theory and use of color*. Tradução de John Gilbert. Nova York: Harry N. Abrams, Inc., 1986.

INFORMATOR MEDYCZNY. Internetowy Informator Medyczny. Disponível em: <http://www.twojaapteka.com.pl/encyklopedia/tritanomalia>. Acesso em: 22 abr. 2013.

KOCH, P. P. *PPK on JavaScript*. Berkeley, California: New Riders Press, 2007.

KROOK, D. *JavaScript DOM*. Disponível em: <http://www.krook.org/jsdom/index-all.html>. Acesso em: 27 out. 2013.

MACHADO, G., OLIVEIRA, M., FERNANDES, L. A Physiologically-based Model for Simulation of Color Vision Deficiency. In: *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions (p. 1291-1298)*. Los Alamitos, CA: IEEE, 2009. Disponível em: http://www.inf.ufrgs.br/~oliveira/pubs_files/CVD_Simulation/CVD_Simulation.html. Acesso em: 14 ago. 2024.

MAIA, Amanda. SPINILLO, Carla G. O Papel do Design em Projetos para Daltônicos. In: Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a inovação, 2, 2012, Florianópolis. Artigo. Florianópolis, out. 2012.

MICROSOFT. Document Object Model Prototypes, Part 2. Disponível em: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd229916\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd229916(v=vs.85).aspx). Acesso em: 27 out. 2013.

MOSKOVICH, Jeremy. GREENE, Pam. An introduction to WebKit for Web developers. set. 2010. Disponível em: <http://www.chromium.org/developers/rtl-in-webkit>. Acesso em: 14 ago. 2024.

NEIVA, Miguel. Sistema de identificação de cor para daltônicos: Código Monocromático. Universidade do Minho. Portugal: Universidade do Minho, 2008.

NETCRAFT. February 2013 Web Server Survey. Netcraft Internet Surveys. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2013/02/01/february-2013-web-server-survey.html>. Acesso em: 14 ago. 2024.

OLIVEIRA, Victor A. de Jesus. SILVA, Vânia Cordeiro da. Acessibilidade em Sites e Sistemas Web: estudo das tecnologias acessivas e diretrizes de acessibilidade web. Universidade Estadual de Santa Cruz. Bahia: 2011.

PADOLSEY, James. JavaScript and the DOM Series: Lesson 1. Fevereiro de 2009. Disponível em: <http://net.tutsplus.com/tutorials/javascript-ajax/javascript-and-the-dom-series-lesson-1/>. Acesso em: 27 out. 2013.

SHEARS, Laura. Primary, Secondary, and Tertiary Colors. Disponível em: <http://lsquaredmath.us/colorPrimaries/> Acesso em: 14 ago. 2024.

SONZA, Andréa Poletto. Acessibilidade de Deficientes Visuais aos Ambientes Digitais Virtuais. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 214 p.

TURRA, Cinthia; MARTINES, Isaura; PINTO, M. L. Mariotto. Revista Inclusão: um princípio igualitário e democrático. Curitiba: Base, 2002.

W3C. Colour theory - W3C Wiki. Disponível em: http://www.w3.org/wiki/Colour_theory. Acesso em: 14 ago. 2024.

W3C. Document Object Model (DOM) Technical Reports. Disponível em: <http://www.w3.org/DOM/DOMTR>. Acesso em: 14 ago. 2024.

W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition). Disponível em: <http://www.w3.org/TR/SVG/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

W3C. Web Accessibility Evaluation Tools: Overview. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/ER/tools>. Acesso em: 14 ago. 2024.

W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG>. Acesso em: 14 ago. 2024.

W3C. XMLHttpRequest. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/XMLHttpRequest>. Acesso em: 14 ago. 2024.

WEBKIT. Bug 120806 - Support SVG filters on `-webkit-filter()` function. 2013. Disponível em: < https://bugs.webkit.org/show_bug.cgi?id=120806 >. Acesso em: 14 ago. 2024.

WEBKIT. Changeset 155178 - WebKit. Disponível em: <http://trac.webkit.org/changeset/155178>. Acesso em: 14 ago. 2024.

WEBPLATFORM. feColorMatrix - SVG - WPD - WebPlatform.org. Disponível em: <http://docs.webplatform.org/wiki/svg/elements/feColorMatrix>. Acesso em: 02 nov. 2013.



Capítulo 09

Revisão terciária de literatura sobre informática na educação, tecnologias na educação em computação e educação em computação

Élissileny Barroso Bessa 
Cleilyson Osmar Souza Diniz de Almeida 
Marcelo Henrique Oliveira Henklain 
Universidade Federal de Roraima

{elissilenybarroso, cleilyson.0}@gmail.com
marcelo.henklain@ufr.br

1. Introdução

A Educação é importante para que possamos exercer a cidadania e atuar no mundo de modo a contribuir com a sociedade (SKINNER, 1968). A informática pode ajudar a educação a alcançar as suas metas (BITTENCOURT; ISOTANI, 2018). Por isso estudos de Informática na Educação importam. Além dessa subárea da Computação, importa lembrar que, para que exista informática que possa apoiar a educação, precisamos de profissionais de computação. Por isso estudos nas subáreas de Educação em Computação e Tecnologias na Educação em Computação também são necessários. Vale ressaltar que, atualmente, dispomos de muitas pesquisas nessas três subáreas da computação, o que já motivou a condução de várias revisões da literatura.

Essa realidade estabelece a necessidade de estudos que possam examinar os achados das revisões existentes para, por exemplo, indicar tendências e lacunas no conhecimento que precisam ser preenchidas. Nesse contexto, a revisão terciária da literatura é importante para sistematizar e sintetizar conhecimentos científicos veiculados por meio de revisões da literatura, em campos com grande volume de pesquisas produzidas, permitindo, pela análise dessas revisões, a solução de divergências, a visibilização de contribuições científicas e a identificação de lacunas de pesquisa que precisam ser priorizadas (DERMEVAL et al., 2020; LEMSTRA; MESQUITA, 2023). Esta revisão terciária da literatura examina três subáreas

da Ciência da Computação, a saber: Informática na Educação (IE), Tecnologias na Educação em Computação (TEC) e Educação em Computação (EC). O nosso objetivo foi caracterizar a produção científica dessas três subáreas.

Conduzir esse estudo é, especialmente, importante quando consideramos que a crescente integração das tecnologias digitais no ambiente educacional tem transformado a maneira como o ensino e a aprendizagem são conduzidos e isso pode ser ampliado, tanto quanto aperfeiçoado. Assim, a escolha deste tema se justifica por razões relevantes tanto para a ciência quanto para a sociedade (BISPO-JR et al., 2020).

Do ponto de vista científico, a integração de tecnologias na educação representa um campo de estudo dinâmico e em constante evolução, em que novas metodologias e ferramentas são continuamente desenvolvidas e precisam ser avaliadas. Do ponto de vista social, o desafio do nosso mundo é conseguir capacitar pessoas para um mundo profissional e social cada vez mais complexo, digital e interconectado, em que habilidades tecnológicas são essenciais, quando caminham em paralelo às habilidades socioemocionais. Segundo Maciel et al. (2017), é essencial o uso de computadores como instrumentos de desenvolvimento da aprendizagem, pois os alunos precisam estar atualizados com as tecnologias da informação e comunicação. Além disso, a inclusão de tecnologias na educação pode democratizar o acesso ao conhecimento, reduzindo desigualdades.

Esses argumentos apresentados destacam a relevância do tema e justificam a realização desta pesquisa, que busca contribuir para o avanço do conhecimento científico e para o bem-estar da sociedade como um todo. Para a apresentação do trabalho que realizamos, o organizamos em seis seções, além da presente introdução. Na seção 2, apresentamos a fundamentação teórica, na qual explicitamos os conceitos de Informática na educação (IE), Educação em Computação (EC) e Tecnologias na Educação em Computação (TEC), bem como de Revisão de literatura. Na seção 3, apresentamos os trabalhos relacionados, em que selecionamos três estudos para ilustrar a lacuna existente na literatura a partir da qual propusemos o presente estudo. Na Seção 4, apresentamos o método utilizado para a condução deste estudo. A análise dos resultados e a discussão aparecem na Seção 5, enquanto na Seção 6, apresentamos as conclusões deste estudo.

2. Fundamentação teórica

2.1. Informática na educação (IE), Educação em Computação (EC) e Tecnologias na Educação em Computação (TEC)

A informática na educação é uma das subáreas da Computação cujo objetivo é estudar e desenvolver tecnologias para o ensino e aprendizado de quaisquer aspectos da educação formal (BISPO-JR et al., 2020). Dentro desse campo, podemos trabalhar, por exemplo, com o ensino e aprendizado de diversas disciplinas, tais como Química, Física, Matemática, Biologia, Geografia e Português. A informática na educação tem interesse em como o aprendizado e o ensino podem acontecer com o auxílio da tecnologia para mediar esse processo, podendo ser tecnologias analógicas, mas principalmente empregando as tecnologias digitais, com destaque para o uso de computadores.

Importa destacar que, com a introdução das tecnologias na educação, o contexto da sala de aula começou a passar por mudanças significativas. Assim, é pertinente estudarmos como esse novo paradigma pode ser utilizado para facilitar e tornar mais efetivo o trabalho, tanto para professores quanto para administradores escolares, bem como de que modo as tecnologias podem favorecer o aprendizado, beneficiando, portanto, os alunos.

A educação em computação (EC), por sua vez, é outra subárea da computação, cuja finalidade é diferente da informática na educação, e está voltada ao aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem da computação como ciência (BISPO-JR et al., 2020). Trata-se, portanto, de investigar como as pessoas ensinam e aprendem objetivos de aprendizagem relacionados à computação, contemplando todos os níveis formais do sistema educacional, desde a educação infantil à pós-graduação. Contempla, ainda, a educação informal, em que se busca empoderar os estudantes a aprender informática envolvendo o ambiente onde se inserem. Dentro dessa subárea há uma especialização chamada Tecnologias da Educação em Computação (TEC), que é compreendida como o ponto intercessor entre a educação em computação e a informática na educação, pois envolve o ensino de computação por meio de tecnologias. Apesar das diferenças entre essas duas subáreas da computação, tanto a Educação na Computação quanto a Informática na Educação, têm em comum a tecnologia na educação em

computação (TEC), que seria o encontro do Ensino através do Computador com o Ensino de Computação (BISPO-JR et al., 2020).

Tanto IE, quanto EC e TEC, são importantes para este estudo porque cada uma tem importante papel no ensino. Uma vez que esclarecemos esses três conceitos fundamentais para o presente trabalho, passaremos ao exame do conceito de revisão de literatura.

2.2. Revisão de literatura: Definição e importância para a Ciência

A revisão da literatura consiste em um tipo de estudo científico cuja finalidade é dispor ao leitor a capacidade de desenvolvimento de estratégias de busca de dados e recuperação de informações e procedimentos. Ela é útil porque otimiza a construção e a disseminação do conhecimento científico, proporcionando maior qualidade e confiabilidade para identificar as melhores respostas aos problemas de pesquisa, para nos ajudar a manejar de modo mais eficaz o mundo à nossa volta (DERMEVAL et al., 2020). Esse tipo de estudo pode ser conduzido de diferentes formas. Destacamos duas estratégias clássicas de revisão: A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL).

A RSL busca avaliar os resultados de um estudo de uma forma mais sistemática e demonstrar uma conclusão relevante. Esse método busca minimizar erros sistemáticos e aleatórios, procurando definir claramente o procedimento a ser adotado na condução do levantamento do estado da arte de um tópico de pesquisa. O MSL ou revisão de escopo (*scoping review*), por sua vez, tem como foco a categorização de um tópico de pesquisa, no qual há poucas evidências disponíveis na literatura, buscando ter uma visão mais ampla de determinada área. Por fim, a revisão terciária de literatura é aquela de maior amplitude, pois trata de estudar não estudos primários, mas revisões de literatura, provendo um entendimento mais amplo sobre o estado da arte em uma determinada área (LEMSTRA; MESQUITA, 2023).

Para esta pesquisa, esses conceitos são importantes porque mostram o que é uma revisão da literatura, qual a sua relevância e que tipos de revisão existem, em função das demandas do pesquisador. Para o presente trabalho, nos deteremos na classificação dos trabalhos como RSL ou MSL.

3. Trabalhos relacionados

Selecionamos para esta seção três estudos que ilustram exemplos de revisões da literatura, sendo o primeiro sobre Informática na Educação, o segundo sobre Educação em Computação e o terceiro sobre Tecnologias na Educação em Computação. Em conjunto, esses estudos revelam que têm sido conduzidos trabalhos no Brasil de levantamento de estudos primários dessas três subáreas da computação, existindo uma lacuna no conhecimento no que diz respeito ao exame de estudos secundários, motivo pelo qual faremos uma revisão terciária da literatura.

Na subárea de Informática na Educação, Maciel et al. (2017) conduziram uma revisão de literatura sobre o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino e aprendizagem de múltiplos objetivos de ensino, no âmbito do ensino fundamental. Para obtenção dos dados para este estudo, os pesquisadores consultaram as seguintes fontes de informação: artigos publicados na Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), na Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE) e na revista Informática na Educação: Teoria e Prática (IETP). Somam-se aqui também as consultas aos anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e do *Workshop* de Informática na Escola (WIE). Foram identificados 84 estudos com foco em Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino fundamental (TIC). Esses estudos tiveram um maior crescimento no ano de 2016, considerando os anais do WIE, que mais publicaram sobre TICS, tendo 31 trabalhos publicados. O segundo segmento, que compreende do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, foi o que mais apresentou estudos, com 38 trabalhos. A região que mais produziu pesquisas foi a Sul.

Paschoal et al. (2020), por sua vez, no que diz respeito à área de Educação em Computação, conduziram revisão de literatura com o objetivo de apoiar pesquisadores e profissionais que atuam no ensino de computação e foi reconhecido que ocorreu problemas no ensino e dificuldades do docente em manter a motivação dos alunos e as dificuldades dos discentes em aprender. As fontes consultadas para esse levantamento foram as principais conferências nacionais, sendo os anais dos *Workshops* do CBIE, SBIE, WIE e *Workshop* de Desafios da Computação Aplicada à Educação (DesafIE). Foram identificados 570 estudos, onde 300 foram incluídos e 270 foram excluídos,

sendo que o SBIE foi o evento com mais estudos primários sobre ensino de computação, e São Paulo destacou-se como o estado que tem contribuído com o maior número de pesquisas, com 53 estudos.

Por fim, apresentamos o estudo de Francisco et al. (2017), que exemplifica a pesquisa na subárea de Tecnologias na Educação em Computação. Os pesquisadores conduziram uma revisão cujo objetivo foi caracterizar os desafios enfrentados no ensino de CS1 (*Computer Science 1*), em que os alunos possuem dificuldades em aprender programação. Esse interesse surgiu pelo fato de que os pesquisadores identificaram que esse problema de aprendizagem está relacionado com processos cognitivos, como a criatividade e racionalidade. Para desenvolver essas habilidades, os alunos necessitam de estratégias didáticas que possam ajudá-los. Pensando nisso, os pesquisadores consultaram artigos científicos, considerando os trabalhos de 2010 a 2016 a partir das bases de pesquisa: IEEE Explorer Digital Library, ACM Digital Library, Science Direct e Scopus. Foram examinados 39 artigos, sendo que apenas sete atenderam aos critérios de inclusão e exclusão, sendo, então, analisados. Os pesquisadores verificaram a necessidade de desenvolvimento de instrumentos para medir as dificuldades de problemas de CS1, bem como de pesquisas para investigação da validade dessas medidas.

Com base nesses três estudos, verificamos que a principal lacuna existente na literatura é o exame de estudos secundários sobre as três subáreas da computação supracitadas. Essa lacuna é importante de ser investigada por que existem muitos estudos primários e secundários, sendo necessária uma avaliação mais ampla dessa produção. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar as revisões da literatura brasileiras sobre IE, TEC e EC, considerando a necessidade de identificação acerca de quais dessas subáreas precisam de mais atenção dos pesquisadores e em qual a produção científica está mais consolidada. Para alcançar esse objetivo, buscamos responder às seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Dentre as subáreas de IE, TEC e EC, qual delas possui mais produção científica?

PP02. Qual o volume de produção ao longo dos anos em IE, TEC e EC?

PP03. Quais são os temas mais investigados em revisões de literatura de IE, TEC e EC?

PP04. Em quais meios revisões de literatura sobre IE, TEC e EC têm sido publicadas?

PP05. Quais são os pesquisadores com maior volume de publicações sobre revisões da literatura sobre IE, TEC e EC?

4. Método

4.1. Fonte de pesquisa

Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação < <https://sol.sbc.org.br/busca/> >, denominada de SBC OpenLib.

4.2. String de busca

(revisão OR mapeamento) AND (educa* OR ensino OR aprendiza*) AND -editorial -abertura

4.3. Critérios de inclusão e exclusão

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão: (a) foram avaliados apenas artigos, que poderiam ter sido publicados em anais de eventos científicos nacionais ou em periódicos nacionais; (b) os estudos precisavam estar gratuitamente disponíveis em português; (c) o estudo precisava ser uma revisão de literatura; e (d) a revisão de literatura precisava investigar, pelo menos, uma de três subáreas da computação, a saber: Informática na Educação (IE), Tecnologias na Educação em Computação (TEC) ou Educação em Computação (EC). Os critérios de exclusão consistiram em: (a) não atendimento a qualquer um dos critérios de inclusão; e, ainda, (b) indisponibilidade do *.pdf do estudo na íntegra.

4.3. Procedimento de coleta de dados e análise de dados

O site da SBC OpenLib foi acessado e inserimos no campo de título a *string* de busca. Os resultados retornados foram organizados em uma planilha eletrônica. Em seguida, os títulos dos estudos foram lidos na íntegra

para examinar, com base nos critérios de inclusão e exclusão, se deveriam ser selecionados para compor a nossa amostra de pesquisas componentes desta revisão. Em casos nos quais a leitura do título foi insuficiente, fizemos a leitura na íntegra dos resumos dos trabalhos. Cuidamos de ler na íntegra todos os resumos dos trabalhos excluídos, de modo a garantir que nenhuma exclusão fosse feita de modo inadequado.

Após essa etapa, avaliando apenas os estudos incluídos, passamos a classificá-los como pesquisa de revisão sobre Informática na Educação (IE), Tecnologias na Educação em Computação (TEC) e Educação em Computação (EC). Nesta etapa, novamente, consultamos os títulos e, sempre que necessário, os resumos, para decidirmos em qual das três subáreas supercitadas o estudo em análise deveria ser classificado.

Uma etapa adicional para a decisão sobre inclusão e exclusão e, ainda, sobre a classificação dos estudos, foi solicitar o exame do ChatGPT 3.5. Inserimos no campo de mensagem do ChatGPT conjuntos de 15 prompts por vez, nos quais era repetida a tarefa que a IA deveria realizar, no sentido de decisão por incluir ou excluir o estudo e, em caso de inclusão, a tarefa adicional de classificação das pesquisas, seguida, após dois pontos, pelo título do estudo. Ou seja, solicitávamos a revisão de 15 estudos por vez. Os resultados retornados pela IA eram transferidos para a nossa planilha. Enviamos apenas 15 prompts por vez, pois a ferramenta retornava mensagens de erro quando tentávamos aumentar o número de requisições em uma mesma mensagem.

Adotamos o seguinte prompt: *Preciso identificar se uma pesquisa científica corresponde à área de 'Informática na Educação', 'Educação em Computação' ou 'Tecnologias na Educação em Computação'. Você deve se comportar como um cientista da computação com especialização em educação para me auxiliar. Vou apresentar o título da pesquisa e você deve realizar duas tarefas: (1) Indicar se essa pesquisa faz parte de uma dessas três áreas que citei, respondendo apenas 'Sim' ou 'Não' e inserindo um ponto e vírgula. Em seguida, se a resposta da primeira tarefa for 'Sim', você deve (2) indicar a qual área a pesquisa corresponde, respondendo apenas com o nome da área: 'Informática na Educação', 'Educação em Computação' ou 'Tecnologias na Educação em Computação'. Pesquisas sobre 'Informática na Educação' abordam o uso de hardware e software para o ensino. Pesquisas sobre 'Educação em*

Computação' investigam como pessoas aprendem computação e como ensiná-la. Pesquisas sobre 'Tecnologias na Educação em Computação' criam e avaliam tecnologias para o ensino de computação. Não classifique uma pesquisa como 'Tecnologia na Educação em Computação', exceto se o título deixar explícito o uso de hardware ou software para o ensino de computação ou informática. Este é o título da pesquisa em relação ao qual preciso que você realiza a tarefa de identificação e classificação: [Título do estudo].

Com base nas respostas de Sim ou Não, relativas, respectivamente, à inclusão ou exclusão de cada trabalho, detectamos 46 divergências entre a nossa classificação e aquela proposta pela IA, sendo que em quatro casos a IA sugeriu incluir no lugar de excluir e em 42 casos ocorreu o contrário. Nesses casos, voltamos a ler título e resumo, mas também consultamos trechos do artigo, para que pudéssemos decidir pela inclusão ou exclusão. Do total de divergências, realizamos oito mudanças de nossa decisão inicial, sendo que em seis, havíamos decidido inicialmente incluir e, após revisão pelo ChatGPT, optamos por excluir e em duas ocorreu o contrário.

Finalmente, analisamos a revisão do ChatGPT em relação à classificação dos estudos como IE, TEC ou EC. Detectamos 40 divergências e, após exame dos estudos, com consultas a trechos dos artigos, realizamos quatro mudanças, a saber: três casos que foram inicialmente classificados como educação em computação e o ChatGPT sugeriu categorizá-los como TEC e um em IE. O quarto foi inicialmente colocado em IE e a sugestão do ChatGPT foi EC, todos os quatro casos foram reclassificados em TEC após a leitura dos resumos.

Por fim, conduzimos uma nova leitura dos títulos, métodos e conclusões com a finalidade de extrair os principais temas abordados no estudo. Foram criadas as seguintes categorias de temas: (1) Nível Educacional/Público-alvo, com as opções 'Educação Básica', 'Ensino Técnico', 'Ensino de Jovens e Adultos', 'Ensino Superior', 'Capacitação de pessoas com deficiência', 'Capacitação de profissionais', 'Capacitação de público genérico' ou combinações dessas classificações; (2) Artefato tecnológico, com as opções 'Ambiente Colaborativo', 'Ambiente Virtual de Aprendizagem', 'Análise Automatizada', 'Apps', 'Chatbots', 'Diversos', 'Educação à Distância', 'Ensino Híbrido', 'Gamificação', 'IA', 'Impressora 3D', 'Jogos', 'Linguagens Visuais', 'Makerspace', 'Mineração de dados', 'Objetos virtuais de

aprendizagem', 'Placas Gráficas', 'Programação em Blocos', 'Realidade Aumentada', 'Realidade Virtual', 'Recursos Educacionais Digitais', 'Robomind', 'Robótica', 'Tecnologias Assistivas', 'Tecnologias Digitais da Informática e Comunicação', 'Tecnologias Digitais Educacionais', 'Tutores Inteligentes' ou combinações dessas classificações; (3) Objetivo de ensino, com as opções 'Alfabetização', 'Alfabetização Computacional', 'Ciências da Natureza', 'Computação', 'Desenvolvimento de Jogos', 'Design de Interface', 'Desenvolvimento de *Apps*', 'Diversos', 'Educação Financeira', 'Engenharia de *Software*', 'Habilidades para Vida', 'Habilidades Socioemocionais', 'Informática', 'Inglês', 'Libras', 'Linguagens Formais e Autômatos', 'Machine Learning', 'Matemática', 'Pensamento computacional', 'Português', 'Programação', 'Programação Paralela', 'Promoção da Criatividade', 'Química', 'Saúde', 'Segurança de Dados', 'Teste de *Software*' ou combinações dessas classificações.

Na etapa de análise dos dados, calculamos estatísticas descritivas para identificar a produção total de cada subárea e a produção por ano. Também calculamos a frequência relativa a cada tema extraído dos estudos, dos meios de publicação utilizados e do volume de publicação por pesquisador.

5. Resultados e Discussão

Foram encontrados 148 estudos na SBC OpenLib. A Figura 1 exibe o processo de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para seleção da amostra final de estudos.

Estudos encontrados na SBC OpenLib a partir dos descritores utilizados.	148
Estudos eliminados por duplicação.	0
Eliminados por não atenderem aos critérios de serem revisões e/ou contemplarem as subáreas de IE, TEC ou EC.	24
Amostra final de estudos para serem analisados	124

Figura 1. Processo de seleção dos estudos.

Conforme Figura 1, desses 148 trabalhos, 24 foram removidos da pesquisa porque não atenderam aos critérios de inclusão / exclusão. Restaram 124 trabalhos, em relação aos quais examinamos título e resumo para classificá-los e, na sequência, identificar a sua principal temática.

5.1. Dentre as subáreas de IE, TEC e EC, qual delas possui mais produção científica?

A Tabela 1 exibe os principais achados deste estudo, que dizem respeito à quantidade de revisões sobre Informática na Educação, Tecnologias na Educação em Computação e Educação em Computação. Esse quantitativo refere-se ao total de pesquisas nessas subáreas, na amostra selecionada de 124 pesquisas.

Tabela 1. Quantidade de estudos em cada uma das três subáreas IE, TEC e EC.

Classificação	Quantidade	%
Informática na Educação (IE)	70	56,45
Tecnologias na Educação em Computação (TEC)	21	16,94
Educação em Computação (EC)	33	26,61
Total	124	100,00

Notamos que a maior parte dos estudos (56,45%) são revisões de literatura sobre Informática na Educação (IE). Isso faz sentido, uma vez que a IE é a subárea mais ampla entre as três (BISPO-JR et al., 2020). Teoricamente, ela contempla todo o desenvolvimento de tecnologias para o ensino, nas mais diversas áreas do saber. Além disso, os estudos sobre IE podem vir de pesquisadores com formações diversas, não só da computação.

Parece menos provável que pesquisadores de áreas distintas como biologia, matemática e história, passem a investigar, por exemplo, o desenvolvimento específico de tecnologias para o ensino de computação (TEC) ou que conduzam investigações sobre formação de professores e profissionais de informática e/ou processos de ensino e aprendizado de

computação (EC). O mais usual é que conduzam essas investigações em suas áreas de formação e atuação, encontrando-se, portanto, no campo da informática na educação.

Na sequência, destacaram-se os estudos sobre EC (26,61%), mas cuja quantidade de revisões foi próxima àquela encontrada para TEC. Essa proximidade pode ser interpretada como um indicador do quanto a produção de artefatos tecnológicos é importante nos estudos na interface entre computação e educação, pois mesmo sendo uma área menor que EC, possui percentual de trabalhos relativamente similar, com apenas 9,67% de diferença.

5.2. Qual o volume de produção ao longo dos anos em IE, TEC e EC?

No que diz respeito à evolução dessa produção ao longo do tempo, apresentamos na Figura 2 a quantidade de pesquisas publicadas por ano. Indicamos nesse gráfico tanto o total, quanto os conjuntos específicos de estudos sobre IE, TEC e EC.

Os dados da Figura 2 mostram uma tendência de crescimento da produção a partir de 2016 em IE, TEC e EC, persistindo assim até 2019. Nesse momento, para IE e TEC, essa produção seguiu crescendo, mas caiu no caso da EC. Uma hipótese é a de que existe maior incentivo, nessa interface entre computação e educação, a produção tecnológica, ao passo que uma área como EC, que não necessariamente envolve desenvolvimento tecnológico, tem um avanço mais lento.

Contudo, com o início da pandemia por COVID-19, caiu a produção sobre IE entre 2020 e 2022, sendo recuperada depois. No caso de TEC, notamos uma tendência de breve crescimento e estagnação na produção nesse mesmo período, seguida por uma queda. Já os estudos sobre EC aumentaram apenas entre 2020 e 2021. Acreditamos que o motivo disso é que muitos dos pesquisadores que atuam na interface entre computação e educação, trabalham ensinando computação. Assim, com o ensino remoto emergencial, eles passaram a precisar dedicar-se mais ao estudo sobre como ensinar computação, o que poderia ser ensinado e como lidar com as demandas da pandemia. Por isso, apareceram mais revisões sobre EC, que

pudessem contribuir com essa demanda. As revisões sobre TEC, por sua vez, não caíram, mas tenderam a uma estagnação.

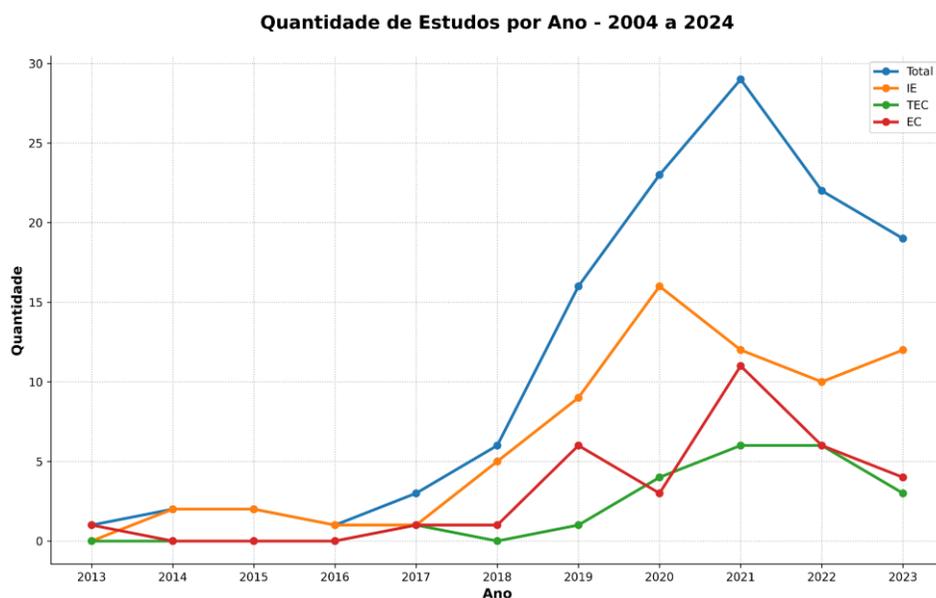


Figura 2. Quantidade de estudos por ano em função do total de pesquisas selecionadas e, especificamente, dos estudos sobre IE (Informática na Educação), TEC (Tecnologias da Educação em Computação) e EC (Educação em Computação).

Cumprе destacar que a revisão de literatura é um tipo de estudo que tanto pode servir como ponto de partida para outras investigações, como também para encontrar respostas para divergências existentes na literatura sobre algum tópico (DERMEVAL et al., 2020). Esse processo reflexivo, provavelmente, tornou-se muito importante em relação ao ensino de computação durante o período de pandemia.

5.3. Quais são os temas mais investigados em revisões de literatura de IE, TEC e EC?

Na Tabela 2, apresentamos os principais temas que extraímos das consultas aos estudos. Nas primeiras duas colunas exibimos temas relativos

ao nível educacional ou público-alvo contemplado pelas revisões de literatura. Nas Colunas 3 e 4, exibimos as soluções computacionais examinadas nessas revisões. Por fim, nas duas últimas colunas, apresentamos indicativos do que foi ensinado nos estudos examinados nas revisões que compuseram a nossa amostra.

Tabela 2. Frequência dos descritores obtidos a partir das revisões selecionadas.

Nível Educ./Público	%	Artefato tecnológico	%	Objetivo de Ensino	%
Educação Básica	25,81	Jogos	12,90	Pensamento computacional	10,48
Capacitação de público genérico	25,81	Gamificação	9,68	Programação	10,48
Educação Básica, Ensino Superior	16,13	Ambiente Colaborativo	5,65	Computação	8,87
Capacitação de pessoas com deficiência	11,29	Mineração de dados	5,65	Matemática	4,84
Ensino Superior	8,87	Diversos	4,84	Desenvolvimento de Jogos	3,23
Capacitação de profissionais	7,26	Tecnologias Assistivas	4,84	Alfabetização	2,42
Educação Básica, Ensino Superior, Ensino Técnico	3,23	<i>Apps</i>	3,23	Educação Básica	2,42
Educação Básica, Ensino Técnico	1,61	Ambiente Virtual de Aprendizagem	2,42	Engenharia de <i>Software</i>	2,42
Ensino de Jovens e Adultos	0,81	Inteligência Artificial	2,42	Programação Paralela	2,42
---	---	Objetos virtuais de aprendizagem	2,42	Design de Interface	1,61
---	---	Educação à Distância	1,61	Libras	1,61
---	---	Makerspace	1,61	<i>Machine Learning</i>	1,61
---	---	Placas Gráficas	1,61	Outros	47,58
---	---	Realidade Virtual	1,61	---	---
---	---	Tecnologias Digitais Educacionais	1,61	---	---
---	---	Outros	37,90	---	---
Subtotal	100,00	Total	100,0	Total	100,00

Podemos notar na Tabela 2 o destaque de produção científica sobre a Educação Básica (25,81%), assim como revisões que não delimitam claramente o nível de ensino ou público-alvo dos estudos que examinam (25,81%). Por exemplo, revisões sobre como avaliar a usabilidade de ferramentas educacionais gamificadas ou sobre MOOCs. Nas duas categorias subsequentes, ainda notamos a presença da educação básica.

O ensino superior tem sido pouco investigado, aparecendo em apenas 8,87% das revisões de literatura. Em termos de soluções computacionais, destacam-se os jogos (12,90%) e as técnicas de gamificação (9,68%). Parece existir, portanto, uma preocupação grande com a produção de recursos lúdicos e que possam promover engajamento. No campo dos objetivos de ensino, destacaram-se o ensino de pensamento computacional e programação, ambos com 10,48%. Esses refletem os exemplos mais usuais das pesquisas realizadas na interface entre computação e educação (BISPO-JR et al., 2020) e, o que consideramos interessante, ilustram a importância crescente das áreas de TEC e EC.

5.4. Em quais meios revisões de literatura sobre IE, TEC e EC têm sido publicadas?

Com relação ao meio de publicação dos estudos, verificamos que 114 (91,94%) foram publicados em anais de eventos científicos, enquanto apenas 10 foram publicados em periódicos/revistas, sendo que todos esses 10 foram publicados na Revista Brasileira de Informática na Educação. A Tabela 3 exhibe a relação de eventos científicos nos quais esses 114 estudos foram disseminados.

Tabela 3. Quantidade de pesquisas publicadas em anais de eventos.

Eventos	Quantidade %	
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)	54	47,37
<i>Workshop</i> de Informática na Escola	19	16,67
<i>Workshop</i> sobre Educação em Computação (WEI)	11	9,65
Congresso sobre Tecnologias Na Educação (Ctrl+E)	5	4,39
Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe	4	3,51

Eventos	Quantidade %	
(Erbase)		
Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp)	4	3,51
Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (Sbgames)	4	3,51
Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (Sbsc)	2	1,75
<i>Workshop</i> de Informática na Escola (WIE)	2	1,75
<i>Workshop</i> de Pensamento Computacional e Inclusão (WPCI)	1	0,88
Congresso Latino-Americano de <i>Software</i> Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)	1	0,88
Escola Regional de Computação Aplicada À Saúde (Ercas)	1	0,88
Escola Regional de Informática de Goiás (Eri-Go)	1	0,88
Escola Regional de Informática do Piauí (Eri-Pi)	1	0,88
Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames)	1	0,88
<i>Workshop</i> de Educação a Distância e Ensino Híbrido (Weadeh)	1	0,88
<i>Workshop</i> em Estratégias Transformadoras e Inovação Na Educação (Wetie)	1	0,88
<i>Workshop</i> sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)	1	0,88
Total	114	100,00

Notamos na Tabela 3 o destaque para o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), o *Workshop* de Informática na Escola e o *Workshop* sobre Educação em Computação (WEI), sendo os dois primeiros vinculados ao Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) e o último vinculado ao Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), que são os dois maiores congressos da Sociedade Brasileira de Computação.

5.5. Quais são os pesquisadores com maior volume de publicações sobre revisões da literatura sobre IE, TEC e EC?

Na Tabela 4 apresentamos os achados sobre os pesquisadores cujos nomes mais apareceram nas revisões examinadas. Apresentamos apenas os estudiosos com três ou mais revisões publicadas.

Tabela 4. Quantidade de pesquisadores que mais publicaram revisões da literatura.

Pesquisador(a) / Curso - IES em que atua	Quantidade	%
Christiane Gresse von Wangenheim <i>Computação - UFSC</i>	7	1,74
Josivaldo de Souza Araújo <i>Computação - UFPA</i>	4	1,00
Eduardo Henrique da Silva Aranha <i>Computação - UFRN</i>	3	0,75
Jorge Luís Victória Barbosa <i>Computação - Unisinos</i>	3	0,75
Rozelma Soares de França <i>Educação - UFRPE</i>	3	0,75
Maria Augusta Silveira Netto Nunes <i>Computação - UNIRIO</i>	3	0,75
Apuena Vieira Gomes <i>Tecnologia da Informação - UFRN</i>	3	0,75
Dennys Leite Maia <i>Tecnologia da Informação - UFRN</i>	3	0,75
Outros pesquisadores(as) <i>Cursos e instituições diversas</i>	373	92,78
Total	402	100,00

Os dados da Tabela 4 reforçam a hipótese apresentada anteriormente de que, durante a pandemia, os estudos sobre EC ganharam força, em parte, porque os pesquisadores na interface entre computação e educação lecionam computação em suas instituições. A maior parte dos pesquisadores que mais publicaram revisões nessa interface (seis de oito) possuem formação de nível superior na área de computação e a maioria atua em departamentos de computação.

Mesmo no caso da pesquisadora Rozelma França, que atua em um departamento de educação, destaca-se o fato de que ela possui uma formação técnica na área de computação e dedica parte do seu esforço de pesquisa ao estudo e ensino do pensamento computacional, um aspecto pertinente ao escopo dos estudos de EC (BISPO-JR et al., 2020). O pesquisador Dennys Leite Maia, por sua vez, cuja formação é em pedagogia, atua em um curso de tecnologia. Ele parece ser o único pesquisador dessa lista que tem uma produção consistente, especificamente, na área de IE, atuando com educação matemática.

As principais limitações desta pesquisa foi que lemos trabalhos somente em Língua Portuguesa. Além disso, consultamos artigos indexados em somente uma fonte de pesquisa, que foi a SBC OpenLib.

6. Conclusão

O objetivo deste estudo, que consiste em uma revisão terciária da literatura, foi caracterizar revisões da literatura sobre Informática na Educação (IE), Tecnologias da Educação em Computação (TEC) e Educação em Computação (EC), oferecendo uma visão geral e crítica dessas áreas. Foi conduzida uma consulta na Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação (SBC OpenLib), a partir da seguinte *string* de busca (revisão OR mapeamento) AND (educa* OR ensino OR aprendiza*) AND -editorial-abertura. Foram identificados 148 estudos, em relação aos quais aplicamos critérios de inclusão e exclusão, para chegar a uma amostra de 124 pesquisas que de fato são revisões de literatura sobre IE, TEC ou EC.

Verificamos que a subárea que possui mais produção científica é a de Informática na educação (IE), sendo que houve um crescimento da EC na época da pandemia. Com relação aos temas mais investigados identificamos

que foram os estudos voltados para a educação básica, que investigaram jogos ou técnicas de gamificação e que se ocuparam com o ensino de pensamento computacional ou programação, o que sugere a importância da TEC. Essas revisões têm sido publicadas, principalmente, em anais de eventos científicos e, em menor quantidade, na Revista Brasileira de Informática na Educação. Os pesquisadores com maior volume de publicações foram aqueles formados em computação e que atuam como professores e pesquisadores em instituições de ensino superior federais em cursos de informática.

Sugerimos que estudos futuros avancem em relação a esta pesquisa, buscando lidar com as limitações que apresentamos. Para pesquisas futuras, julgamos ser necessária a realização de consultas em outras fontes de busca como: Portal de Periódicos da CAPES, Scielo, Biblioteca Digital da ACM, bem como o exame de pesquisas publicadas em outras línguas, com destaque para o inglês.

7. Referências

BISPO JR, E.; RAABE, A.; MATOS, E.; MASCHIO, E.; BARBOSA, E.; CARVALHO, L.; BITTENCOURT, R.; DURAN, R.; FALCÃO, T. Tecnologias na Educação em Computação: Primeiros Referenciais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 509-527, 2020. <https://doi.org/10.5753/rbie.2020.28.0.509>

BITTENCOURT, I.; ISOTANI, S. Informática na educação baseada em evidências: Um manifesto. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 26, 3, p. 108-119, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3wVXW5Q>. Acesso em 01 de junho de 2024.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P. de M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação. In: JAQUES, P.; SIQUEIRA, S.; BITTENCOURT, I.; PIMENTEL, M. (Orgs.), *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa (pp. 1-26)*. Porto Alegre: SBC, 2020. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 2) Disponível em: <https://metodologia.ceie-br.org/livro-2>. Acesso em 15 de novembro de 2023.

FRANCISCO, R.; JÚNIOR, C.; AMBRÓSIO, A. Grau de dificuldade de problemas de programação introdutória: Uma revisão sistemática da literatura. In: *Workshop Sobre Educação em Computação (WEI) (pp. 2267-2276)*, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. <https://doi.org/10.5753/wei.2017.3542>

LEMSTRA, M. A. M. S.; MESQUITA, M. A. Industry 4.0: A tertiary literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 186, n. B, p. 1-11, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122204>

MACIEL, L.; RAPKIEWICZ, C.; FAVERO, R. TIC no Ensino Fundamental: quando, onde e como estão sendo publicadas as pesquisas nesse segmento. In: *Workshop de Informática na Escola (WIE) (pp. 1069-1078)*, Recife. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2017.1069>

PASCHOAL, L.; VALLE, P.; MELO, S.; SANTOS, V. Informática na Educação em Computação: uma visão geral sobre as contribuições de pesquisadores brasileiros. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (pp. 1623-1632)*, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1623>

SKINNER B. F. *Tecnologia do ensino* (Rodolpho Azzi, Trad.). São Paulo: Herder e Edusp, 1972 (Trabalho original publicado em 1968).



Capítulo 10

A relação entre pensar computacionalmente e comportamento matemático: Uma revisão da literatura

Dolglas José Melgueiro da Silva 
Neucilene Lira Picanço 
Marcelo Henrique Oliveira Henklain 
Jasson Marques Fontoura Júnior 
Universidade Federal de Roraima

{dolglasjms, neucilira, jassonjr5}@gmail.com
marcelo.henklain@ufrr.br

1. Introdução

A relação entre o comportamento de pensar computacionalmente (PC) e o comportamento matemático (CM) tem despertado crescente interesse na educação, principalmente a partir da previsão de ensino do PC na educação básica, pela Base Nacional Comum Curricular (BARBOSA, 2019). No entanto, apesar dessa relevância, são poucos os estudos disponíveis que exploram essa temática, e o grau de clareza sobre como PC e CM se influenciam mutuamente é baixo (SILVA; MENEGHETTI, 2019).

Estudar a relação entre PC e CM é necessário porque esses comportamentos permitem que as pessoas resolvam problemas complexos de modo mais efetivo e com menor esforço. Por meio do PC, por exemplo, aprendemos a dividir os problemas em etapas menores, planejando de forma estruturada, integrando partes logicamente e organizando ideias de maneira sistemática (ZANETI et al., 2017). Uma forma de desenvolver o PC é por meio do ensino de programação nas escolas, principalmente nas séries iniciais. Isso é importante e deve ser incentivado, principalmente com a perspectiva de que o PC possa contribuir com o desenvolvimento de outros comportamentos, como é o caso do CM, afinal as dificuldades com a matemática se apresentam desde os primeiros anos da vida escolar (OLIVEIRA et al., 2014). Apesar dessa importância de PC e CM, notamos que a literatura é escassa em relação a como esses comportamentos se

influenciam e quais estratégias pedagógicas podem ser utilizadas para desenvolvê-los, principalmente, no contexto da educação básica brasileira.

Com base nas lacunas existentes na literatura, nosso objetivo foi caracterizar a produção científica brasileira sobre a relação entre desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente e comportamento matemático, a partir de uma revisão da literatura. Pretendemos responder às seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Qual tem sido o período de maior produção científica sobre o tema e existe algum pesquisador com maior frequência de produção?

PP02. Quais são os tipos de estudos mais frequentes na amostra investigada e o que investigam?

PP03. Quais são os tipos de relação mais investigados entre os comportamentos de pensar computacionalmente e matemático e o que foi descoberto sobre essas relações?

No que se refere à estrutura do trabalho, ele está organizado da seguinte forma: na fundamentação teórica apresentaremos os conceitos e definições relacionados ao PC e ao CM. Na seção de trabalhos relacionados, apresentaremos pesquisas similares à nossa e que ajudaram na identificação das lacunas existentes na literatura. Posteriormente, apresentaremos o método utilizado para conduzir esta pesquisa, descrevendo os critérios de inclusão e exclusão de estudos, bem como o procedimento de coleta e análise de dados. Na seção de resultados e discussão, apresentamos os achados desta pesquisa, bem como a defesa das nossas respostas às perguntas de pesquisa. Finalizamos o trabalho com a conclusão, que sintetizará as principais contribuições e direções para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

2.1. Teoria sobre o comportamento humano

Em uma pesquisa da área educacional, é necessário ter como fundamento uma teoria sobre os processos de ensinar e aprender, que possa nos ajudar a delimitar e definir o fenômeno em relação ao qual os educadores atuam (BITTENCOURT; ISOTANI, 2018). Adotaremos neste estudo a Análise

do Comportamento (AC) como nossa teoria. Segundo essa perspectiva, educadores trabalham com um fenômeno chamado de comportamento, que pode ser definido como um sistema de relações entre ambiente (antecedente e consequente) e ações de uma pessoa como um todo, sendo que sentimentos, cognições e condutas publicamente observáveis são todos interpretados como sendo relações ambiente-ações, ou seja, comportamentos (KUBO; BOTOMÉ, 2001).

Para a AC, segundo Kubo e Botomé (2001), o processo de ensinar pode ser definido como o arranjo, realizado pelo professor, de condições que possam efetivamente favorecer o aprendizado. Por sua vez, aprender é uma expressão que se refere à mudança comportamental experimentada pelo aluno, a qual esperamos que seja duradoura. Assim, aprender pode envolver desde o aperfeiçoamento de um comportamento já instalado em nosso repertório, como também a aquisição de um novo comportamento. Esses conceitos são relevantes porque os dois fenômenos que iremos explorar neste trabalho são comportamentos, que esperamos que possam ser ensinados por professores e aprendidos pelos alunos. A seguir, apresentaremos definições desses dois processos à luz do conceito de comportamento que já explicitamos.

2.2. Pensamento computacional

De acordo com Oliveira et al. (2023), o pensamento computacional é um processo comportamental de resolver problemas, tendo por fundamento conhecimentos de Ciência da Computação, de tal modo que a solução possa ser executada tanto por computadores quanto por pessoas. Esse comportamento pode ser denominado de pensar computacionalmente (PC) e ainda não existe consenso sobre quais são as classes de comportamentos mais específicas que o constituem. Na proposta de Oliveira et al. (2023), baseada na literatura científica sobre PC, os pesquisadores identificaram cinco classes de comportamentos constituintes desse fenômeno, a saber: (1) Abstrair aspectos relevantes do problema, (2) Identificar padrões em problemas semelhantes, (3) Decompor o problema em problemas menores independentes e de fácil solução, (4) Construir algoritmos para solução do problema através de uma sequência de instruções e (5) Solucionar o problema. Desse ponto de vista analítico-comportamental, o PC é uma

relação funcional aprendida envolvendo estímulos que sinalizam a necessidade de uma resposta-solução, mas para os quais ainda não conhecemos essa solução, e respostas de um indivíduo de manipulação do ambiente, conforme conhecimentos da Ciência da Computação, que aumentam as chances de identificação de uma solução computável.

O comportamento de “abstrair...” envolve o processo de selecionar os dados mais relevantes e modelar um problema de forma que fique mais fácil tratá-lo. Identificar padrões requer uma análise detalhada do problema e a identificação de semelhanças com problemas anteriores. Isso permite aplicar soluções comuns em diferentes contextos. Decompor consiste em dividir problemas complexos em tarefas menores e mais fáceis de serem gerenciadas. Construir um algoritmo envolve a criação de uma sequência de passos para resolver um problema ou atingir um objetivo específico. Por fim, solucionar o problema envolve implementar o algoritmo desenvolvido. Destacamos que cada um desses comportamentos precisa ser aprendido e que, em conjunto, eles aumentam as chances de a pessoa que os emite conseguir resolver problemas.

Em síntese, o PC se caracteriza como um comportamento relevante de ser aprendido por qualquer pessoa, independente de trabalhar ou não com informática ou computação. Assim, o PC vai além do conhecimento técnico em computação, envolvendo um tipo de capacidade crítica de lidar com o mundo e resolver os problemas que se apresentam, sendo, portanto, útil em diversas áreas da vida (WING, 2006). Portanto, desde as escolhas do dia a dia até os problemas mais difíceis que encontramos, é importante ter aprendido e emitir o comportamento de pensar computacional. Surge, então, a pergunta sobre qual seria a sua relação com CM. Avaliamos que pelo fato de o PC ser um comportamento de resolver problemas, é possível que os comportamentos mais específicos que o constituem, componham também o CM. Logo, aprender PC pode ajudar no aprendizado de CM e vice-versa.

2.3. Comportamento matemático

O comportamento matemático (CM) pode ser definido como uma relação funcional aprendida, envolvendo estímulos socialmente definidos como de natureza matemática ou propriedades numéricas do ambiente e

respostas de uma pessoa, que foram socialmente definidas como matemáticas (HENKLAIN; CARMO; HAYDU, 2017). São exemplos de CM os comportamentos de resolver problemas aditivos, contar elementos de um conjunto, ordenar valores segundo critérios, decompor conjuntos complexos em seus elementos constituintes, entre outros.

Esse comportamento tem sido estudado em relação ao comportamento de pensar computacionalmente, pois estudos têm mostrado que o desenvolvimento do pensamento computacional pode contribuir positivamente para a aprendizagem do CM e vice-versa (ARAÚJO et al., 2016). Alguns exemplos de estudos nessa direção investigam ferramentas que envolvam a relação entre pensamento computacional e a matemática em que o pensamento computacional é necessário para ajudar no desempenho na área da matemática. Nessa perspectiva, na seção seguinte, de trabalhos relacionados, vamos explorar alguns dos estudos empíricos existentes sobre a relação entre PC e CM. A partir desses estudos, explicitaremos a lacuna existente na literatura a partir da qual o presente estudo foi proposto.

3. Trabalhos relacionados

Diante da necessidade deste estudo, buscamos conduzir uma breve revisão da literatura, realizada no dia 04 de abril de 2023, partindo de consulta ao Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores: “pensamento computacional” AND matemática AND revisão. Identificamos 2810 pesquisas, das quais selecionamos as três mais recentes e, por sua vez, mais direcionadas ao nosso tema de estudo, a saber: Silva e Meneghetti (2019), Ferreira Coutinho e Coutinho (2020) e Silva et al. (2022).

A pesquisa de Silva e Meneghetti (2019) teve o objetivo de investigar a relação das competências do Pensamento Computacional na Educação Básica com as competências específicas das áreas de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas da Base Nacional Comum curricular (BNCC), a partir de uma revisão de literatura. Nesse estudo foram obtidos dados a partir de artigos publicados em anais de eventos nacionais e em periódicos. Esse estudo mostrou, a partir dos trabalhos revisados, a relação existente entre diversas áreas do conhecimento e o pensamento computacional visando beneficiar a formação

de professores e pesquisas na área. Notamos que a principal lacuna apontada por este estudo foi a escassez de pesquisas sobre pensamento computacional, esclarecendo melhor quais são os mecanismos pelos quais esse fenômeno pode impactar positivamente sobre outros comportamentos humanos, a exemplo do comportamento matemático .

O objetivo da pesquisa de Ferreira, Coutinho e Coutinho (2020), por sua vez, foi realizar um mapeamento sistemático de artigos publicados nos últimos cinco anos, de 2015 a 2019, em português que avaliam a relação entre Pensamento Computacional com o ensino da Matemática. As bases de dados consultadas foram: artigos escritos na língua portuguesa publicados em eventos ou periódicos científicos nacionais relevantes entre os anos de 2015 e 2019, nas áreas de informática na educação e educação matemática, através de repositórios *online*. Também realizaram buscas por periódicos no Portal de Periódicos da Capes. Os resultados mostraram um aumento no número de trabalhos publicados no ano de 2019, em particular, na área de Educação Matemática. Foi possível observar, ainda, que a maioria dos trabalhos está voltada para o segmento da Educação Básica, no âmbito da Educação Fundamental. Assim, notamos que a lacuna apontada por este estudo foi que ainda existem poucos estudos sobre ensino do pensar computacionalmente para outros níveis de ensino, para além do ensino fundamental. Além disso, verificamos carência de pesquisas sobre o processo de formação de professores de Matemática para desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente.

Finalmente, a pesquisa de Silva et al. (2022) teve como objetivo identificar atividades pedagógicas da Educação Básica que desenvolvem comportamentos inerentes ao pensar computacionalmente, a partir de uma revisão de literatura. Foram levantados artigos nas seguintes bases: Scopus e *Web of Science*, a partir do portal de periódicos da Capes, e monografias por busca livre no Google Scholar. Esse estudo mostrou o uso de diversas estratégias pedagógicas para o ensino do comportamento de pensar computacionalmente e o ensino da matemática no âmbito brasileiro, sobretudo, no contexto da Educação Básica, a saber: desenvolvimento de atividades com os alunos do ensino fundamental na plataforma Scratch, atividades com palitos e baralhos para ensino do sistema de numeração binária, aulas expositivas abordando conceitos de programação, computação e lógica, atividades que envolvem a programação de movimentos com o

próprio corpo e a descoberta do próprio peso ao somar cilindros em uma balança.

Além disso, esses pesquisadores defenderam a necessidade de se trabalhar mais com os jovens, em particular no que se refere à sistematização do comportamento de pensar computacionalmente como aliado no processo de resolução de problemas, no contexto do ensino da Matemática. Notamos que a lacuna indicada neste estudo foi a falta de literatura mais extensa acerca das abordagens pedagógicas quanto ao desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente no contexto da educação básica brasileira.

Dessa forma, com base nesses três estudos, verificamos que a principal lacuna existente na literatura sobre PC é que ainda existem poucos estudos que demonstrem e expliquem a relação entre desenvolvimento do PC e o aprendizado de CM, seja na Educação Básica e, principalmente, em outros níveis de ensino. Diante dessas lacunas, identificamos que o estudo dessa temática é necessário, devido ao potencial que o PC possui de facilitar o aprendizado da matemática. Avaliamos, assim, que a literatura pode se beneficiar de um novo estudo de revisão.

Notamos, ainda, que nenhum estudo foi conduzido na Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação, que reúne publicações em eventos científicos e periódicos brasileiros, entre outras áreas, sobre Informática na Educação e Educação em Computação, sendo, portanto, uma base de dados importante de ser consultada para complementar os estudos que já foram conduzidos.

Assim, considerando as lacunas existentes na literatura, bem como a relevância da presente temática, definimos como objetivo deste estudo caracterizar a produção científica brasileira sobre a relação entre desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente e comportamento matemático, a partir de uma revisão da literatura.

4. Método

Este estudo consiste em uma revisão de literatura e segue as diretrizes propostas por Sousa (2021), que caracteriza esse tipo de estudo

como um levantamento e revisão de obras publicadas, com o objetivo de reunir e analisar textos relevantes para apoiar o trabalho científico. A seguir, apresentamos a fonte de pesquisa adotada, os descritores empregados, os critérios de inclusão e de exclusão e, por fim, o procedimento de coleta e análise de dados.

4.1. Fonte de pesquisa

Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação < <https://sol.sbc.org.br/busca/> >, denominada de SBC OpenLib. A escolha dessa fonte de pesquisa foi motivada pelo fato de que essa biblioteca ainda não havia sido explorada em pesquisas anteriores, sendo que contém os principais trabalhos de Informática na Educação e Educação em Computação apresentados em eventos e publicados em periódicos nacionais.

Assim, reconhecemos a importância de conferir visibilidade a essa base de dados, pois acreditamos que ela oferece um acervo relevante em relação ao nosso objetivo. Além disso, ao utilizar uma fonte de pesquisa menos explorada, buscamos trazer novos insights para o presente campo de estudo, evitando redundâncias e sobreposições com trabalhos anteriores.

4.2. *String* de busca

A *string* de busca adotada foi a seguinte: "pensamento computacional" (matemática OR trigonometria OR álgebra OR aritmética OR geometria OR estatística).

4.3. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram: (1) estudos cujo objetivo seja ensinar matemática tendo o pensamento computacional como auxílio ou, ainda, que explorem a relação entre aprendizado de matemática e desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente; (2) estudos completos em *.pdf; (3) estudos disponíveis gratuitamente; (4) estudos em português. Os critérios de exclusão são: estudos que contrariem os critérios de inclusão.

4.4. Procedimento de coleta de dados e análise de dados

Acessamos o site da SBC OpenLib, que é uma biblioteca digital especializada em publicações na área de Ciência da Computação. Inserimos a *string* de busca no campo título, marcamos as caixas “anais de eventos” e “periódicos” e clicamos no botão buscar. Diante dos resultados obtidos, nós fizemos a leitura na íntegra de todos os títulos e, então, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos. A finalidade dessa etapa foi identificar os estudos potencialmente relevantes para o tema da pesquisa. Foram excluídos os artigos cujos títulos não estavam relacionados ao pensamento computacional e comportamento matemático.

Na segunda etapa, os resumos dos artigos selecionados na etapa anterior foram lidos e avaliados. Nessa fase, buscou-se identificar se os estudos realmente atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos. Os artigos que não cumpriram os critérios foram descartados.

Na terceira etapa, os artigos remanescentes foram lidos na íntegra. Essa etapa teve como objetivo buscar no conteúdo dos artigos as informações relevantes para a investigação da relação entre o pensar computacionalmente e o comportamento matemático. Os dados foram registrados em um protocolo, conforme a Tabela 1. O protocolo de registro consiste em uma tabela que inclui as informações de autor e ano, tipo de estudo, objetivo, tipo de relação entre PC e CM e conclusão. Essa tabela permitiu organizar os dados coletados de forma eficiente. A análise dos dados consistiu na quantificação dos artigos selecionados.

5. Resultados e Discussão

Foram encontrados 12 estudos na SBC OpenLib. A Figura 1 exibe o processo de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para seleção da amostra final de estudos.

Estudos encontrados na SBC OpenLib a partir dos descritores utilizados.	12
Estudos eliminados por duplicação.	00
Estudos eliminados por não investigarem a relação PC - CM.	01

Estudos eliminados por não estarem disponíveis gratuitamente.	01
Estudos eliminados por não estarem completo.	01
Amostra final	09

Figura 1. Processo de seleção dos estudos.

Conforme Figura 1, do total de estudos, três foram removidos da pesquisa porque eram repetidos ou não atenderam aos critérios de inclusão / exclusão. Restaram nove trabalhos, os quais selecionamos para uma análise mais cuidadosa. A Tabela 1 exhibe os estudos selecionados para compor a amostra desta pesquisa, bem como os dados que coletamos em cada um deles.

Tabela 1. Dados obtidos nos artigos selecionados.

Autor (ano)	Tp. Estudo	Objetivo	Tp. Relação	Conclusão
Souza et al. (2018)	Empírico	Testar eficiência do jogo <i>Lightbot Logicamente</i> em relação ao ensino dos comportamentos PC e Matemático.	PC → CM	Com base nas observações das interações entre os jogadores e nas percepções dos jogadores sobre o jogo, verificou-se que o jogo promoveu os comportamentos de trabalhar em equipe, pensar computacionalmente e resolver problemas de matemática. Além disso, gerou engajamento em relação ao comportamento de jogar.
Barbosa (2019)	Empírico	Testar a eficiência da disciplina <i>Informática e Educação Matemática</i> sobre o aprendizado do comportamento de "planejar atividades de ensino de matemática para a educação básica, orientadas pelo conceito de PC".	CM → PC	A disciplina mostrou-se eficiente apenas para metade dos alunos, mesmo em um contexto no qual o trabalho final pode ser feito após <i>feedback</i> da professora. Esse dado sugere que a inserção do PC na educação básica não é simples. Não basta a sua inclusão na BNCC, sem que seja pensada também a formação de professores de matemática.
Vargas, Silva e Finger (2022)	Revisão	Conduzir revisão sistemática da literatura para responder: (a) como as estratégias de ensino são aplicadas no ensino de Lógica Matemática utilizando o PC; (b) como são desenvolvidos e	CM → PC	Observou-se que as estratégias de ensino de PC mais comumente empregadas são oficinas, jogos e atividades didáticas, que podem ser tanto plugadas como desplugadas. Os principais conteúdos abordados são: Lógica Matemática, Algoritmos e Matemática Básica. Também é possível constatar que o uso do PC

		abordados conteúdos referentes à Lógica Matemática com o PC; (c) como são descritas as contribuições do PC no desenvolvimento intelectual.		contribui para a melhoria do raciocínio lógico e crítico, atrelado à resolução de problemas.
Xavier et al. (2022)	Empírico	Testar proposta de ensino que integra PC com habilidades da Álgebra para os alunos do primeiro ao terceiro ano do ensino fundamental.	PC → CM	A proposta foi validada por dois grupos de professores, um composto por matemáticos e outro por pedagogos, que avaliaram a clareza das descrições dos conceitos de álgebra, a coerência com a habilidade relacionada que integra conceitos de PC a álgebra, viabilidade de aplicação em sala de aula e replicabilidade da relação de igualdade estabelecida entre duas proposições. Verificou-se que as habilidades da proposta obtiveram em média um resultado superior a 75% de aprovação e por isso se mostrou viável a aplicação em sala de aula.
Nunes, Alves e Bona (2021)	Empírico	Avaliar a eficácia do material didático desenvolvido, que utiliza PC em questões de matemática similares às da OBMEP, por meio da realização de uma pesquisa de campo com um grupo de estudantes e da coleta e análise da opinião deles.	PC → CM	19 atividades foram aplicadas em 13 turmas. Verificou-se que as estruturas cognitivas desenvolvidas nos estudantes ao interpretar uma questão de matemática com os pilares do PC tendem a promover uma melhor compreensão dos conteúdos curriculares e do funcionamento de instrumentos do dia a dia, como o celular. Essas atividades servem como apoio para os professores da educação básica.
Xavier et al. (2021)	Empírico	Testar um material didático que integre de forma eficiente o uso do PC com os conteúdos de Matemática e Álgebra, abordando as unidades temáticas da BNCC.	PC → CM	O material visou estabelecer conexões claras entre o uso do PC e os conceitos matemáticos, por meio de descrições e exemplos detalhados e foi analisado por nove professores de matemática, que avaliaram cada unidade através de escala <i>Likert</i> , em relação a clareza, viabilidade, coerência e replicabilidade. Todos os critérios obtiveram, pelo menos, uma nota mínima de 75% de avaliações positivas dos professores e se mostraram viáveis para o primeiro ano do ensino fundamental.
Honda et al. (2022)	Teórico	Testar a proposta de um jogo educacional chamado “cadê minha Pizza”, que trabalha com a teoria dos grafos para estimular o aprendizado de matemática e PC.	Ambas	O jogo, construído com base nos quatro pilares do PC, está em fase de implementação, mas já possui uma versão estável para teste. Foi avaliado positivamente por 23 usuários externos, a partir dos métodos Emoti-SAM, SUS e MEEGA+, embora tenham

				sido feitas ressalvas sobre a sua complexidade e funcionalidade. Ainda não foi testado com o público-alvo.
Bobsin et al. (2020)	Empírico	Testar a eficiência de duas oficinas, cada uma abordando um problema investigativo, que são questões criadas para avaliar o grau de assimilação dos conteúdos aplicados, uma utilizando o método desplugado, e o outro o método plugado, visando estimular o ensino de PC com aspectos da matemática e programação básica, além da interpretação de texto e do raciocínio lógico.	PC → CM	O método desplugado teve resultados mais satisfatórios nas oficinas, com uma média de acerto superior a 83%, abordando questões mais reais e concretas. Em contraste, o método plugado, que envolve conceitos mais abstratos e requer maior compreensão do estudante, apresentou uma média de acertos menor, de 55,03%. Relacionar os problemas de matemática com o uso de PC viabilizou uma prática docente que permitiu trabalhar a autonomia do estudante e o comportamento de aprender a estudar.
Nunes e Bona (2021)	Empírico	Testar a aplicabilidade das metodologias de ensino de matemática utilizando o pensamento computacional através da criação de questões similares às da OBMEP no contexto da pandemia da COVID19 e capacitar os professores no desenvolvimento dessas questões.	CM → PC	As atividades foram testadas por 32 professores, em que 30 mostraram interesse em aplicar as atividades e dois ficaram receosos em aplicar as atividades em suas turmas de forma remota. Ao longo do projeto, os professores criaram 19 atividades, sendo 15 desplugadas e 4 plugadas. Estes resultados destacam que as metodologias desplugadas são fundamentais, pois atendem às necessidades da maioria dos estudantes, tanto em atividades presenciais quanto remotas.

Nota. PC = Pensar computacionalmente; CM = Comportamento matemático.

PP01. Qual tem sido o período de maior produção científica sobre o tema e existe algum pesquisador com maior frequência de produção?

Embora não tenha sido aplicado um filtro de ano específico durante a pesquisa, observou-se que só obtivemos estudos no período de 2018 a 2022, com destaque para os anos de 2021 e 2022, nos quais foram identificados três estudos em cada ano. Acreditamos que esses achados estejam relacionados à publicação da BNCC em 2018, que pode ter sido um fator motivador para a realização de pesquisas relacionadas ao PC e sua relação com outros comportamentos, a exemplo do comportamento matemático (BARBOSA, 2019).

A presença de um maior número de estudos nos anos de 2021 e 2022, por sua vez, pode indicar uma crescente conscientização e interesse da comunidade acadêmica em compreender e explorar os impactos e desafios associados à implementação do PC no contexto da educação básica. Essa tendência de pesquisa demonstra a importância desse tema e a necessidade de investigações mais robustas metodologicamente sobre o PC.

Com relação aos pesquisadores, foi possível identificar os seguintes com maior frequência de produção: Eduardo Abreu Xavier, Luciana Foss e Simone André da Costa Cavalheiro, que são nomes em comum em dois dos nove artigos estudados. Eles trataram do PC ligado à matemática e à álgebra nos anos de 2021 e 2022. Natália Bernardo Nunes e Aline Silva de Bona também são nomes em comum em três dos nove artigos estudados. Elas trataram da inserção de PC em questões de matemática similares às da OBMEP e na criação de questões no ano de 2021. Esses pesquisadores, juntamente com outros colaboradores, contribuíram para o avanço do conhecimento nas áreas do PC e CM por meio de suas publicações.

PP02. Quais são os tipos de estudos mais frequentes na amostra investigada e o que investigam?

Dentre os nove trabalhos analisados, sete foram classificados como empíricos, um como teórico e um como revisão. O motivo mais provável de o estudo empírico ser predominante é a valorização da obtenção de evidências concretas e mensuráveis na Ciência. Com efeito, Wazlawick (2021) explica que a ciência da computação foi amplamente influenciada pelo empirismo.

Verificamos, ainda, que todos os trabalhos abordaram temas semelhantes, embora com nomes diferentes, a saber: teste de eficiência de metodologias, propostas de ensino, avaliação de materiais ou disciplinas. Ou seja, os estudos enfatizam, predominantemente, condições de ensino no lugar, por exemplo, do planejamento do ensino. Além disso, todos os estudos compartilharam um tema em comum: a criação de recursos pedagógicos diferenciados para o ensino de PC nas escolas, tais como a criação de atividades e a inserção de jogos nas aulas com foco em estabelecer relações entre pensar computacionalmente e matemática. Outro ponto em comum entre os estudos foi o ensino de PC para a educação básica, mais

especificamente no ensino fundamental ou no ensino fundamental e médio. Isso evidencia uma tendência já observada por Ferreira, Coutinho e Coutinho (2020), que em sua pesquisa constataram maior concentração de trabalhos na educação básica, principalmente no âmbito do ensino fundamental.

Além disso, observamos escassez de estudos para outros níveis de ensino (ex.: ensino superior) e uma carência de pesquisas sobre a formação de professores. Dentre os trabalhos analisados, apenas um deles, o de Nunes e Bona (2021), teve como objetivo a formação docente. A relevância da formação dos professores, por vezes, é subvalorizada, embora seja crucial para aumentar as chances de que o docente seja efetivo ao ensinar seus alunos. Silva et al. (2022), por exemplo, constataram em sua pesquisa a importância que a interação do professor com os estudantes possui para a promoção de aprendizagens, visto que somente com a leitura dos materiais didáticos o aluno não consegue compreender e aplicar os conceitos estudados em aula.

PP03. Quais são os tipos de relação mais investigados entre os comportamentos de pensar computacionalmente e matemático e o que foi descoberto sobre essas relações?

A relação mais comum encontrada foi a $PC \rightarrow CM$, presente em cinco dos nove artigos, que consiste no ensino do PC e estudo de sua repercussão sobre o aprendizado de comportamento matemático. A segunda relação mais comum foi a $CM \rightarrow PC$, que envolve pesquisas sobre ensino de matemática e seus efeitos sobre o PC. Apenas um artigo mostrou uma relação mútua, em que ambos os fenômenos comportamentais, PC e CM, foram estudados em termos dos impactos que um produzia sobre o outro.

Notamos, nessa perspectiva da relação $PC \rightarrow CM$, achados mostrando a promoção de comportamentos classificados como de natureza cognitiva (ex.: *LightBot* Logicamente), a partir do ensino de raciocínio lógico e de comandos básicos de programação, como também o impacto das atividades de PC sobre comportamentos de trabalho em equipe, resolução de problemas matemáticos, raciocínio lógico e crítico, considerados fundamentais para o desenvolvimento dos estudantes. Esses comportamentos são úteis para melhorar a organização eficiente das ideias, favorecendo a abstração de

problemas e contribuindo para a resolução de problemas matemáticos, a interpretação de textos e a solução de questões do cotidiano (MONTANELLI et al., 2019). Encontramos, ainda, estudos de PC que incentivam engajamento e aprendizado ativo. Isso pode contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos e para o desenvolvimento de comportamentos mais complexos, como autonomia e o comportamento de aprender a estudar.

Em termos de tendências, os estudos sugerem que a integração do PC na educação básica requer não apenas a inclusão dos conceitos na BNCC, mas também a formação adequada dos professores. Além disso, a promoção de estratégias desplugadas parece ser um elemento-chave para atender à maioria dos estudantes, principalmente aqueles em situação de vulnerabilidade social, sem acesso às TICs. O uso das tecnologias computacionais de caráter lúdico também têm sido apontada como ferramenta benéfica para o aprendizado das crianças, uma vez que auxiliam não apenas no desenvolvimento do raciocínio lógico, mas também incentivam a criatividade e a resolução de problemas (SHIMASAKI, 2021). A análise também indicou que as atividades e materiais desenvolvidos têm potencial para melhorar a compreensão dos conteúdos curriculares e incentivar a aplicação prática dos conceitos matemáticos no cotidiano dos estudantes.

As limitações deste estudo foram a restrição da fonte de pesquisa à SBC OpenLib, o que pode ter limitado o número de estudos encontrados. Além disso, a busca foi feita apenas em artigos em língua portuguesa, o que pode ter excluído estudos relevantes em outros idiomas. Ressaltamos que a análise dos dados se concentrou na quantificação dos artigos selecionados, sem explorar uma análise qualitativa mais aprofundada dos resultados. É importante levar em consideração essas limitações ao interpretar os resultados deste estudo, bem como para o planejamento de pesquisas futuras, pois elas podem buscar superar essas lacunas.

Ressaltamos que as limitações decorrentes da utilização de uma única biblioteca, como a SBC OpenLib, podem ter introduzido viés nos resultados. No presente estudo, observamos uma predominância na relação PC → CM. Essa tendência pode estar relacionada à biblioteca utilizada, que está centrada na área da ciência da computação. Portanto, é fundamental, em

pesquisas futuras, ampliar este estudo para outras bibliotecas e bases de dados.

6. Conclusão

O objetivo deste estudo foi caracterizar a produção científica brasileira sobre a relação entre desenvolvimento do comportamento de pensar computacionalmente e comportamento matemático, a partir de uma revisão da literatura. Verificamos que o período de maior produção foi entre 2018 e 2022, principalmente em 2021 e 2022, o que, provavelmente, foi incentivado pela publicação da BNCC em 2018, estabelecendo o ensino do PC.

Nesta revisão, predominaram estudos empíricos. Também identificamos maior concentração de estudos para o ensino básico e uma falta de estudos abordando a formação de professores. A relação mais comum encontrada foi o estudo do PC e seus efeitos sobre o aprendizado de CM. Os estudos defenderam, ainda, que integrar o PC na educação básica requer a formação adequada dos professores e que atividades desplugadas podem tornar o ensino de PC mais acessível.

Sugerimos que estudos futuros avancem em relação a esta pesquisa, buscando lidar com as limitações apresentadas. Recomendamos ampliar os descritores utilizados, incluindo outras ciências exatas, com relação direta com a matemática, para explorar a relação do PC com uma variedade maior de contextos educacionais associados ao aprendizado de comportamentos matemáticos. Além disso, é recomendável expandir a pesquisa para além da SBC OpenLib, explorando outras bases de dados, principalmente, aquelas de âmbito internacional como a *Web of Science*. Isso permitirá acessar um conjunto mais abrangente de artigos para avaliação, viabilizando uma compreensão mais ampla das relações entre o comportamento de pensar computacionalmente e os comportamentos matemáticos.

7. Referências¹

*BARBOSA, L. A inserção do pensamento computacional na Base Nacional comum curricular: Reflexões acerca das implicações para a formação inicial dos professores

¹* = Artigos selecionados para a análise.

de matemática. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 25, Brasília. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 889-898. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.889>

BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. Informática na educação baseada em evidências: Um manifesto. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, v. 26, n. 3, p. 108-119, 2018. Tradução. <http://dx.doi.org/10.5753/RBIE.2018.26.03.108>

*BOBSIN, R.; NUNES, N. B.; KOLOGESKI, A. L.; BONA, A. S. O pensamento computacional presente na resolução de problemas investigativos de Matemática na escola básica. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1473-1482)*, 31, Online. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1473>

FERREIRA, M. A.; COUTINHO, A. E. V. B.; COUTINHO, B. G. Pensamento Computacional e o Ensino da Matemática no Brasil: Um mapeamento sistemático. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 18, n. 2, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/4bebYyl>. Acesso em: 04 de abril de 2023.

HENKLAIN, M. H. O.; CARMO, J. DOS S.; HAYDU, V. B. Produção analítico-comportamental brasileira sobre comportamento matemático e de ensinar Matemática: Dados de 1970 a 2015. *Trends in Psychology*, v. 25, n. 3, p. 1453–1466, 2017. <https://doi.org/10.9788/TP2017.3-24>

*HONDA, F.; PIRES, F.; PESSOA, M.; MAIA, J. Cadê minha pizza? Um jogo para exercitar Matemática e Pensamento Computacional através de grafos. In: *Anais da Trilha de Educação – Artigos Completos - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES) (pp. 876-885)*, 21, Natal/RN. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2022.226057

KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: Uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, v. 5, p. 1-19, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/4dHPgk3>. Acesso em: 28 jun. 2023.

MONTOANELLI, G. H.; ROLIM, J. P.; PERES, F. F. F.; MAURICIO, C. R. M.; PEREIRA, E. N.; SILVA, R. C. Ensino de Programação nas Escolas: Um relato de experiência. In: *Anais do Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (LATINOWARE) (pp. 40-45)*, 16, Foz do Iguaçu. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. <https://doi.org/10.5753/latinoware.2019.10331>

*NUNES, N. B.; ALVES, L. P.; BONA, A. S. O Pensamento computacional como base para o ensino-aprendizagem de Matemática através da OBMEP. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1087-1095)*, 32, Online. Porto Alegre: SBC, 2021. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218680>

*NUNES, N. B.; BONA, A. S. O pensamento computacional e algumas questões da OBMEP como metodologias inovadoras para as aulas de Matemática. In: *Anais do Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais (ENCOMPINF)* (pp. 9-12), 8., 2021, Evento Online. Porto Alegre: SBC, 2021. <https://doi.org/10.5753/encompif.2021.15943>

OLIVEIRA, M. L. S.; SOUZA, A. A.; BARBOSA, A. F.; BARREIROS, E. F. S. Ensino de Lógica de Programação no ensino fundamental utilizando o Scratch: Um relato de experiência. In: *Anais do Workshop Sobre Educação em Computação (WEI)* (pp. 239-248), 22, Brasília. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3UFIItl>. Acesso em: 27 de jun. 2023.

OLIVEIRA, K. C.; RIBEIRO, A. B. de S.; HENKLAIN, M. H. O.; FONTOURA-JÚNIOR, J. M.; BARRETO, Y. Identificação dos comportamentos constituintes do pensar computacionalmente a partir de uma revisão da literatura. In: M. H. O. Henklain, L. F. Silva, C. Nascimento, Y. Barreto, *Informática na Educação e Educação em Computação: Estudos no extremo norte do Brasil* (pp. 110-133). São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. <https://doi.org/10.51795/9786526505601>

SILVA, F. M.; MENEGHETTI, R. C. G. *Pensamento computacional na base comum curricular*. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/4dAsj1X>. Acesso em: 17 abr. 2023.

SILVA, W. de A.; FERNEDA, E.; PRADO, H. A.; FERREIRA, V. A. Pensamento Computacional e a Educação no contexto da educação básica. *Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE*, v. 20, n. 2, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3wCEuL5>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SHIMASAKI, R.; PRADO, M. E. B. B. O Ensino da Programação e o desenvolvimento do Pensamento Lógico: Uma revisão sistemática de literatura. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 22, n. 2, p. 197-205, 2021. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2021v22n2p197-205>

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: Princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/44HXkwN>. Acesso em: 27 de junho de 2023.

*SOUZA, D.; GOULART, M.; GUARDA, G.; GOULART, I. Lightbot logicamente: Um game lúdico amparado pelo Pensamento Computacional e a Matemática. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola* (pp. 61-69), 24, Fortaleza, CE. Porto Alegre: SBC, 2018. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.61>

*VARGAS, K. D. A. R.; DA SILVA, J. P. S.; FINGER, A. F. Estratégias para o ensino de lógica matemática com pensamento computacional: Uma revisão sistemática da

literatura. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1391-1403)*, 33, Manaus. Porto Alegre: SBC, 2022. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225243>

WING, J. Pensamento computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/4bekHAQ>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

*XAVIER, E. A.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. C.; LIMA, L. F. C. Pensamento Computacional integrado à Álgebra na BNCC: proposta para os primeiros anos do Ensino Fundamental. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1379-1390)*, 33, Manaus. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225112>

*XAVIER, E. A.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. C.; SOARES, M. A. S.; ROMIO, L. C. Pensamento Computacional integrado à Matemática na BNCC: proposta para o primeiro ano do Ensino Fundamental. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 989-1001)*, 32, 2021, Online. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.217772>

ZANETTI, H. A. P.; BORGES, M. A. F.; LEAL, V. C. G.; MATSUZAKI, I. Y. Proposta de ensino de programação para crianças com Scratch e pensamento computacional. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3QFD8pN>. Acesso em: 27 de junho de 2023.

Capítulo 11

***Software* educacional de digitação rapidtyping aplicado no terceiro ano do ensino médio**

Irlane Melo Costa 

Bruno Oliveira da Silva 

Marcelle Alencar Urquiza 

Wandressa da Silva Reis 

Universidade Federal de Roraima

{irlanemelocosta, brunooliveirr, reiswandressa}@gmail.com

marcelle.urquiza@ufrr.br

1. Introdução

Nos últimos anos a tecnologia tem se destacado e ganhado espaço na educação. Diante desse cenário, torna-se necessário que o professor seja constantemente estimulado a modificar sua abordagem pedagógica (POZO, 2008). Atualmente, é evidente que vivemos em uma época bastante frenética, na qual as pessoas enfrentam o desafio de se adaptarem às novas tendências tecnológicas (IGOR, 2019).

A necessidade de adaptação ao longo do tempo e a busca por maior eficiência nas práticas cotidianas têm influenciado significativamente os hábitos da sociedade. Com o advento das ferramentas de texto digital, questiona-se a relevância da escrita manual, e esse debate se torna particularmente evidente no ambiente escolar. Por exemplo, muitos alunos demonstram resistência em realizar atividades tradicionais, como a produção de textos manuscritos, e sentem-se desconfortáveis com métodos de ensino que não estão alinhados com suas experiências digitais. Os alunos, então, são influenciados pelo uso da tecnologia a ponto de preferirem tirar fotos da lousa, deixando as atividades para serem feitas em casa, o que, muitas vezes, resulta em tarefas não realizadas. Por conta disso, o trabalho do professor de produção de texto e língua portuguesa torna-se ainda mais difícil. Convencer o aluno da importância da escrita manual tem se tornado uma tarefa complexa, pois os argumentos contrários parecem mais satisfatórios para os estudantes (ROSA, 2015).

Neste sentido o avanço da tecnologia e necessidade de manter-se consumido informações rapidamente e produzindo respostas (ex: postagens) de forma ágil, está provocando em parcelas da população o desinteresse pela escrita à mão, a escrita em si mais ampla e elaborada com estruturas gramaticais corretas. Na maioria das vezes isto, só é plenamente possível com a utilização de teclados em computadores (*notebooks, netbooks* ou *desktops*, por exemplo) e, por esta razão, a digitação correta, tecnicamente e ergonomicamente, vem sendo substituída pela digitação somente com alguns dedos das mãos (muito frequentemente o indicador e o dedo polegar), o que pode trazer problemas, ergonomicamente falando, às mãos e demais partes do corpo que ficam disfuncionais por esta mudança de hábito. Também se acredita no agravamento da dificuldade das pessoas em conseguir digitar e produzir trabalhos no computador, por falta de habilidade técnica de digitação, o que ocasiona maior gasto de tempo, e traz menor perspectiva de qualidade dos trabalhos produzidos por erros de digitação frequentes, textos sem estruturação, ou profundidade, e neste sentido observa-se a necessidade de contribuir para esse desenvolvimento (GOMES, 2021).

A habilidade de digitação só é adquirida com treino e orientações técnicas, que com o tempo possibilitam que seus usuários possam explorar plenamente o uso de um teclado de computador, *desktop, notebook, netbook* ou similares. O desenvolvimento dessas habilidades pode ajudar o usuário na área profissional ou acadêmica. Para uso pessoal, também podem trazer uma maior agilidade ao conduzir processos como comunicação, envio de e-mails e troca de mensagens (BUSNELLO, 2007).

As tecnologias chegaram às escolas, e segundo Moran (2009) especialista em mudanças na educação presencial e a distância, apesar da resistência institucional, as pressões pelas mudanças são cada vez mais fortes. As empresas estão muito ativas na educação on-line e buscam nas universidades mais agilidade, flexibilização e rapidez na oferta de educação continuada (ANDRADE, 2011).

A escolha de um *software*, e sua adequação, depende da forma como este se insere nas práticas de ensino, das dificuldades dos alunos identificadas pelo professor e por uma análise das situações realizadas com alunos para os quais o *software* é destinado. É o professor quem vai propor o

uso de ferramentas informatizadas capazes de criar situações favoráveis à aprendizagem dos conceitos e à superação das dificuldades dos alunos. Assim, é importante que ele tenha parâmetros de qualidade definidos, para poder identificar a adequação de um *software* às suas necessidades e objetivos (GOMES, 2002).

Para quem não precisa frequentemente escrever muitas linhas, o uso cotidiano acaba servindo como um treino para acostumar os dedos das mãos às posições das letras e números. Por outro lado, ainda que não essencial, a prática da digitação pode trazer alguns benefícios em curto prazo, como por exemplo: maior eficiência e rapidez na digitação de trabalho, e-mails e textos; diminuição no número de erros nos textos digitados, o que poupa tempo, e melhora a qualidade da leitura, possibilitando o processo de digitação mais natural, com níveis de atenção à redação adequadas e possibilitando o uso mais eficiente e saudável dos dedos das mãos.

Com as novidades tecnológicas, vêm a concorrência no mercado, onde muitos *softwares* são desenvolvidos para atender às necessidades humanas. Neste contexto, temos o exemplo do RapidTyping, um *software* de digitação que é utilizado por profissionais para digitar textos e outros tipos de documentos, permitindo mais velocidade e precisão nos movimentos (MOTTA, 2019). A digitação é uma daquelas técnicas que melhoram com o tempo e cuja prática constante ajuda a fortalecer o aprendizado, como pegar textos prontos ou trechos de livros e partir para a digitação acabam se tornando monótono em algum momento.

Neste estudo investiga-se a eficácia do *software* RapidTyping como ferramenta de treinamento em digitação para alunos do terceiro ano do ensino médio, com o objetivo de analisar se seu uso melhora a velocidade e precisão de digitação dos alunos. A proposta é avaliar como a utilização dessa ferramenta pode contribuir para o aprimoramento das competências de digitação, fundamentais tanto para atividades acadêmicas quanto profissionais. Formulamos as seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Qual a diferença no tempo gasto pelos alunos ao digitar um texto grande, texto pequeno, texto manuscrito e texto tema livre manuscrito antes e depois do treinamento com o *software* RapidTyping?

PP02. Quais habilidades específicas de digitação foram desenvolvidas nos alunos após o treinamento com o *software* *RapidTyping*?

PP03. Quais habilidades de escrita manual foram potencializadas nos alunos após o treinamento com o *software* *RapidTyping*?

2. Fundamentação teórica

Touch Typing é uma técnica avançada de digitação utilizada por pessoas com prática. Permite uma digitação mais rápida e eficiente, aprimorando o tempo de produção. Nessa técnica, o usuário não precisa olhar para o teclado, pois conhece a posição das teclas, e o processo ocorre quase automaticamente.

Frank McGurrin foi um estenógrafo e o possível criador do *Touch Typing*. Ele dava aulas de digitação e acredita-se que tenha inventado a técnica da linha inicial em 1888, usando um teclado QWERTY no padrão inglês. As teclas “ASDF” ficavam na linha inicial para a mão esquerda e o conjunto “JKL” para a direita. Dessa forma, os digitadores poderiam usar e decorar esse padrão no momento de digitar seus conteúdos. Os teclados modernos possuem um ponto ou barra em relevo nas teclas iniciais dos dedos indicadores. Assim, ajudam aos digitadores que mantêm a posição correta e conseguem desenvolver a técnica, afinal a técnica conta também com a memorização do digitador. Somente assim é possível digitar sem precisar olhar para o teclado (GOMES, 2021).

Usar *Touch Typing* traz muitas vantagens para os digitadores, destacando-se: (a) Velocidade aumentada: geralmente as pessoas costumam escrever entre 30 e 40 palavras por minuto. Já quem aplica essa técnica com conhecimento consegue atingir até 100 palavras nesse período. Ou seja, pode dobrar a sua produção; (b) Melhora na atenção: quando você aplica o *Touch Typing* sua atenção volta-se apenas para a digitação. Afinal, não precisa olhar para o teclado e buscar as letras. Dessa forma, sua produção é mais centrada e de qualidade; (c) Redução da tensão no pescoço: até ganhos físicos as pessoas podem obter com isso. Por não ter que ficar abaixando a cabeça para olhar para o teclado.

A interface principal do *Touch Typing* (Figura 1) traz o teclado em destaque. O usuário identifica a linha central do teclado e posiciona suas mãos de maneira a colocar os oito dedos em uma linha horizontal no centro do teclado, permitindo que alcancem todas as outras teclas necessárias. Assim, o usuário estará preparado para iniciar a aplicação do *Touch Typing* e gradualmente observar melhorias em sua digitação.

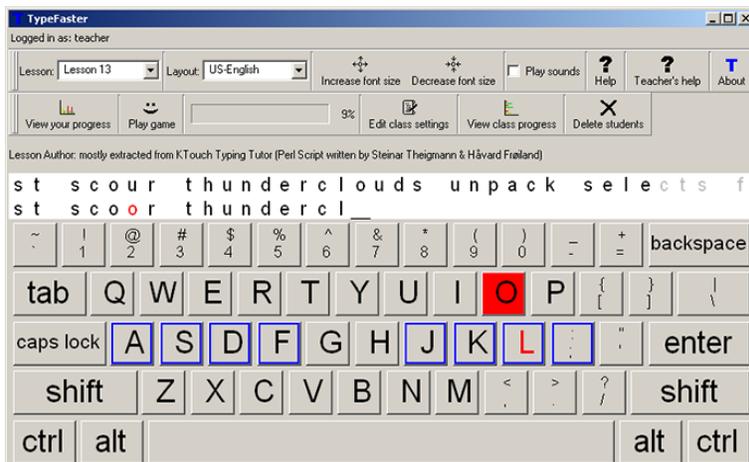


Figura 1. Tela Touch Typing.

O programa KeyBlaze (Figura 2) é uma ferramenta abrangente para quem busca aprimorar suas habilidades de digitação no computador. Ela oferece uma variedade de lições que abrangem desde o nível básico até o avançado, permitindo a personalização de funções adequadas para crianças, jovens e adultos. Além das lições, uma característica interessante é a disponibilidade de uma plataforma de jogos que torna o aprendizado divertido. Os resultados das práticas são registrados pelo programa, que é leve e fácil de ser baixado (NHC Software).

O KeyBlaze oferece um recurso exclusivo de jogos para testar e aprimorar a habilidade de digitação de forma mais rápida, divertida e dinâmica. São três estilos de jogos disponíveis: Key Blizzard, 30 Segundos para digitar e Typing Hero. Após as práticas, o usuário pode realizar testes para avaliar seu progresso. É possível definir o tempo total e o texto é gerado aleatoriamente. Os resultados são salvos em uma tela especial, apresentando

os pontos mais altos, ações realizadas, horário, melhor velocidade e o tipo de exercício praticado.

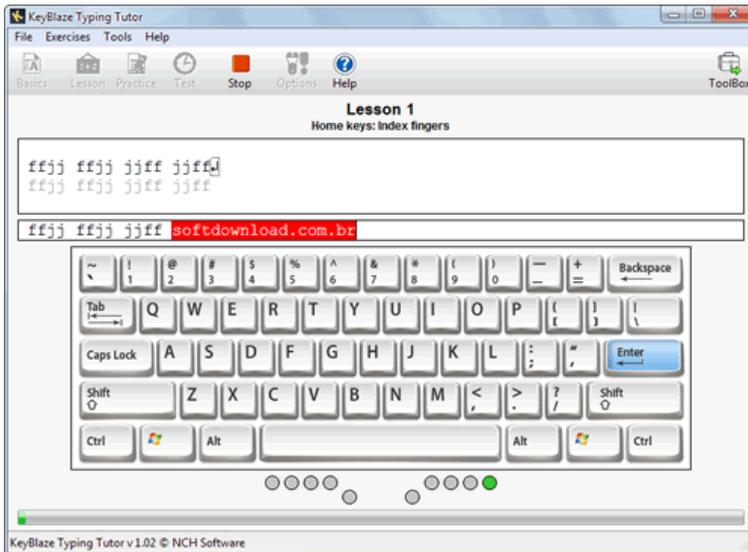


Figura 2. Tela principal do KeyBlaze.

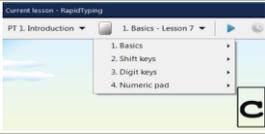
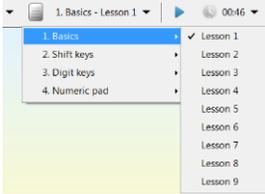
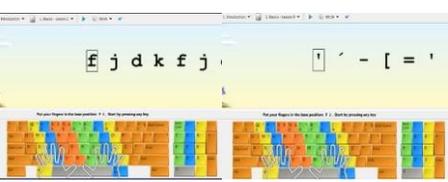
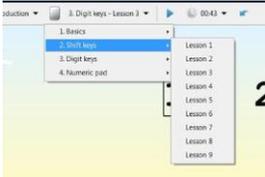
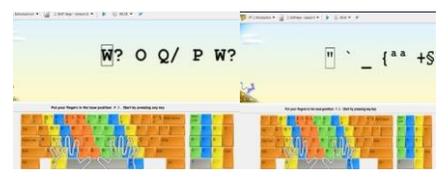
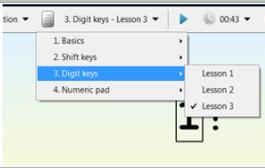
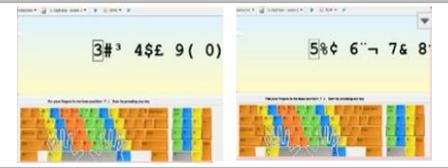
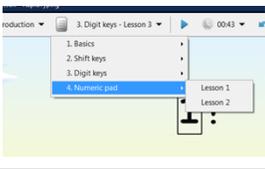
O KeyBlaze é um programa que pode ser baixado diretamente para o Windows, destinado a melhorar a proficiência do usuário com o teclado. A Figura 2 mostra a tela inicial do *software*, onde são disponibilizados textos prontos para praticar. O programa oferece acesso a lições e jogos que abrangem desde o nível básico até o avançado.

Um terceiro *software* bastante utilizado é o RapidTyping. Trata-se de um *software* gratuito e de código aberto, o que significa que está disponível para uso e modificação por parte dos usuários. Essa abordagem de código aberto permite que a comunidade de desenvolvedores contribua para aprimorar o *software* e adaptá-lo às necessidades individuais. Por meio do RapidTyping é possível aprender a usar o teclado do computador de uma forma lúdica, pois foi desenvolvido para adultos e crianças, oferecendo assim jogos e aulas práticas para todas as idades.

O *software* inclui a visualização de um teclado virtual, dividido em áreas iluminadas para indicar a posição dos dedos em cada parte do teclado.

É possível escolher entre diferentes tipos de teclados. Além disso, mãos virtuais se movem para mostrar a melhor forma de digitar palavras ou realizar outras ações usando o teclado. A cada etapa concluída, o *software* fornece informações sobre o progresso do usuário, como a quantidade de caracteres digitados por minuto e estatísticas pessoais que indicam quais exercícios devem ser repetidos para melhorar o desempenho.

Tabela 1. Ferramentas e níveis do *software RapidTyping*.

Menus	Classificação dos níveis	Telas das Lições
A Menu Principal		---
B Basics		
C Shift Keys		
D Digit Keys		
E Numeric Pad		

O programa oferece quatro níveis de aprendizado, com várias séries de letras. Quanto mais alto o nível, mais difíceis são os exercícios e mais letras

diferentes são incluídas. Os quatro níveis são: (1) *Basics*, (2) *Shift Keys*, (3) *Digit Keys* e (4) *Numeric Pad* (ver Tabela 1).

A Tabela 1 resume as principais ferramentas do *RapidTyping* em cada um dos níveis (*basics*, *Shift Keys*, *Digit Keys*, *Numeric Pad*). Após a conclusão de cada exercício, o programa fornece o nível de velocidade e precisão, permitindo que o usuário acompanhe sua evolução. Com o uso deste *software*, é possível acessar uma variedade de recursos e exercícios que ajudam a desenvolver habilidades de digitação, fornecendo informações sobre tempo e precisão de digitação.

O *software RapidTyping* é uma ferramenta educacional dinâmica projetada para facilitar o aprendizado e o uso eficiente do teclado de computador, visando uma digitação mais rápida e precisa. Este *software* traz melhorias significativas no processo de ensino-aprendizado e oferece suporte valioso para os professores, economizando tempo. Ao atribuir atividades de digitação aos alunos, os resultados tendem a ser trabalhos de redação de melhor qualidade, com menos erros e, muitas vezes, uma estrutura e conteúdo mais sólidos. Isso ocorre porque os alunos gastam menos tempo digitando e podem dedicar mais tempo à pesquisa e à compilação de informações.

Durante as aulas práticas, os alunos tiveram a oportunidade de aprender sobre os componentes do computador, com foco principal no manuseio do mouse e do teclado. Muitos alunos enfrentam dificuldades ao realizarem atividades no computador devido à baixa coordenação motora, necessária para utilizar o teclado e os botões do mouse. As aulas eram estruturadas com uma parte teórica seguida de prática, e concluídas com um exercício para verificar a compreensão do assunto pelos alunos. Para auxiliar no desenvolvimento das habilidades de digitação, foi utilizado o *software Rapid Typing Tutor*, que permitiu aos alunos praticarem a digitação e superar as dificuldades no manuseio do teclado e do mouse.

Atualmente, existem ferramentas que parecem adivinhar o que vamos digitar, completando nossas frases com base em contextos comuns de redação, como os corretores ortográficos. Domingos (2015, p. 119) destaca a importância de considerar o manuseio dos suportes digitais ao discutir o "letramento" na cultura digital. Ele ressalta que, assim como a habilidade

caligráfica era parte da cultura letrada no passado, hoje é essencial saber utilizar *softwares* de processamento de texto.

Para este estudo, o *software* RapidTyping foi utilizado em aulas para uma turma do terceiro ano do ensino médio. Sua interface de fácil compreensão, ser gratuito, de código aberto e acessível offline foram as principais considerações para a escolha, pois garantem maior flexibilidade e oportunidade de acesso aos usuários. A Tabela 2 reúne e explicita as similaridades do estudo proposto em relação à metodologia, público-alvo e materiais utilizados em três estudos selecionados.

3. Trabalhos relacionados

O *software* educacional *RapidTyping* é uma ferramenta com abordagem interativa e recursos personalizados que proporciona aos usuários uma maneira eficaz e envolvente para aprimorar habilidades de digitação. O emprego da digitação com qualidade mostra-se importante para o desenvolvimento acadêmico e profissional, oferecendo diversas vantagens que preparam os usuários para as demandas tecnológicas da atualidade, dentre elas a eficiência na produção de trabalhos acadêmicos e profissionais, refletida no aumento da velocidade e precisão na escrita (*FileHorse*).

Os exercícios práticos desenvolvidos com o uso do *RapidTyping* oferecem aos usuários a oportunidade de treinar a digitação com textos de diferentes níveis de dificuldade, proporcionando o feedback imediato sobre sua performance. O *software* inclui lições progressivas, exercícios de digitação personalizados e jogos, tornando o treinamento mais envolvente e motivador (*FileHorse*).

O treinamento de digitação com o *RapidTyping* proporciona diversos benefícios. Primeiramente, os usuários desenvolvem uma maior velocidade de digitação, o que resulta em maior produtividade em atividades acadêmicas e profissionais que envolvem a escrita em computadores. Além disso, o *software* auxilia na melhoria da precisão, reduzindo erros ortográficos e gramaticais comuns na digitação, contribuindo para uma comunicação escrita mais clara e eficiente.

O trabalho de Alsultan & Warwick (2013) propõe um mecanismo para realizar autenticação periódica não intrusiva de usuários no Ambiente

Virtual de Aprendizagem (AVA). Neste mecanismo propõe-se o uso de uma técnica de aprendizado por meio da digitação. A dinâmica da digitação é uma técnica biométrica que busca identificar pessoas por meio do seu padrão de digitação. Segundo essa técnica, a medida em que o usuário digita informações no teclado, são coletados dados em sua forma bruta onde é possível ter a latência do tempo entre o pressionamento de duas teclas, podendo ser explorada de algumas maneiras. Por exemplo, distâncias entre eventos consecutivos de pressionar duas teclas ou eventos consecutivos de soltar duas teclas podem ser utilizados, entre outras medidas. Alternativamente, uma combinação de diferentes eventos pode ser utilizada.

Em geral, após a coleta dos dados brutos, é executada uma fase de extração de características consideradas relevantes para o processo de reconhecimento do usuário. Esta fase consiste em gerar novos atributos a partir dos dados coletados. A média e o desvio padrão do tempo de pressionamento das teclas são exemplos de informações que podem ser extraídas a partir da consolidação dos dados brutos coletados durante a digitação dos textos. Este tipo de consolidação permite construir modelos de reconhecimento que sejam independentes das teclas digitadas pelos usuários. Embora a pesquisa realizada constitua um indicador favorável da viabilidade de aplicação da tecnologia e mecanismo proposto. A partir desta perspectiva, a melhoria no desempenho do modelo, que é construído no estudo de caso, pode se tornar objeto de trabalhos futuros.

De acordo com Caruso (2008) e outros colaboradores, no mundo atual, cada vez mais voltado para tecnologia e comunicação digital, as habilidades de digitação desempenham um papel fundamental na vida cotidiana dos alunos quanto ao ambiente profissional. A capacidade de digitar com rapidez, precisão e eficiência é considerada uma das competências essenciais para enfrentar os desafios da era digital. Antigamente, a escrita à mão era o principal método de registro de informações, e com isso a digitação se tornou a forma predominante de expressão escrita desde a elaboração de um trabalho acadêmico até a troca de mensagens instantâneas como e-mails, redação de relatórios profissionais e interações nas redes sociais.

A digitação é agora um componente fundamental da comunicação moderna. A contextualização das habilidades de digitação remonta ao

surgimento das primeiras máquinas de escrever no século XIX. Com o advento dos computadores pessoais na década de 1980, a habilidade de digitação se tornou ainda mais crucial para aproveitar todo o potencial dessas máquinas. Considerando a crescente dependência da tecnologia e da comunicação digital em todos os aspectos da vida, torna-se evidente que as habilidades de digitação são essenciais para o sucesso pessoal, acadêmico e profissional.

A digitação rápida e precisa, é fundamental para garantir a eficiência e produtividade. Permite que as pessoas expressem seus pensamentos e ideias de forma ágil. Além disso, está diretamente ligada à saúde e à ergonomia. Práticas recomendadas de ergonomia, como uma postura adequada, são facilitadas quando se possui habilidades de digitação bem desenvolvidas. Os trabalhos descritos, guardam semelhança e relação com o estudo aqui proposto, quanto o emprego do *software RapidTyping* como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades em digitação em usuários de computador, e mais especificamente para estudantes do 3º ano do ensino médio, com foco em ajudá-los a melhorar por meio da digitação, a produção de textos mais rápidos e de melhor qualidade.

4. Método

O presente trabalho consiste em uma pesquisa de campo realizada na Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral José de Alencar, situada no município de Rorainópolis-RR. A pesquisa foi elaborada pelos acadêmicos de Licenciatura em Informática pela Universidade Federal de Roraima, na modalidade de ensino a distância, com a supervisão do professor Walter Fiúsa dos Santos, disciplina de Matemática.

4.2. Participantes

Os participantes foram os alunos do 3º ano “A” do ensino médio, totalizando cinco estudantes, sendo três meninas e dois meninos. Optou-se por selecionar um número reduzido de alunos para participar do projeto, para que a outra parte destes, pudesse ser comparada aos que receberam treinamento.

Durante o período de pesquisa, enfrentamos alguns imprevistos que afetaram nosso treinamento. Houve feriados e manutenções na sala de informática onde estávamos realizando o treinamento. Esses contratemplos acabaram prolongando o tempo necessário para obtermos nossos resultados.

4.3. Instrumentos

Os materiais utilizados para a realização do trabalho, incluíram o laboratório de informática, papel A4 e canetas para escrita à mão, textos impressos para digitação, questionários impressos, computadores com o *software RapidTyping* e acesso ao site *Ratatype*.

4.4. Procedimento de coleta de dados

Inicialmente foi levada em sala de aula à apresentação do projeto de digitação, com as devidas explicações e orientações quanto a forma de aplicação. O primeiro passo foi a realização de um questionário impresso para os alunos responderem, com três questões pessoais onde perguntaram o nível de conhecimento deles em digitação, numa escala de 0 a 5 da seguinte forma: Você já ouviu falar em técnica de digitação? Você utiliza ou já utilizou algum *software* ou aplicativo de digitação no seu dia a dia? Você já fez algum curso voltado para a área de informática? Se sim, qual?

Em seguida foram selecionados cinco alunos sendo eles três do sexo feminino e dois do sexo masculino para participarem do treinamento de digitação durante um período de quinze dias. Os alunos selecionados foram levados para a sala de laboratório de informática, onde receberam uma folha impressa com um texto aleatório de apenas 15 linhas para digitar no *Microsoft Word*.

Os testes consistiram na digitação de diferentes tipos de textos em um laboratório de informática. Os alunos digitaram um texto curto individualmente, um texto longo e um texto de tema livre, avaliando seu próprio nível de conhecimento. Além disso, foi solicitado que os alunos escrevessem manualmente em uma folha pautada um texto impresso entregue para cada um deles. Durante a prova, os alunos sinalizavam quando concluíam cada etapa do teste, permitindo que registrássemos o tempo gasto

para a produção de cada texto. Importante ressaltar que os testes foram aplicados ao longo de 15 dias.

Ao começarem a digitar, um cronômetro foi iniciado manualmente pelo temporizador do celular. Conforme cada aluno terminava, o tempo era anotado, e assim sucessivamente, até que todos concluíssem. Após concluírem a digitação do texto pequeno que foi passado, foi aplicado o texto grande para fazer o mesmo processo, cronometrado o tempo em que eles levam para digitar texto.

Em seguida foram selecionados mais cinco alunos para iniciarmos a fase de comparação e de avaliações, foram reaplicados todos os textos novamente para todos alunos juntos, tanto para aqueles que passaram pelo treinamento quanto para os que não passaram, para que fosse realizado uma comparação do tempo entre os resultados dos alunos para fazer o texto no qual foi passado manuscrito, tema livre escrito à mão, textos grande digitado e pequeno digitado e novamente foi cronometrado através de cronômetro celular manualmente o tempo que levaram para realizarem cada um.

Foram selecionados cinco alunos treinados com o *software* e cinco alunos que não receberam treinamento, somando dez participantes. Dados de tempo gasto na digitação e número de erros de ortografia, foram registrados, referentes aos testes aplicados com textos digitados (textos grandes e textos pequenos, temas livres, tema definido) e os escritos manualmente. O objetivo foi analisar o efeito do uso do *software* com treinamento no desenvolvimento dos alunos do ensino médio na produção de documentos digitais.

5. Resultados e Discussão

Para avaliar o desempenho dos alunos na produção de textos após o treinamento com o *RapidTyping*, foi utilizado o site *Ratatype*. O objetivo foi medir o impacto do treinamento de digitação no desempenho dos alunos.

Foi observado que os alunos que passaram pelo treinamento demonstraram excelente desempenho ao longo do processo. Observou-se uma evolução por meio de testes comparativos realizados antes e depois do treinamento. No início, alguns alunos relataram enfrentar dificuldades com o manuseio dos computadores e em acompanhar o *software RapidTyping*.

A Tabela 2 reúne os dados do experimento de digitação, desenhado para observar o desempenho dos alunos não treinados no *software* *RapidTyping* e os que receberam treinamento. As variáveis analisadas foram a velocidade de digitação, em palavras por minuto (ppm) e a precisão (%) quanto ao acerto dos vocábulos digitados.

Tabela 2. Resultados da avaliação aplicada aos alunos.

Alunos Não Treinados com o <i>RapidTyping</i>					
Alunos A	A1	A2	A3	A4	A5
Velocidade (ppm)	22	2	14,8	12,2	11,6
Precisão (%)	94	83,3	94,9	89,7	96,7
Alunos Treinados <i>RapidTyping</i>					
Alunos B	B1	B2	B3	B4	B5
Velocidade (ppm)	43,6	34,8	40,4	35,6	45,6
Precisão (%)	97,3	100	94,4	100	99,1

Pode-se destacar que para todos os participantes houve um ganho em velocidade e precisão com exceção ao aluno D, que apresentou uma perda de 0,5% de precisão. O melhor desempenho em velocidade de digitação foi obtido pelo aluno B (1640%) e em precisão o maior ganho foi obtido pelo aluno D (11,48%).

Após o treinamento de digitação, observamos evolução na habilidade dos alunos, com ganho de tempo e agilidade (Tabela 2). Durante essa experiência, alguns alunos se destacaram. Por exemplo, a aluna "A" destacou-se em todas as atividades. Ela já havia concluído cursos de informática básica e avançada, além de ter prática com o computador em casa.

Essa familiaridade com o ambiente digital explica o seu desenvolvimento diferenciado. Por outro lado, o aluno "B" nunca havia feito um curso de informática e tinha pouco contato com computadores. No início, ele enfrentou dificuldades e levou mais tempo para digitar os textos e posteriormente melhorou o seu desempenho aumentando sua velocidade e precisão em comparação com o início.

Com relação ao tempo gasto (ver Tabela 3), antes e depois do treinamento, notou-se que para os textos longos a diferença não foi expressiva, mas para os textos curtos houve um ganho de 45% no tempo

gasto para digitá-los. Nos textos escritos à mão, observou-se uma diferença, com os alunos demonstrando mais habilidade na escrita manual. Eles mostraram um bom desenvolvimento ao usar sua criatividade na produção de textos livres, exigindo pelo menos 15 linhas. Enquanto 30% dos alunos conseguiram produzir textos bem elaborados em pouco tempo, os outros 70% demonstraram criatividade, embora com uma elaboração menos consistente. A qualidade dos textos não foi uma variável avaliada como dependente do efeito do treinamento com o *software*, no entanto, o professor que conduziu o estudo relatou ganhos da desenvoltura dos estudantes neste exercício de produção de texto.

Tabela 3. Comparação de tempo gasto dos alunos em cada tipo de texto.

Alunos		Texto Grande	Texto Pequeno	Texto Manuscrito	Texto Livre
Aluna A	Antes	00h14min:37	00h08min:06	00h10min:05	00h11min:50
	Depois	00h13min:30	00h05min:02	00h08min:10	00h08min:40
Aluno B	Antes	00h17min:06	00h14min:08	00h12min:30	00h17min:30
	Depois	00h15min:50	00h06min:50	00h07min:20	00h07min:40
Aluno C	Antes	00h10min:20	00h09min:40	00h10min:27	00h11min:06
	Depois	00h07min:50	00h06min:10	00h10min:40	00h08min:40
Aluno D	Antes	00h22min:40	00h12min:09	00h17min:30	00h17min:10
	Depois	00h15min:30	00h09min:40	00h11min:20	00h12min:10
Aluno E	Antes	00h20min:02	00h12min:10	00h15min:12	00h12min:15
	Depois	00h20min:50	00h09min:40	00h09min:30	00h11min:40

O método de técnicas e prática de digitação teve um efeito positivo no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Para alguns alunos que não tinham conhecimento prévio sobre o manuseio do computador, essa foi uma oportunidade para aprender e praticar, contribuindo para o desenvolvimento de suas habilidades.

6. Conclusão

O uso do *software* RapidTyping foi fundamental para alcançar o objetivo principal deste estudo, que consistiu em avaliar o impacto de um programa de treinamento de digitação no desempenho dos alunos. Ao longo do processo, pudemos observar resultados positivos e melhoria na habilidade de digitação dos participantes.

Foram relatadas dificuldades iniciais pelos alunos na identificação de letras, acentuação e em relação ao uso correto das teclas. No entanto, ao longo do treinamento, foi evidente uma melhora não apenas na habilidade de digitação, mas também quanto ao emprego da gramática e na criatividade dos participantes. Os resultados obtidos indicaram maiores ganhos de velocidade e precisão após o treinamento e demonstraram que, mesmo diante de diferentes textos (longos, curtos, livres) e formas (manual ou digitado), o treinamento com o *software* com o *RapidTyping* foi exitoso e colaborou na formação da habilidade de digitação aos alunos participantes.

7. Referências

ALLMAN, P. *Software Typing Tutor*. Disponível em: <https://bit.ly/3yOIdXT>. Acesso em 20 de junho de 2023.

ANDRADE, A. P. R. O uso das tecnologias na educação: Computador e Internet. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília/Universidade Estadual de Goiás. Brasília, 2011.

CARVALHO, KADINE SARAIVA DE; GABRIEL, ROSÂNGELA. Escrever à mão versus digitar: implicações cognitivas no processo de alfabetização. *Letrônica*, v. 13, n. 4, p. e37514, 2020. <http://dx.doi.org/10.15448/1984-4301.2020.4.37514>

SOUZA, C. C.; BRASILEIRO, T. S. A. Reflexões da relação dos indígenas com as tecnologias no ensino superior. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Informática Educacional) – Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará, 2021.

CHAVES, E. B. G. É uma geração conectada que não aprende com os erros: Analogia entre datilografia, digitação e gamificação. *Revista Científica Multidisciplinar*, v. 3, n. 8, p. e381801, 2022. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1801>

CORREA, Fábio Trindade. História da tecnologia. Disponível em: <https://bit.ly/476CgkS>. Acesso em: 16 de março de 2023.

CRUZ, M. A. S.; DUARTE, J. S. GOLDSCHMIDT, R. Keystroke Dynamics Applied to Periodic Authentication in Virtual Learning Environment. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 25, p. 36-60, 2017.

DHILLON, G. Impact of Keyboarding Skills on Typing Speed and Typing Accuracy. *International Journal of Computer Applications*, v. 159, n. 4, 2017.



Capítulo 12

Introdução ao ensino da programação para alunos do 5º ano utilizando a ferramenta “Lição Labirinto” do Code.org

José Gonçalves Lucena Neto 
Filipe Dwan Pereira 
Gabriel Peixoto Menezes da Costa 
Universidade Federal de Roraima

{gonsalves.lucena, gabrielpeixoto371}@gmail.com
filipe.dwan@ufrr.br

1. Introdução

A computação está diante de uma realidade de avanços científicos e tecnológicos, além de se encontrar presente em todos os setores da sociedade (CASTRO, 2017). Um desses setores é o educacional, o que possibilita novas alternativas para o processo de ensino e aprendizagem, como os jogos educativos.

Os jogos educativos, quando aplicados de forma adequada, são ferramentas poderosas no processo de ensino e aprendizagem, conforme destacado por Schubert (2015). Medeiros et al. (2013) apontam que pesquisas indicam que a utilização de jogos na educação pode impulsionar significativamente a construção do conhecimento.

Machado et al. (2011) reforçam essa visão, afirmando que tais ferramentas são eficazes em treinamentos, permitindo a simulação de situações críticas que envolvem riscos, tomada de decisões, ou o desenvolvimento de habilidades específicas. Nesse contexto de *softwares* educacionais, existe uma ampla gama de jogos eletrônicos disponíveis, que podem ser aplicados em diversas áreas do conhecimento, incluindo língua portuguesa, matemática, física, química e ciências da computação.

No campo da ciência da computação, há uma vasta gama de ferramentas educacionais, como programas destinados ao ensino de manutenção de computadores, celulares, redes, lógica de programação,

algoritmos e muito mais. Dentre essas áreas, a lógica de programação foi escolhida como foco deste trabalho devido à sua importância fundamental no desenvolvimento do pensamento computacional e na formação de cidadãos críticos e atuantes na era digital.

Nascimento (2015) enfatiza que ensinar lógica de programação para crianças é tanto possível quanto necessário, o que justifica a inclusão dessa disciplina nos currículos escolares de países como Finlândia, Estônia e Reino Unido. Segundo Azevedo et al. (2009), aprender a programar transcende a aquisição de habilidades específicas para profissionais da computação, representando uma forma de compreender e interagir com o mundo contemporâneo, cada vez mais mediado por programas de computador.

Nesse contexto, esta pesquisa busca contribuir no ensino de programação para crianças, utilizando como caso de uso uma escola pública no interior do estado de Roraima. Algumas escolas estaduais em Roraima já incorporaram a disciplina de Informática em suas grades curriculares, incluindo tópicos como noções básicas de computação e uso de *softwares*. Isso sinaliza um terreno fértil para a introdução de conteúdos mais avançados, como o ensino de programação, ampliando o potencial de desenvolvimento tecnológico dos alunos.

Para a presente pesquisa, foi escolhida a ferramenta “Lição Labirinto” do Code.org para ser utilizada em uma situação de ensino. O Code.org é uma plataforma de cursos e ferramentas gratuitas para diversos públicos, mantida por uma organização sem fins lucrativos, dedicada ao ensino de ciência da computação e programação. A ferramenta com a qual iremos trabalhar usa blocos de código, inspirada no Project Blocks do Google, para ensinar programação a crianças. O nosso objetivo com esta pesquisa foi investigar como o uso da Lição Labirinto impacta a capacidade de resolução de problemas e o raciocínio lógico em alunos do 5º ano.

2. Fundamentação teórica

Nesta seção, são abordados conceitos relacionados à utilização do computador, algoritmos, programação, jogos sérios e jogos eletrônicos na educação. São elencados pontos importantes e vantagens dessas ferramentas

no processo de ensino e aprendizagem, exaltando as contribuições de importantes autores a respeito do assunto.

2.1. Computador e jogos como ferramentas de apoio ao ensino

Computadores e *softwares* educacionais são recursos didáticos poderosos no processo de ensino e aprendizagem, devido à sua praticidade e capacidade de automação de tarefas repetitivas. Teixeira et al. (2007) destacam o recurso visual como uma das principais vantagens do uso de computadores na educação. Imagens, cores, personagens e movimentos oferecem uma dinâmica envolvente que contrasta com a monotonia do ensino tradicional, marcado pelo uso estático de livros e quadros. Mesmo com os esforços de docentes e outras partes envolvidas na educação, esses meios não conseguem replicar a interatividade e o engajamento que um jogo de computador proporciona.

Os jogos digitais não apenas estimulam o desenvolvimento emocional, físico e intelectual dos alunos, mas também, quando introduzidos no ambiente escolar como ferramentas pedagógicas, permitem a aplicação de novas metodologias de ensino. De acordo com Cocco et al. (2011), esses jogos, quando utilizados como instrumentos educacionais, têm o poder de ativar a imaginação dos estudantes, ajudando-os a compreender conceitos complexos que, de outra forma, seriam difíceis para os professores ensinarem.

Serrão (2015) acrescenta que jogos digitais têm a capacidade de captar a atenção e o interesse dos alunos, incentivando-os a aprofundar o conhecimento sobre os temas abordados. Essa capacidade torna o esse recurso essencial na educação, permitindo que o professor transforme seus alunos em pesquisadores dedicados, que não se satisfazem com explicações superficiais, mas que buscam constantemente o conhecimento.

Essas reflexões evidenciam a importância de introduzir computadores e jogos digitais no ensino, especialmente no ensino fundamental. A familiarização precoce com as novas tecnologias e a interação com computadores e seus recursos diversos são essenciais para um aprendizado lúdico, eficaz e de qualidade.

2.2. Por que ensinar programação às crianças e adolescentes?

Quando uma criança aprende a programar, ela desenvolve automaticamente uma série de outras habilidades essenciais, como a concentração, a capacidade de resolver problemas e o aprimoramento do raciocínio lógico. Isso ocorre porque, ao se deparar com um problema que precisa ser resolvido por meio da programação, a criança é compelida a pensar de forma estruturada para encontrar a solução adequada.

Bacchus (2018) afirma que a programação oferece soluções para desafios cotidianos, promovendo o raciocínio lógico e incentivando o aluno a sair de sua zona de conforto para buscar resoluções criativas. Garlet et al. (2016) defendem que a lógica de programação deveria ser integrada a outras disciplinas do ensino básico, como Biologia, Física, Química e Matemática, para enriquecer o aprendizado de forma interdisciplinar.

Segundo Araújo et al. (2015), as discussões atuais entre educadores apontam para a necessidade urgente de introduzir conceitos de computação desde as séries iniciais, com ênfase no ensino de lógica de programação, devido ao seu impacto positivo no desenvolvimento cognitivo das crianças. Nesse contexto, é fundamental que os estudantes compreendam o conceito de algoritmo.

Um algoritmo é uma sequência finita de passos que levam à execução de uma tarefa específica (Santos, 2009). Pode-se pensar em um algoritmo como uma receita culinária, onde cada instrução conduz a um resultado final desejado. No campo da computação, os algoritmos são aplicados em praticamente todas as atividades (Nascimento, 2015). Do ponto de vista do pensamento computacional—uma abordagem para resolver problemas que pode ser desenvolvida por meio do aprendizado de lógica de programação— a formulação de algoritmos se destaca como um dos pilares fundamentais (Araújo et al., 2015).

2.3. Jogos Sérios

Rocha et al. (2015) esclarecem que os jogos digitais, especialmente aqueles desenvolvidos com o propósito de simular problemas do mundo real, desempenham um papel crucial em áreas onde há risco à vida, ao patrimônio

e ao meio ambiente. Esses jogos são essenciais porque permitem que os usuários experimentem cenários perigosos em um ambiente controlado, reduzindo os riscos e os custos associados aos treinamentos práticos tradicionais.

Machado et al. (2011) acrescentam que essa categoria de jogos é amplamente utilizada para fins como o treinamento profissional, a tomada de decisões em situações críticas, a conscientização de públicos diversos e a educação em temas específicos. Nesse contexto, os jogos educativos se inserem como uma forma especializada de "jogos sérios", combinando entretenimento com objetivos pedagógicos e de conscientização, tornando-se ferramentas eficazes para o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades em situações complexas e reais.

2.4. A plataforma Code.org

A plataforma Code.org oferece uma grande variedade de atividades e materiais para o ensino de programação, organizados por faixa etária. O ambiente é *online* e utiliza a linguagem lançada pelo Project Blocks do Google. O Code.org permite que o usuário realize a programação através da montagem de blocos de código, com o objetivo de fazer com que o personagem realize determinada tarefa, formando, ao final, o algoritmo. Por fim, a plataforma mostra que os blocos que o aluno juntou podem ser vistos em JavaScript.

A plataforma *online* da Code.org possui muitas ferramentas voltadas para o ensino da ciência da computação e de programação, para todas as faixas etárias e divididas em cursos. Assim, entre tantas ferramentas e possibilidades disponíveis na plataforma, foi selecionada a ferramenta "Ensine com o Code Studio", que é disponibilizada para que professores possam ensinar seus alunos os fundamentos da ciência da computação, realizando a programação através da montagem dos blocos de código. Na Figura 1, podemos observar a tela do jogo lição "Labirinto", utilizada para a realização do presente trabalho.

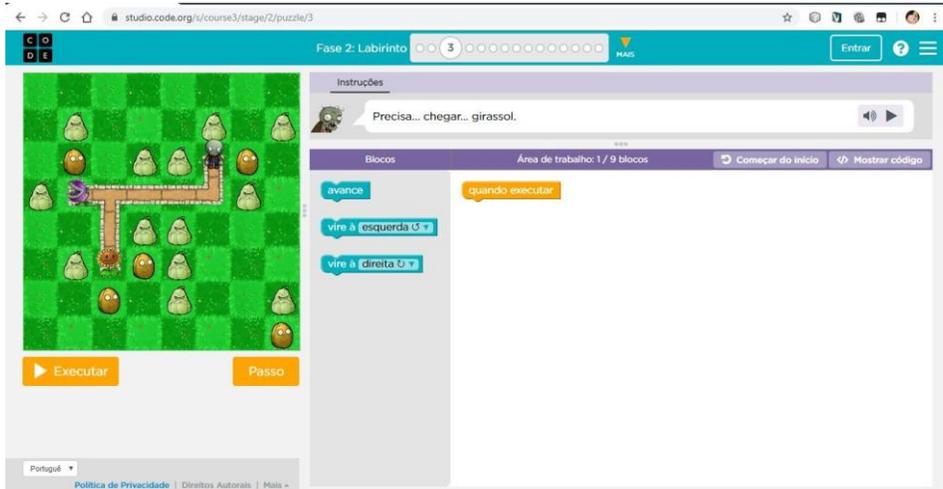


Figura 1. Lição Labirinto.
Fonte: Code.org (2019)

3. Trabalhos relacionados

O trabalho apresentado por Garlet et al. (2016) teve como objetivo avaliar um método de ensino de lógica de programação, por meio de um estudo de caso com alunos de 7º, 8º e 9º anos de duas escolas de ensino fundamental do Rio Grande do Sul. A estratégia de ensino consistiu no uso da ferramenta VisuAlg, na qual foram realizadas atividades simples, para que os alunos pudessem conhecer, na prática, cada comando.

A pesquisa realizada por Darlami et al. (2013) foi conduzida com alunos de duas turmas do 7º ano em uma escola pública municipal, com o objetivo de avaliar a eficácia de uma estratégia de ensino sobre a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo, que é 180° , e de um quadrilátero convexo, que é 360° . Para isso, foi utilizado o *software* de Geometria Dinâmica C.a.R. Metal. Os resultados mostraram que a aplicação dessa atividade despertou maior interesse nos alunos, evidenciando que a adoção de novas metodologias, como o uso de *software* educacional, é uma ferramenta eficaz para aprimorar as práticas de ensino e contribuir para o processo de construção do conhecimento.

Por fim, o trabalho de Bacchus (2018) foi realizado com alunos de 6º, 7º e 8º anos do ensino fundamental de Boa Vista – RR. O objetivo do trabalho

foi avaliar a eficiência da utilização do jogo Scratch como ferramenta de apoio ao desenvolvimento dos alunos. O método adotado foi a pesquisa-ação. A pesquisadora coletou os dados a partir de uma avaliação com questões matemáticas dentro de um jogo desenvolvido com o Scratch.

Os trabalhos relacionados têm em comum o objetivo de aprimorar o ensino fundamental em escolas públicas. Contudo, este estudo se diferencia ao concentrar-se na aplicação específica do ambiente de programação *online* Code.org, utilizando a plataforma para ensinar programação através da montagem de blocos de código. O principal diferencial deste estudo, quando comparado com os trabalhos relacionados, é a análise detalhada e prática do jogo “Lição Labirinto” da Code.org, com foco na avaliação de seu impacto no desenvolvimento de habilidades como a resolução de problemas e o raciocínio lógico. Este estudo permite uma análise aprofundada da eficiência do jogo “Lição Labirinto”, oferecendo insights claros sobre como essa ferramenta pode influenciar o aprendizado e a prática de habilidades cognitivas essenciais entre os alunos.

4. Método

Neste trabalho, adotamos a análise qualitativa, coletando dados por meio de questionários sobre a ferramenta Code.org e apresentando-os estatisticamente com números, tabelas e gráficos. A presente pesquisa buscou avaliar a eficiência do jogo Lição Labirinto, da plataforma Code.org, em relação ao desenvolvimento de habilidades, como a capacidade de resolver problemas e o raciocínio lógico.

4.1. Procedimento de coleta de dados

A pesquisa foi realizada com a turma de 5º ano do ensino fundamental da Escola Municipal Joselma Lima de Souza, no Município de Rorainópolis, Estado de Roraima, tendo sido realizada em três fases, divididas em duas aulas. Na primeira fase, foram abordados os conceitos de algoritmos e programação, exemplificando em situações cotidianas da vida dos alunos para que fosse mais fácil de entender os significados. Posteriormente, foi feita uma demonstração com projetor de imagens, para

que os alunos conhecessem a plataforma Code.org. Demonstrou-se aos alunos como funciona o ambiente e sua grande quantidade de cursos e ferramentas, exibindo alguns problemas a serem resolvidos e a resolução desses problemas por meio da programação em blocos, utilizando o curso destinado ao estudo. Essa primeira fase foi feita para que os alunos se ambientassem com essa plataforma educacional.

A segunda fase foi realizada no laboratório de informática na segunda aula. Nesta fase, os alunos utilizaram a plataforma Code.org para realizar a programação em blocos com a Lição Labirinto. A proposta era fazer com que os personagens do ambiente realizassem determinadas tarefas coordenadas pela montagem dos blocos. Nessa etapa, os alunos foram convidados a formar duplas, pois não havia computadores suficientes para a realização das atividades de maneira individual. Isso fez com que eles trabalhassem de maneira colaborativa, contribuindo com o desenvolvimento da competência de trabalho em equipe

Na terceira e última fase, que foi realizada ainda na segunda aula, após a aula prática, foi aplicado um questionário de 10 itens objetivos para avaliar o nível de aceitação e satisfação com: (1) a experiência de programar na plataforma Code.org, no ambiente do jogo Lição Aprendida; (2) o uso de jogos educativos como apoio pedagógico nas demais disciplinas escolares; e, ainda, (3) para examinar o interesse pela lógica de programação.

O uso de questionários como ferramenta de pesquisa é justificado por diversos fatores. Em primeiro lugar, são uma das opções mais econômicas para a coleta e processamento de dados, reduzindo significativamente os custos da pesquisa. Além de sua eficiência econômica, os questionários oferecem flexibilidade e praticidade na coleta de informações. Eles permitem a obtenção rápida dos resultados e garantem o anonimato dos participantes, o que pode aumentar a honestidade e a precisão das respostas. Esses aspectos tornam os questionários uma escolha vantajosa para a realização de pesquisas de maneira eficiente e econômica.

5. Resultados e Discussão

Nesta seção apresentamos os dados obtidos durante a pesquisa através da aplicação do questionário aos alunos participantes do trabalho.

Para sintetizar os resultados deste estudo, foi criada a Tabela 1 a partir das respostas dos alunos, mostrando em números e porcentagem as respostas para cada questão.

Tabela 1. Síntese dos dados.

Respostas	Qtd. Respostas	Porcentagem
Você costuma utilizar o laboratório de informática da escola?		
Utilizo sempre	0	0
Utilizo Eventualmente	3	30
Não Utilizo	7	70
Caso você utilize o laboratório, mesmo que eventualmente, que atividades você realiza?		
Pesquisas e trabalhos escolares	0	0
Entretenimento	3	100
Jogos Eletrônicos	0	0
Qual sua avaliação do ambiente Code.org?		
Ótimo	8	80
Bom	2	20
Regular	0	0
Ruim	0	0
Antes de conhecer o ambiente Code.org e programar através dele, você já conhecia sobre lógica de programação?		
Conhecia Muito	0	0
Conhecia pouco	1	10
Não conhecia	9	90
O que você achou das atividades realizadas no ambiente Code.org?		
Muito difícil	0	0
Difícil	3	30
Fácil	3	30
Muito fácil	4	40
Como você avalia a utilização de jogos educativos como ferramentas de apoio ao processo de ensino?		
Muito Importante	7	70
Importante	3	30
Pouco Importante	0	0
Indiferente	0	0
Não Considera Importante	0	0
Após a realização desta aula, como você avalia o seu aprendizado?		
Ótimo	6	60
Bom	2	20
Regular	2	20
Ruim	0	0
Após a realização da aula no laboratório, você considera que houve evolução na sua capacidade de resolver problemas e no raciocínio lógico?		
Melhorou Muito	4	40
Melhorou Pouco	5	50
Não Melhorou	1	10
Você acha que a utilização de jogos educativos pode ajudar o aluno a entender determinados assuntos que são de difícil compreensão?		
Ajuda Muito	8	80
Ajuda Pouco	2	20
Não Influencia	0	0

Atrapalha	0	0
Você gostaria que jogos e ferramentas tecnológicas fossem utilizados com mais frequência pelos professores nas demais disciplinas?		
Gostaria Muito	9	90
Gostaria	1	10
Indiferente	0	0
Não Gostaria	0	0

Quando perguntados sobre com que frequência utilizam o laboratório de informática da escola, foi possível notar que a maioria não faz uso deste ambiente e de seus recursos. Em termos percentuais, 70% responderam que não utilizam o laboratório de informática, enquanto 30% responderam que utilizam apenas eventualmente.

Assim, ao analisar as respostas para esse questionamento, podemos perceber que o laboratório de informática da escola não é utilizado com frequência pelos alunos. Os alunos que utilizam o laboratório, mesmo que esporadicamente, responderam também que utilizam tal ambiente apenas para entretenimento, como sites de vídeos, apesar de que esse ambiente pode oportunizar diversas formas de aprendizado.

Quando perguntados sobre como avaliavam a importância da utilização de jogos educativos como ferramentas de apoio ao processo de ensino, praticamente todos responderam que julgam importante a introdução dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem, o que nos leva a entender que foi satisfatória a experiência realizada durante a pesquisa. Em percentuais, 70% responderam que é muito importante que se introduza essas ferramentas no processo de ensino e 30% julgaram importante essa prática.

Sobre o nível de aprendizado adquirido a partir da aplicação da aula com o uso do ambiente Code.org, 60% responderam que foi ótimo, 20% julgaram que foi bom e outros 20% que foi regular. Isso demonstrou que os conceitos ensinados na aula foram assimilados pelos alunos.

No que diz respeito à evolução na capacidade de resolver problemas e no raciocínio lógico, 40% responderam que tais habilidades melhoraram muito, 50% responderam que melhoraram pouco e 10% responderam que não houve melhora nas suas capacidades de resolver problemas e em seu raciocínio lógico. Cumpre destacar que, ao longo da aula, observou-se que os

alunos estavam conseguindo resolver os problemas propostos no ambiente, alguns com mais facilidade e outros com um pouco de dificuldades, porém conseguiam resolver. Assim, conclui-se que todos foram capazes de pensar logicamente para resolver as atividades.

Por fim, foi perguntado aos alunos se eles gostariam que os jogos e ferramentas tecnológicas fossem utilizados com mais frequência pelos professores nas demais disciplinas, 90% dos alunos responderam que gostariam muito que os professores adotassem tais recursos como ferramentas de apoio nas demais disciplinas. Outros 10% responderam que gostariam. Assim, as novas tecnologias e jogos educativos podem ser importantes aliados na formação pessoal e intelectual do ser humano, justificando a introdução de novas metodologias de ensino.

Importa lembrar que, durante a realização da pesquisa, identificamos aspectos a serem aperfeiçoados nos laboratórios de informática das escolas do município. Uma delas foi a quantidade de computadores disponíveis nos laboratórios. Pelo fato de a pesquisa ter sido realizada em um município pequeno, nem todas as escolas possuem laboratório de informática ativo, e algumas possuem quantidade limitada de computadores em funcionamento, como é o caso da escola escolhida para a realização do presente trabalho. Tal limitação foi solucionada com a utilização de notebooks particulares para completar o total de máquinas necessárias para a realização da pesquisa e a realização do trabalho com os alunos utilizando os computadores em duplas.

Outra dificuldade encontrada foi a questão da conexão à Internet nos laboratórios, que é instável. Por esse motivo, foi necessário recorrer à conexão via satélite disponibilizada na escola escolhida para a pesquisa, para que fosse possível a realização do trabalho. Com base nesses achados, apresentaremos as respostas às duas perguntas de pesquisa.

5.1. Impacto da ferramenta educacional no aprendizado de lógica de programação

Quando questionados sobre seu conhecimento em lógica de programação, 90% dos alunos afirmaram não ter familiaridade com o tema, enquanto apenas 10% disseram conhecer um pouco sobre o assunto.

Sobre as atividades realizadas e a dificuldade encontrada no ambiente Code.org, 40% dos alunos consideraram as atividades muito fáceis, 30% acharam-nas fáceis e 30% as descreveram como difíceis. Observou-se que, embora o uso de jogos no ensino possa aumentar a curiosidade e o interesse dos alunos, ele não elimina a dificuldade de algumas tarefas. Portanto, a dificuldade encontrada em certas atividades reforça a importância de integrar jogos educativos no processo de ensino, proporcionando uma abordagem mais atraente e envolvente para o aprendizado.

5.2. Satisfação dos alunos com a ferramenta educacional

Quando questionados sobre a avaliação da aplicação da aula e do ambiente Code.org, 80% dos alunos consideraram a ferramenta como ótima e 20% como boa. Esses resultados indicam uma percepção positiva da plataforma, sugerindo que o aprendizado é facilitado quando os alunos interagem com estímulos que acham agradáveis.

Sobre a influência dos jogos educativos na compreensão de assuntos complexos, 80% dos alunos afirmaram que esses recursos tecnológicos ajudam muito na compreensão de temas difíceis em sala de aula, enquanto 20% consideraram que a ajuda é mínima. Segundo Malaquias e Ribeiro (2013), o uso de elementos lúdicos no ensino não apenas aumenta o interesse dos alunos, mas também contribui para o desenvolvimento saudável de sua personalidade e cidadania.

6. Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo investigar como o uso da plataforma Code.org, especificamente do jogo Lição Labirinto, pode facilitar o ensino de programação. Com a realização deste trabalho, a partir dos números alcançados nos resultados, concluiu-se que a utilização de jogos educativos e novas metodologias no âmbito educacional aguça no aluno um maior interesse pelo conteúdo ensinado, despertando sua curiosidade e vontade de aprender.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados, evidenciando que o ensino de programação em blocos e o uso de *softwares* educacionais são eficazes no processo de construção do conhecimento. Observou-se que, ao entender o funcionamento de um algoritmo e aplicá-lo na prática por meio da programação em blocos, os alunos não apenas aprimoram suas habilidades cognitivas, mas também desenvolvem novas competências. No entanto, a disponibilidade dessas ferramentas tecnológicas por si só não é suficiente. É essencial que haja professores capacitados para utilizá-las adequadamente, garantindo que esses recursos contribuam de maneira eficaz para o processo de ensino e aprendizagem.

7. Referências

ARAÚJO, D.; RODRIGUES, A.; SILVA, C.; SOARES, L. O Ensino de Computação na Educação Básica apoiado por Problemas: Práticas de Licenciandos em Computação. In: Workshop Sobre Educação em Computação (WEI) (pp. 130-139), 23, 2015, Recife. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. <https://doi.org/10.5753/wei.2015.10229>

AZEVEDO, J.; FIGUEIREDO, K. S.; MACIEL, Cristiano. Programando com a Família: uma Análise por Gênero nas Atividades Code.org. In: *Women in Information Technology (WIT)* (pp. 2763-8626), 12, Natal. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. <https://doi.org/10.5753/wit.2018.3387>

BACCHUS, DENISE SHARON. A Construção de Jogos com Uso do Ambiente Scratch Aplicados aos Alunos do Programa Mais Educação na Escola Estadual São José. Universidade Federal de Roraima, 2018.

CASTRO, A. D. O Uso da Programação Scratch para o Desenvolvimento de Habilidades em Crianças do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

COCCO, V. M.; PERTILE, S. O Uso dos Softwares Educacionais como Auxílio no Processo de Ensino-aprendizagem na Ortografia no 5º ano do Ensino Fundamental. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Universidade Federal de Santa Maria, 2011. <https://bit.ly/3wBkl87>

CODE.ORG. Disponível em: <https://studio.code.org/projects/public>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

GARLET, D.; BIGOLIN, N. M.; SILVEIRA, S. R. *Uma Proposta para o Ensino de Programação de Computadores na Educação Básica*. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3WIZ3QG>. Acesso em: 14 maio. 2024.

MACHADO, L. D. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. D. L. D. S.; COSTA, R. M. E. M. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Média*, v. 35, n. 02, p. 254-262, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/44L50Dp>. Acesso em 14 maio 2024.

JESUS MEDEIROS, T.; REIS DA SILVA, T.; HENRIQUE DA SILVA ARANHA, E. Ensino de Programação Utilizando Jogos Digitais: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 3, 2013. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.44363>

NASCIMENTO, C. D. *Introdução ao ensino de lógica de programação para crianças do ensino fundamental com a ferramenta Scratch*. Boa Vista, Editora da UFRR, 2015.

RIBEIRO, A. S. M.; RODRIGUES, F. B. V.; PEREIRA, V. M. Conhecendo o Scratch e suas Potencialidades Pedagógicas. In: *I Seminário Internacional de Inclusão Escolar: Práticas em diálogo, 2024*. Disponível em: <https://bit.ly/3K8Xnlx>. Acesso em: 15 maio.

ROCHA, R. V.; BITTENCOURT, I. I. Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. [s.l.: s.n.]. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3V1C8Pe>. Acesso em: 14 maio. 2024.

SANTOS, E. C. O. DOS. *Algoritmos e programação em Python para o ensino técnico integrado*. IFPI, 2022.

SCHUBERT, VAGNER. A importância dos jogos e aplicativos educacionais no processo de ensino e aprendizagem. Universidade Federal de Roraima, 2015.

SERRÃO, A. A. *Informática aplicada à educação: Benefícios da utilização do computador em sala de aula*, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3WH9zaX>. Acesso em: 14 maio. 2024.

TEIXEIRA, N. P. C.; ARAUJO, A. E. P. *Informática e educação: uma reflexão sobre novas metodologias*. Unidade Acadêmica de Garanhuns, 2007.



Capítulo 13

Caracterização de interesses profissionais e inserção no mercado de trabalho em computação: Um estudo exploratório no Brasil

Giovanna Mendes Garbácio 
Jorge Siqueira Serrão 
Marcelo Henrique Oliveira Henklain 
Universidade Federal de Roraima

gio.garbacio@gmail.com
jorgefilhoz@hotmail.com
marcelo.henklain@ufrr.br

1. Introdução

Em um mundo cada vez mais marcado e impulsionado pela tecnologia, a Ciência da Computação desempenha um papel fundamental para a inovação e solução dos desafios contemporâneos (MARTINS, 2020). Essa ciência favorece o crescimento econômico e o bem-estar social, proporcionando qualidade de vida, promovendo a melhoria de serviços públicos e o aperfeiçoamento dos processos de tomada de decisão (PEREIRA; SILVA, 2020). Seguindo essa tendência, a demanda por profissionais qualificados em tecnologia da informação (TI) continua a crescer. Estima-se que, no Brasil, essa demanda seja de 70 mil profissionais em 2024 (BRASSCOM, 2019). Nesse cenário, é essencial compreender os interesses profissionais dos graduandos em Ciência da Computação e sua inserção no mercado de trabalho.

Compreender interesses significa coletar dados como as principais preferências de atuação profissional entre graduandos e profissionais em exercício na área de Computação. Esse entendimento é crucial para alinhar o que as universidades e escolas de capacitação em informática oferecem com as expectativas de estudantes e profissionais em formação continuada. Além disso, tal informação permite avaliar a correspondência entre o que alunos e profissionais almejam e as necessidades do mercado. Por sua vez, compreender a inserção e atuação profissional consiste em analisar

características do ambiente profissional, como tipo de contrato de trabalho típico e características das organizações nas quais os profissionais atuam, tais como quantidade de funcionários, carga horária laboral, salário, benefícios e a satisfação com o trabalho. Essa análise importa para que possamos identificar aspectos do mercado a serem melhorados e se ele é atraente aos profissionais, além de verificar em que medida os centros de formação estão sendo efetivos em seus processos de capacitação.

A importância dessa caracterização vai além da descrição do mercado de trabalho na área de TI, pois ela, junto ao levantamento de principais interesses na área de computação, ajuda a embasar estudos e ações relacionados à Orientação Profissional e de Carreira (OPC) e ao desenvolvimento curricular e de qualidade de instituições de ensino na área da computação (HENKLAIN et al., 2023). Para a OPC, o conhecimento sobre as demandas da sociedade por profissionais de informática e os principais interesses dos graduados e profissionais da computação, servem de base para que o profissional de OPC oriente pessoas que estão decidindo se pretendem cursar Computação ou pessoas que, já estando na área, precisam planejar a sua carreira. Para os educadores, essa compreensão permite a adaptação de seus programas acadêmicos para atender de forma mais eficaz às necessidades da indústria. Isso resulta em uma preparação mais eficaz dos estudantes, capacitando-os para encarar os desafios do mundo profissional com maior desenvoltura e facilitando uma transição fluida da vida acadêmica para o mercado de trabalho.

Com foco na compreensão do contexto da área de trabalho em computação no Brasil e a inserção dos profissionais nesse setor e, ainda, considerando a relevância de conhecermos melhor esse mercado, este trabalho teve por objetivo caracterizar interesses laborais predominantes entre profissionais formados em Computação e/ou que atuam na área e, para aqueles que estão empregados, caracterizar o seu contexto profissional. Nessa perspectiva, este é um trabalho de Educação em Computação (BISPO-JÚNIOR et al., 2020).

Além desta introdução, este trabalho possui a fundamentação teórica, onde exploramos os principais conceitos relacionados a interesses de atuação e condições de trabalho. Na seção de trabalhos relacionados, descrevemos estudos semelhantes de modo a evidenciar a lacuna existente

na literatura. Depois, descrevemos o método utilizado para a coleta de dados. A seção de resultados e discussão apresenta nossos achados e as respostas às perguntas de pesquisa. Por fim, encerramos com a conclusão, na qual destacamos as principais descobertas, implicações práticas e sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

Nesta seção, apresentamos os principais conceitos e teorias que embasam esta pesquisa. As informações apresentadas aqui são fundamentais para orientar a análise dos resultados obtidos e para fornecer um embasamento sólido para as conclusões deste estudo.

Começamos esclarecendo que investigar interesses por áreas da computação é relevante, entre muitos motivos, porque apoia intervenções no contexto de planejamento profissional e de carreira e, ainda, permite uma avaliação mais ampla sobre em que medida existe compatibilidade entre o que as pessoas almejam, as ofertas de emprego do mercado e as necessidades sociais, permitindo traçar tendências e demandas do mercado de trabalho desse setor. Além disso, ao compreender os interesses profissionais dos profissionais já estabelecidos no mercado de trabalho, os educadores podem ajustar os programas acadêmicos para melhor contemplar demandas dos profissionais e da indústria, permitindo que os currículos de computação e as atividades oferecidas pelas instituições de ensino estejam alinhados com as necessidades da sociedade e as expectativas do mercado de trabalho (MCKENZIE et al., 2022). Essa adaptação pode incluir a introdução de novos cursos, disciplinas e atividades extracurriculares que reflitam as tendências e demandas atuais por profissionais de computação. Isso pode orientar também a oferta de programas de especialização ou aprimoramento em áreas específicas, ajudando os alunos a desenvolverem habilidades relevantes e a inserção de profissionais especializados no mercado de trabalho. Mas, afinal, o que são interesses?

Interesses profissionais são preferências relativamente consistentes ao longo da vida por atividades ou contextos nos quais essas atividades ocorrem, assim como pelos resultados associados a tais atividades. Tais preferências tendem a aumentar a probabilidade de que indivíduos se

engajem em comportamentos que os levem a ter contato com o objeto de sua preferência, orientando ações e metas em direção a esses interesses e fortalecendo os esforços para alcançá-los (ROUNDS; SU, 2014). Além disso, um estudo recente reforçou a importância dos interesses profissionais para a formação acadêmica e o desenvolvimento intencional de uma carreira sólida (AMBIEL et al., 2020). Interesses profissionais, portanto, são essenciais para o engajamento e sucesso na carreira (AMBIEL et al., 2020).

Ademais, interesses profissionais estão intrinsecamente ligados à satisfação no trabalho, visto que o fenômeno da satisfação envolve convergência entre expectativas profissionais e realidade laboral que uma pessoa vivencia, sendo amplamente empregada por setores de recursos humanos de organizações para avaliar a probabilidade, por exemplo, de perda de profissionais (COELHO-JÚNIOR; FAIAD, 2012). A satisfação é, por sua vez, fundamental para a formulação de estratégias eficazes de gestão de pessoas e para promover um ambiente laboral mais saudável e produtivo. Outros fatores também influenciam a satisfação com o trabalho, tais como relacionamento com os colegas e chefes, salário, carga de trabalho e oportunidades de promoção na empresa.

Em síntese, vemos que o conhecimento de interesses e habilidades, juntamente com o acesso a informações sobre as tendências do mercado de trabalho, são elementos-chave que influenciam estudantes universitários e graduados no momento da escolha de uma carreira em meio a diversas opções de atuação profissional. No entanto, quando se trata da área de computação, alunos de cursos de computação enfrentam um desafio adicional. A constante evolução e mudança nesse campo dificultam a elaboração de definições claras sobre quais são as ocupações possíveis ou como decidir a carreira diante de tantas opções. Além disso, a literatura sobre Orientação Profissional e de Carreira (OPC), voltada especificamente a esse público, é escassa (HENKLAIN et al., 2023).

Diante desse cenário, é importante explicitamos também os conceitos de mercado de trabalho e de área de atuação profissional. Botomé e Tosi (2006) definem mercado de trabalho como as oportunidades de emprego disponíveis e as demandas de mão de obra previstas. Por outro lado, o campo de atuação profissional refere-se às possibilidades de trabalho que emergem das necessidades sociais, mesmo que essas necessidades não estejam

formalmente configuradas em demandas e oportunidades de emprego. Portanto, é relevante que as instituições de ensino considerem demandas do mercado, desde que se orientem, prioritariamente, por uma formação profissional guiada pelas possibilidades de atuação derivadas das necessidades sociais.

3. Trabalhos relacionados

Esta seção é dedicada a examinar estudos que abordam temas semelhantes ao escopo deste trabalho. Isso nos permitiu identificar a lacuna na literatura a partir da qual o objetivo de estudo foi proposto.

Começamos examinando estudos que caracterizam o perfil de inserção profissional de egressos de cursos de informática. No estudo de Nunes et al. (2020), relativo a egressos de instituições de ensino superior do Oeste do Pará, foi descoberto que, em relação à ocupação profissional, dos 55 participantes, 20% não possuíam vínculo empregatício, e a ocupação mais comum foi a de docente (16,36%), seguida por atividades variadas em computação no serviço público, sendo que o percentual de egressos que fizeram uma segunda graduação e/ou pós-graduação foi de 85,45%. Alvares et al. (2020), por sua vez, cruzando dados de sistema acadêmico, RAIS e base de dados aberta de CNPJ, avaliaram a inserção profissional de 281 egressos de Sistemas da Informação na Unirio. Foi identificado índice de empregabilidade de 76% e média salarial de R\$ 7.560. Os cargos mais ocupados pelos egressos foram o de Analista de Desenvolvimento de Sistemas (42%) e Desenvolvedor de sistemas de Tecnologia da Informação (11%).

Em outra linha de pesquisa, encontramos estudos que buscam mapear trajetórias profissionais. Case et al. (2013), por exemplo, examinaram os perfis de 175 egressos de Sistemas de Informação, formados nos EUA, utilizando dados do LinkedIn. Descobriu-se que, logo após a graduação, 55% da amostra havia obtido empregos de natureza técnica, enquanto os demais ocupavam empregos de técnicos e gerentes. Após cinco anos de formados, 63,2% da amostra já ocupava cargos gerenciais. Após 10 anos, esse número aumentou para 83,38% e, após 15 anos, a tendência se estabilizou. Esses resultados indicam que a transição de cargos mais técnicos

para os gerenciais é uma tendência comum para profissionais de informática do mercado privado. No estudo de Joseph et al. (2012), foram examinadas trajetórias de indivíduos que forneceram informações sobre suas carreiras por mais de quatro anos e que dedicaram, pelo menos, um ano a emprego em TI. Os resultados revelaram a existência de três padrões distintos de carreira: (1) Carreira em Tecnologia da Informação: profissionais atuam apenas em TI e, ao longo do tempo, tendem a alcançar cargos de gestão nessa área; (2) Carreira de Profissional do Mercado: profissionais atuam em TI por cerca de dois anos e deixam a área; e (3) Carreira de Profissional Secundário: profissionais de outras áreas ingressam na TI após cerca de 10 anos, permanecendo nela por aproximadamente dois anos.

Encontramos também estudos que investigam o contexto laboral de profissionais de informática. Moreno-Júnior et al. (2009) investigaram as relações de trabalho e perspectivas de carreira de profissionais de informática brasileiros. Foram analisadas as percepções dos profissionais e de gerentes sobre a carreira em TI, as demandas do mercado de trabalho na área e as âncoras de carreira. Os resultados indicaram preocupações dos profissionais com a atualização constante de conhecimentos, a participação em projetos tecnológicos e a valorização da experiência e formação na área. Além disso, foram identificadas questões relacionadas à desvalorização da formação em TI, à falta de diferenciação entre profissionais qualificados e menos qualificados, e à necessidade de políticas de atração, retenção e desenvolvimento mais eficazes.

Nesse contexto, o estresse ocupacional e estratégias de enfrentamento por profissionais de informática foi objeto do estudo de Servino et al. (2013). Os principais estressores percebidos foram sobrecarga de trabalho e deficiência na divulgação de informações sobre decisões organizacionais. As estratégias de enfrentamento mais utilizadas foram a resolução de problemas e o suporte social. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no nível de estresse entre profissionais de TI do sexo masculino e feminino. Profissionais com menor tempo de experiência apresentaram maior estresse, enquanto os mais experientes utilizaram para lidar com essa realidade. Estratégias de enfrentamento do confronto e fuga-esquiva foram associadas a maiores níveis de estresse, enquanto a aceitação de responsabilidades foi relacionada a menores níveis. No geral, verificou-se nível moderado de estresse entre os profissionais de informática. Seguindo

essa linha, Shropshire e Kadlec (2012) investigaram fatores determinantes para profissionais de informática abandonarem sua atuação nessa área. Os resultados revelaram que estresse, insegurança no emprego e burnout favorecem a saída do setor.

Diante dos desafios da inserção e permanência no mundo profissional da informática, McKenzie et al. (2022) abordaram a importância da compreensão dos interesses profissionais dos estudantes de informática para orientar suas escolhas de carreira. Foi observado que muitos estudantes têm aspirações amplas relacionadas à TI, mas têm dificuldade de planejar uma carreira. A pesquisa também destacou a necessidade de apoio adequado durante a universidade para que os estudantes consigam traduzir seus interesses em metas realistas de carreira e estratégias de busca de emprego. Por fim, Henklain et al. (2023) investigaram processos de auxílio à orientação profissional e de carreira para estudantes de informática. Ao revisar a literatura científica sobre OPC aplicada nesse contexto, foi verificado que as pesquisas são escassas, revelando a importância de estudos como este.

Notamos na literatura uma escassez, especialmente, em termos de estudos na região norte do país e que examinassem simultaneamente interesses profissionais e inserção profissional. Definimos, então, como objetivo deste estudo, caracterizar interesses por áreas da computação em profissionais de informática e o contexto laboral em que atuam. Para atingir esses objetivos, buscamos responder às seguintes perguntas de pesquisa:

PP01. Quais são os interesses profissionais da amostra investigada?

PP02. Em que medida profissionais de informática estão atuando e em qual área da computação?

PP03. Quais são as características dos empregos desta amostra?

PP04. Quais são as principais atividades profissionais realizadas por esses profissionais?

PP05. Em que medida as atividades profissionais se associam com os interesses de atuação?

PP06. Em que medida a satisfação com o trabalho se associa com os interesses de atuação?

4. Método

4.1. Participantes

Participaram 61 pessoas com média idade de 33,48 anos ($DP = 10,36$), variando entre 19 e 62 anos. Do total, 52 eram do sexo masculino (85,25%) e nove do sexo feminino (14,75%). A maioria dos participantes era de Roraima (31,15%), Bahia e São Paulo (ambos com 18,03%). Não obstante, participantes de 12 unidades federativas brasileiras contribuíram para o estudo além das supracitadas: Amazonas, Distrito Federal, Paraná, Acre, Ceará, Paraíba, Rio de Janeiro, Alagoas e Goiás, variando de 1 a 19 participantes. No que diz respeito à escolaridade, a maior parte relatou estar cursando nível superior (34,43%) ou já ter completado o ensino superior (34,43%) em Computação ou área similar.

4.2. Instrumentos

O questionário foi composto por duas seções obrigatórias, sendo elas a caracterização dos participantes e a caracterização de trabalho na área da computação, e uma seção opcional, com a versão reduzida da Escala de Satisfação no Trabalho (EST), desenvolvida por Siqueira (2008). A primeira seção tinha por objetivo caracterizar a amostra em relação a sexo, idade, estado brasileiro de origem, escolaridade, principal interesse profissional na área de Computação e situação ocupacional. A segunda seção investigava as características das ocupações dos participantes que informaram estar empregados, a saber: área de atuação na computação, tipo de contrato de trabalho, carga horária, quantidade de salários mínimos recebidos no emprego atual, benefícios oferecidos pelo trabalho, tipo de organização (comércio, serviços, indústria ou governamental), número de funcionários da organização e descrição das três principais atividades exercidas. A terceira e última seção consistia na EST, apresentada em um formato de escala Likert, "1 = "Totalmente Insatisfeito" e 7 = "Totalmente Satisfeito", abrangendo 15 situações descritas sobre o ambiente de trabalho. Esta escala mostrou possuir evidências psicométricas adequadas (consultar, por exemplo, SIQUEIRA, 2008; COELHO-JÚNIOR; FAIAD, 2012).

Com relação às áreas da computação para indicação de interesse e em qual área o profissional atuava, trabalhamos com as seguintes opções:

Aprendizado de máquina e Mineração de dados, Banco de Dados, Ciência de Dados, Computação Gráfica, Desenvolvimento de *Software*, Design, de Engenharia de *Hardware*, Engenharia de *Software*, Gerência de Projetos de TI, Gerência de TI, Governança de TI, Pesquisa e Docência, Recuperação de Informação, Redes de computadores e Internet, Segurança da Informação, Suporte a Computadores e Periféricos, e Visão Computacional. Caso nenhuma delas correspondesse ao interesse ou área de atuação do profissional, havia, ainda, a opção de uso do campo 'Outros', que ao ser selecionado requeria que o participante escrevesse o nome da área de atuação. Foi fornecido um documento com a descrição de cada uma dessas atuações, para que o seu significado ficasse claro.

4.3. Procedimento de coleta de dados

Este foi um estudo do tipo *survey*, com aplicação de questionário implementado na plataforma *Google Forms* e divulgado em redes sociais em 2021. Participaram apenas profissionais graduados em Ciência da Computação ou que atuam nessa área, que indicaram sua concordância em participar do estudo e que preencheram corretamente todos os itens de controle de atenção. Esses itens continham no enunciado a explicação de que sua finalidade era saber se o participante estava prestando atenção ao estudo e, por isso, determinava uma opção de resposta a ser selecionada. Quando o participante cumpria a ordem do enunciado, selecionando a opção correta, considerávamos que ele prestou atenção. Caso cometesse um erro, o procedimento era eliminar seus dados da análise final.

5. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os resultados e discussões em função das seis perguntas de pesquisa que formulamos. Nossas respostas a essas perguntas serão sumarizadas na seção de conclusão.

PP01. Quais são os interesses profissionais da amostra investigada? A Tabela 1 resume as respostas encontradas. Verificamos que o maior interesse profissional foi por Desenvolvimento de *Software* (34,43%), seguido por Engenharia de *Software* (8,20%), Ciência de Dados e

Gerência de TI (ambos com 6,56%). Se considerarmos que a maior parte dos nossos participantes são menos experientes profissionalmente, uma vez que 75,41% estão cursando ou apenas terminaram a graduação, podemos interpretar que os resultados encontrados corroboram os achados de Case et al. (2013), no sentido de atuação mais técnica no início da carreira em informática com tendência, apenas para os profissionais mais experientes, de que ocupem cargos de gestão.

Tabela 1. Interesse profissional por Áreas da Computação.

Área de maior interesse profissional	Qtd.	%
Profissional de Desenvolvimento de <i>Software</i>	21	34,43
Profissional de Engenharia de <i>Software</i>	5	8,20
Profissional de Ciência de Dados	4	6,56
Profissional de Gerência de TI	4	6,56
Profissional de Engenharia de <i>Hardware</i>	3	4,92
Profissional de Pesquisa e Docência	3	4,92
Profissional de Redes de computadores e Internet	3	4,92
Profissional de Suporte a Computadores e Periféricos	3	4,92
Profissional de Visão Computacional	3	4,92
Profissional de Aprendizado de máquina e Mineração de dados	2	3,28
Profissional de Design	2	3,28
Profissional de Gerência de Projetos de TI	2	3,28
Profissional de Banco de Dados	1	1,64
Profissional de Computação Gráfica	1	1,64
Profissional de Segurança da Informação	1	1,64
Outro: Não especificado	1	1,64

Outro: Profissional de Suporte à Infraestrutura	1	1,64
Outro: Profissional de Suporte de negócio a ERP	1	1,64
Total	61	100

PP02. Em que medida profissionais de informática estão atuando e em qual área da computação? Dos 61 participantes, 57,38% se encontram trabalhando com computação. Esse percentual é menor que o índice de empregabilidade de 76% descrito no estudo de Alvares et al. (2020), sendo que mais estudos são necessários para mapear essa empregabilidade, uma vez que este estudo e o de Alvares et al. (2020) foram conduzidos com pequenas amostras. Avaliamos também, para os que informaram que estavam trabalhando, em que área da computação poderia ser enquadrado seu trabalho. A Tabela 2 exhibe a quantidade e o percentual de profissionais atuando em cada uma das áreas da computação. Vale destacar que as respostas informadas no campo “Outros” foram: Profissional de Computação Forense, Profissional de Suporte à Infraestrutura e Profissional de Suporte de negócio a ERP.

Tabela 2. Atuação em Áreas da Computação.

Área da Computação de atuação	Qtd.	%
Profissional de Desenvolvimento de <i>Software</i>	16	45,71
Profissional de Gerência de TI	3	8,57
Profissional de Design	2	5,71
Profissional de Engenharia de <i>Hardware</i>	2	5,71
Profissional de Redes de computadores e Internet	2	5,71
Profissional de Suporte a Computadores e Periféricos	2	5,71
Profissional de Aprendizado de máquina e Mineração de dados	1	2,85
Profissional de Computação Forense	1	2,85

Profissional de Computação Gráfica	1	2,85
Profissional de Engenharia de <i>Software</i>	1	2,85
Profissional de Governança de TI	1	2,85
Profissional de Pesquisa e Docência	1	2,85
Profissional de Suporte à Infraestrutura	1	2,85
Profissional de Suporte de negócio a ERP	1	2,85
Total	35	100

Conforme a Tabela 2, verificamos que a maior parte dos empregados atua como Profissional de Desenvolvimento de *Software* (26,22%), seguido por Profissionais de Gerência de TI (4,91%), e Profissionais de Design, Engenharia de *Hardware*, Redes de Computadores e Internet e Suporte a Computadores e Periféricos (3,27% cada). Esses dados corroboram os achados de Alvares et al. (2020), pois nesse estudo foi observado que frequentemente profissionais de informática trabalhavam como analista de desenvolvimento de sistemas ou desenvolvedor de sistemas.

PP03. Quais são as características dos empregos desta amostra?

Foram investigadas as principais características das ocupações dos 35 participantes que informaram trabalhar com computação. A Figura 1 exhibe os percentuais do tipo de contrato de trabalho dos profissionais e o tipo de organização em que eles atuam. Pedimos que os participantes classificassem o trabalho autônomo como "Serviços" no item sobre o tipo de organização.

Em relação ao tipo de contrato de trabalho, foi mais frequente a atuação com carteira assinada (54,3%), houve empate nas outras duas modalidades. Com relação ao tipo de organização mais usual, verificamos que as organizações da área de serviços foram mais frequentes (45,7%) e, na sequência, aquelas do setor governamental, ou seja, a atuação na esfera pública. Na amostra de Nunes et al. (2020), observamos que a atuação no serviço público também obteve a segunda posição no ranking de atuações típicas.

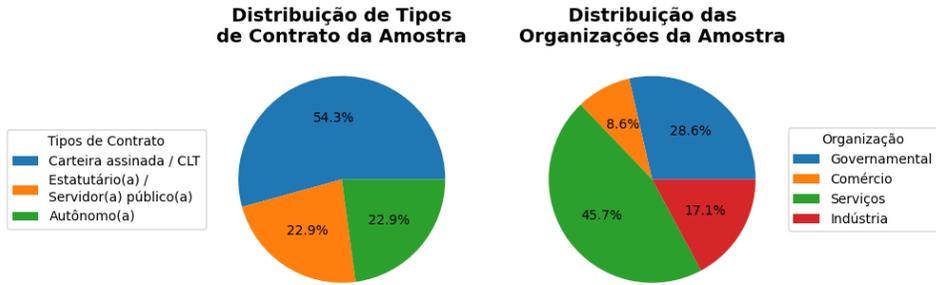


Figura 1. Percentuais de tipos de contratos de trabalho e tipos de organizações.

A Figura 2 mostra a quantidade de funcionários das organizações dos participantes, de modo a permitir classificar o porte da organização em que eles trabalham. A classe "Não se aplica" se refere aos trabalhadores autônomos.

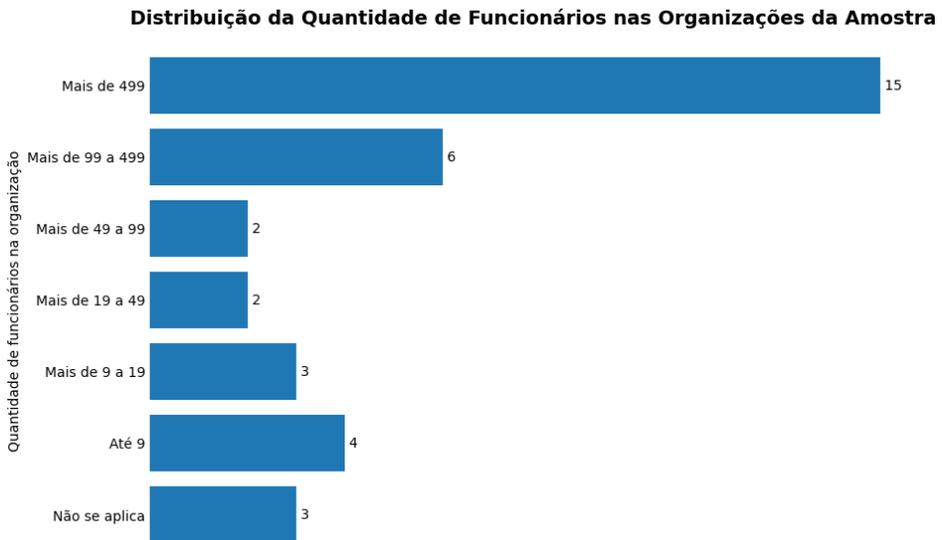


Figura 2. Frequência de faixas de quantidade de funcionários nas organizações em que trabalham os participantes desta amostra.

Observamos que a maioria dos profissionais trabalha em empresas consideradas de grande porte, com mais de 499 funcionários (42,85%), seguido de organizações consideradas médias, tendo entre 99 e 499 funcionários (17,14%). Considerando que grandes empresas se inserem em um contexto de maior competição por espaço no mercado, é possível que isso se associe aos níveis moderados de estresse que são, tipicamente, encontrados entre profissionais de informática (SERVINO et al., 2013). Uma vez que esse fator favorece o abandono dessa área de trabalho (SHROPSHIRE; KADLEC, 2012), é importante pensar em estratégias de mudança das condições de trabalho em organizações de grande porte que empregam profissionais de informática.

Investigamos também a remuneração recebida pelos participantes por meio da quantidade de salários-mínimos, o que é apresentado na Figura 3. Um salário-mínimo foi considerado como sendo equivalente a R\$1.100,00, com base em referência do ano de 2021.



Figura 3. Frequência de faixas de salários-mínimos em que se encontram os participantes deste estudo.

Verificamos que a maior parte dos participantes recebem na faixa de mais de 3 a 5 salários-mínimos (25.71%), seguida da faixa de 10 a 15 salários-mínimos (14.28%). Em reais, esses dados sugerem que os profissionais de informática recebem, tipicamente, entre R\$ 3.300,00 a R\$ 5.500, provavelmente em início de carreira, em alguns casos mesmo antes do término da graduação, podendo chegar a salários que variam de R\$ 11.000,00 a R\$ 16.500,00. Esses valores se aproximam da média salarial de R\$ 7.560,00 identificada por Alvares et al. (2020).

Na Figura 4, apresentados os dados de carga horária semanal de trabalho. Observamos que a maioria dos profissionais (37,1%) trabalham entre 30h e 40h, sendo que 28,6%, provavelmente alunos, trabalham entre 4h a 8h por semana. Avaliamos que essa entrada precoce no mercado de trabalho por estudantes de computação, desde que não impacte negativamente a conclusão do curso, pode ser promissora para auxiliar o estudante a tomar decisões profissionais, superando parte da dificuldade, nesse sentido de planejamento de carreira, identificada por McKenzie et al. (2022).

Distribuição da Carga Horária da Amostra

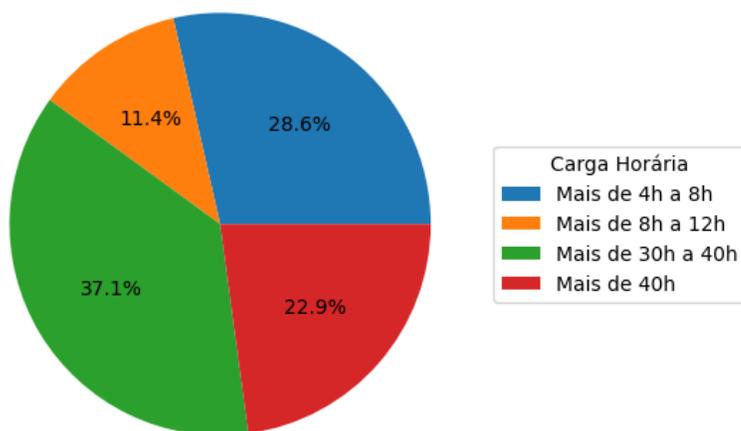


Figura 4. Percentual de carga horária de trabalho semanal dos participantes.

Por fim, a Tabela 3 exibe a frequência dos benefícios recebidos pelos profissionais de informática nas organizações em que atuam. Observamos que Plano de saúde médica (19%), Vale alimentação (19%), Plano de saúde odontológico (14%) e Vale transporte (10%) foram os benefícios mais frequentes, mas que benefícios que poderiam ajudar a lidar com o estresse do trabalho (conforme apontado por SERVINO et al., 2013; SHROPSHIRE; KADLEC, 2012), como Plano de saúde psicológico (5%), Sala de jogos na organização/empresa (3%) e Tempo livre no trabalho para projetos pessoais (3%), ainda são pouco frequentes. São benefícios raros o acesso a plataformas de cursos *online* profissionalizantes, sistema de apoio financeiro, assistência social, seguro de vida, além de refeições e transporte fornecidos pela própria organização. Investir nesses aspectos pode funcionar como um fator de diferenciação de empresas que buscam atrair e contratar profissionais de informática.

Tabela 3. Frequência dos Benefícios recebidos pela amostra.

Benefícios	Frequência
Plano de saúde médica	19
Vale alimentação	19
Plano de saúde odontológico	14
Vale transporte	10
Assistência à Creche	9
Ginástica laboral na organização	9
Atividades de valorização do trabalhador dentro da organização	7
Plano de saúde psicológico	5
Assistência Funerária	5
Sala de jogos na organização	3
Tempo livre no trabalho para projetos pessoais	3
Acesso à plataforma gratuita de cursos <i>online</i>	1

Alimentação em restaurante da empresa	1
Assistência social	1
Seguro de vida	1
Sistema de apoio financeiro	1
Transporte da empresa	1
Nenhum	10

PP04. Quais são as principais atividades profissionais realizadas por esses profissionais? Solicitamos que cada participante que trabalhasse na Área da Computação descrevesse até três principais atividades profissionais realizadas em seu trabalho. Os resultados foram resumidos na Tabela 4, com destaque apenas para as atividades mais frequentes.

Tabela 4. Descrição de atividades profissionais na Computação.

Atividade	Frequência
Desenvolver sistema ou <i>software</i>	14
Outras atividades ou Atividades pouco claras	12
Desenvolver conteúdo, peças gráficas e layout para a <i>web</i>	9
Analisar requisitos de um sistema	4
Delimitar requisitos e características do sistema a ser desenvolvido	3
Fornecer consultoria e suporte a infraestrutura	3
Fornecer consultoria e suporte a sistemas	3
Integrar sistemas	3
Manter periféricos e outros equipamentos de informática	3
Outras atividades	33

Ao analisar a Tabela 4 nota-se que as atividades citadas com mais frequência são relacionadas a desenvolvimento de *software*, desenvolvimento de interfaces, análise de requisitos, projeto de *software*, atividades de consultoria e de manutenção de equipamentos. Esse resultado era esperado visto que essas atividades descrevem a área da computação do Profissional de Desenvolvimento de *Software*, que é a área mais popular entre a amostra tanto em relação aos interesses profissionais quanto a ocupação efetiva, como já constatado anteriormente. Novamente, os dados corroboram os achados de Alvares et al. (2020).

Por fim, analisamos os resultados da Escala de Satisfação no Trabalho, preenchida por apenas 17 participantes, sendo a satisfação mais alta representada pela nota 7 e a mais baixa por 1. Os resultados foram sintetizados no gráfico da Figura 5 com a média da satisfação de cada categoria e seu desvio padrão (DP).

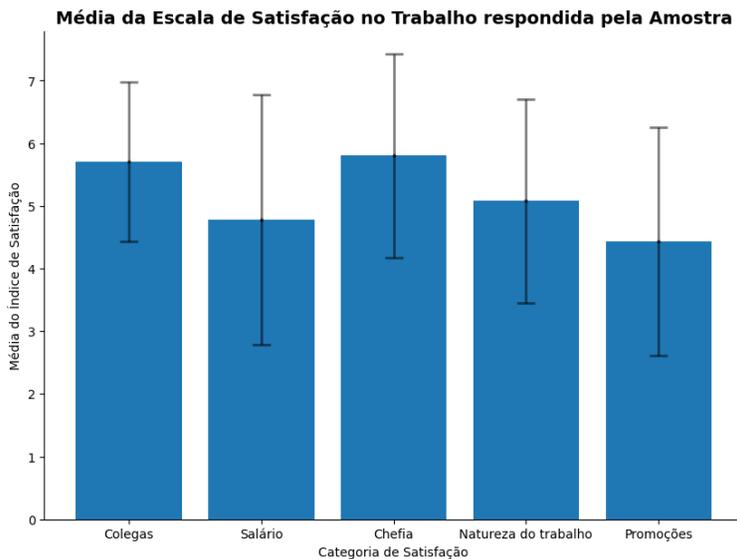


Figura 5. Grau de satisfação com o trabalho em relação aos cinco fatores da EST.

O maior grau de satisfação observado foi com a chefia (*Média* = 5,80; *DP* = 1,62), seguida pela satisfação com os colegas (*Média* = 5,71; *DP* = 1,27), o que sugere que o ambiente social tem sido percebido como positivo. Paradoxalmente ao dado sobre a chefia, a menor satisfação está na dimensão de promoções no trabalho (*Média* = 4,43; *DP* = 1,82), o que, tipicamente, é uma decisão dos gestores, mas, para esta amostra, não afetou negativamente na avaliação dos chefes. Esses dados corroboram os achados de Moreno-Júnior et al. (2009) no sentido da baixa valorização do profissional, com falta diferenciação entre profissionais mais e menos qualificados. Assim, se, por um lado, a demanda por contratação de profissionais é grande, por outro, nem sempre isso se traduz em uma valorização financeira correspondente. De um modo geral, notamos que os profissionais de informática possuem uma satisfação moderada com o seu trabalho.

PP05. Em que medida as atividades profissionais se associam com os interesses de atuação? Para avaliar em que medida as atividades profissionais se associaram com os interesses de atuação, comparamos os percentuais de interesse de uma área (Tabela 1) cujo cálculo foi feito com todos os 61 participantes com os percentuais de atuação nas áreas (Tabela 2) contabilizando apenas os 35 participantes que efetivamente trabalham em computação. A Tabela 5 ilustra essa comparação.

Tabela 5. Comparação das áreas de interesse profissional e atuação.

Área da Computação	% Interesse	% Atuação
Aprendizado de máquina e Mineração de dados	3,28	2,85
Banco de Dados	1,64	-
Ciência de Dados	6,56	-
Computação Gráfica	1,64	2,85
Desenvolvimento de <i>Software</i>	34,43	45,71
Design	3,28	5,71
Engenharia de <i>Hardware</i>	4,92	5,71
Engenharia de <i>Software</i>	8,20	2,85

Gerência de Projetos de TI	3,28	-
Gerência de TI	6,56	8,57
Pesquisa e Docência	4,92	2,85
Redes de computadores e Internet	4,92	5,71
Segurança da Informação	1,64	-
Suporte a Computadores e Periféricos	4,92	5,71
Visão Computacional	4,92	-
Outro: Não especificado	1,64	-
Outro: Suporte à Infraestrutura	1,64	2,85
Outro: Suporte de negócio a ERP	1,64	2,85
Governança de TI	-	2,85
Computação Forense	-	2,85
Total	100	100

Uma variação pequena na comparação dos percentuais não é um fator substancial porque as amostras comparadas possuem diferentes quantidades de participantes. Assim, as análises desses dados não podem ser conclusivas, mas apontam para exames promissores que podem ser conduzidos e aperfeiçoados em estudos futuros. Neste estudo, avaliamos que o dado mais confiável, por ter maior número de participantes, foi no sentido de que a área de Desenvolvimento de *Software* parece exigir mais pessoas atuando do mercado (45,71%) do que o volume de interesse por ela (34,43%). Esses dados preliminares sugerem que mais estudos são necessários para aprofundar o exame sobre a relação entre interesses e atuação profissional no campo da computação. Importa lembrar que a investigação sobre esses fenômenos é necessária, uma vez que muitos estudos podem ter dificuldades de planejamento de carreira (conforme McKenzie et al., 2022), de modo que podem acabar atuando em uma área da computação com elevada oferta de emprego, mesmo que não seja o seu

interesse. Isso pode levar a frustrações e, eventualmente, abandono de carreira, que é o caso do segundo tipo de carreira em TI identificado por Joseph et al. (2012), no sentido de que alguns profissionais atuam por pouco tempo com informática e decidem trocar de área de trabalho.

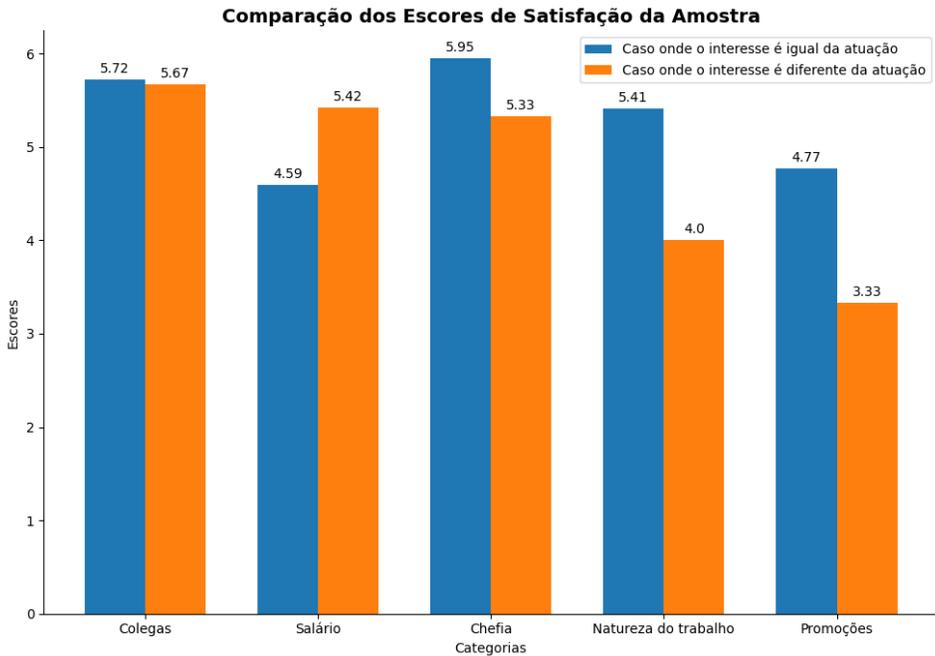


Figura 6. Comparação entre graus de satisfação entre participantes que atuam em suas áreas de interesse e aqueles que trabalham em áreas da computação distintas em relação aos seus interesses.

PP06. Em que medida a satisfação com o trabalho se associa com os interesses de atuação? O preenchimento da escala foi facultativo, resultando em apenas 17 respostas. Para medir a associação dos índices de satisfação com os interesses de atuação, comparamos as satisfações das pessoas que apresentaram convergência entre interesse profissional e área de ocupação ($n = 13$ pessoas), com pessoas divergentes nesse quesito ($n = 4$). Essa comparação está representada na Figura 6.

Notamos que para a maioria dos nossos participantes, a área em que atuam é bem similar à que manifestaram ter preferência. Percebeu-se

também que a satisfação com o trabalho das pessoas que atuam em sua área de interesse é geralmente maior em relação àquelas que atuam em áreas diferentes das que se interessam. A exceção é na satisfação com o salário, o que aponta que pessoas podem estar abandonando as suas áreas de interesse profissional por melhores salários em outros campos da computação. Conforme já destacado, Moreno-Júnior et al. (2009) sugerem que profissionais de TI podem não receber a devida valorização financeira. Ao mesmo tempo, também é possível que a falta do correto planejamento de carreira (McKenzie et al., 2022) é que tenha dificultado a inserção profissional na área de interesse.

6. Conclusão

Este estudo, realizado por meio de uma pesquisa survey, caracterizou os principais interesses de ocupações entre os profissionais formados em Computação ou atuantes na área e caracterizou a inserção profissional e satisfação no trabalho do mercado da Tecnologia da Informação no Brasil. A análise feita a partir dos dados coletados apontou que a área de interesse profissional na computação mais popular é também a área de ocupação mais comum, que é a de Desenvolvimento de *Software*.

Verificamos também que a maioria dos profissionais ativos no mercado possuíam emprego formal, com carteira assinada (CLT), e atuavam, predominantemente, no setor de serviços, em organizações de grande porte, com salários variando entre 3 a 5 salários mínimos e carga horária de trabalho entre 30 e 40 horas semanais. Os benefícios comuns são plano de saúde médico, plano de saúde odontológico e vale-alimentação. A satisfação geral com o trabalho pareceu ser maior entre aqueles que atuam na área de seus interesses profissionais, destacando a importância de alinhar as preferências individuais com as oportunidades de emprego, para melhorar a satisfação laboral.

No entanto, este estudo teve algumas limitações, sendo a principal a pequena amostra, que não pode representar adequadamente a população brasileira de profissionais da computação. Apesar de 61 pessoas terem aceitado responder ao instrumento, a parte referente à EST, por exemplo, foi composta por apenas 17 respostas. Nesse contexto, temos limites em relação

à generalização. Assim, para estudos futuros, recomenda-se aumentar o número de participantes de modo a obter dados representativos. Além disso, seria interessante explorar outros fatores na coleta de dados, como o tempo de serviço, mudanças de cargos e as razões para a saída da área de computação, a fim de obter uma visão mais abrangente das dinâmicas de carreira e satisfação no setor de informática.

7. Referências

ALVARES, R. V.; LOUTFI, M. S.; CAMPOS, N. S. Onde estão Meus Egressos? Relato sobre um Mapeamento Automatizado da Vida Profissional dos Formados em Sistemas de Informação da UNIRIO. In: *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)* (pp. 56-60), 28, Cuiabá. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11129>

AMBIEL, R. A. M.; MARTINS, G. H.; TAVEIRA, M. C.; ZUANAZZI, A. C.; SILVEIRA, J. Z.; CICHETTO, A. A. Psychometric study of the scale of interests by areas of psychology. *Paidéia*, v. 30, p. e3029, 2020. <https://doi.org/10.1590/1982-4327e3029>

BOTOMÉ, S. P.; TOSI, P. C. S. Desenvolvimento de comportamentos para orientar a formação de graduandos na atuação profissional. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, v. 8, n. 1, p. 103-106, jun. 2006. Disponível em: <https://bit.ly/4ag8quk>. Acesso em: 13 maio 2024.

BISPO-JÚNIOR, E. L.; RAABE, A.; MATOS, E.; MASCHIO, E.; BARBOSA, E. F.; CARVALHO, L. G.; BITTENCOURT, R. A.; DURAN, R. S.; FALCÃO, T. P. Tecnologias na Educação em Computação: Primeiros Referenciais. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, v. 28, p. 509-527, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/42Od7sl>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

BRASSCOM. *Formação educacional e empregabilidade em TIC: Achados e recomendações*. São Paulo: Brasscom, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3Pj9kz8>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

CASE, T.; GARDINER, A.; RUTNER, P.; DYER, J. N. A LinkedIn analysis of career paths of information systems alumni. *Journal of the Southern Association for Information Systems*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2012. <http://dx.doi.org/10.3998/jsais.11880084.0001.102>

COELHO-JÚNIOR, F. A.; FAIAD, C. Evidências de Validade da Escala de Satisfação no Trabalho. *Avaliação Psicológica*, v. 11, n. 1, p. 111-121, abr. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/4an9jBa>. Acesso em: 28 abril 2024.

HENKLAIN, M. H. O.; RIBEIRO, A. C.; GARBÁCIO, G. M. Revisão de literatura sobre Orientação Profissional e de Carreira para graduandos em Computação. In: Henklain, M. H. O.; Silva, L. F.; Nascimento, C. S.; Barreto, Y. (Eds.), *Informática na Educação e Educação em Computação: Estudos no extremo norte do Brasil*, Pedro e João Editores, p. 154–179, 2023. <https://doi.org/10.51795/9786526505601>

JOSEPH, D.; BOH, W. F.; ANG, S.; SLAUGHTER, S. The career paths less (or more) traveled: A sequence analysis of IT career histories, mobility patterns, and career success. *MIS Quarterly*, v. 36, n. 2, p. 427–452. 2012. <https://doi.org/10.2307/41703462>

MARTINS, E. R. (Org.). *Ciência da computação e tecnologias digitais: Contribuições na solução de problemas*. Editora Bagai, Curitiba, 2020. <https://doi.org/10.37008/978-65-87204-16-1.25.7.20>

McKENZIE, S.; BENNETT, D. Understanding the career interests of Information Technology (IT) students: a focus on choice of major and career aspirations. *Educational Information Technology*, v. 27, p. 12839–12853, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11141-1>

MORENO-JÚNIOR, V. D.; CAVAZOTTE, F. D. S. C. N.; DE FARIAS, E. Carreira e relações de trabalho na prestação de serviços de tecnologia da informação: a visão dos profissionais de TI e seus gerentes. *Journal of Information Systems & Technology Management*, v. 6, n. 3, p. 437-462, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3V1Slh0>. Acesso em: 13 maio 2024.

NUNES, L. H. C.; REIS, J. R.; PAXIÚBA, C. M.; PONTE, M. J. M.; NASCIMENTO, M. W. B.; NASCIMENTO, R. P. Perfil dos Egressos de Computação do Interior da Amazônia no Mercado de Trabalho. In: *Women In Information Technology (WIT)*, 14, 2020, Cuiabá. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 254-258. ISSN 2763-8626. <https://doi.org/10.5753/wit.2020.11305>

PEREIRA, D. M.; SILVA, G. S. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 7, n. 8, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3UYeSSk>. Acesso em: 27 abril 2024.

ROUNDS, J.; SU, R. The nature and power of interests. *Current Directions in Psychological Science*, v. 23, n. 2, p. 98-103, 2014. <https://doi.org/10.1177/0963721414522812>

SERVINO, S.; NEIVA, E. R.; CAMPOS, R. P. Estresse ocupacional e estratégias de enfrentamento entre profissionais de tecnologia da informação. *Gerais - Revista*

Interinstitucional de Psicologia, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 238-254, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3UDN3gN>. Acesso em 09 maio 2024.

SHROPSHIRE, J.; KADLEC, C. I'm Leaving the IT Field: the Impact of Stress, Job Insecurity, and Burnout on IT Professionals. *International Journal of Information and Communication Technology Research*, v. 2, n. 1, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3yii56r>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

SIQUEIRA, M. M. M. (Org.). *Medidas do comportamento organizacional: Ferramentas de diagnóstico e de gestão*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Capítulo 14

Acompanhamento informatizado de egressos do curso de computação da Universidade Federal de Roraima: Primeiros passos

Rodrigo de Andrade Rolim Bem 

William Juan da Silva Melo 

Marcelo Henrique Oliveira Henklain 

Acauan Cardoso Ribeiro 

Hugo Lima Romão 

Rosialdo Queivison Vidinho de Queiroz Vicente 

Universidade Federal de Roraima

{rodrigojxj, williamjuan.contato, hugo8romao, rosialdovidinho3}@gmail.com
{marcelo.henklain, acauan.ribeiro}@ufrr.br

1. Introdução

A educação é importante para o desenvolvimento do indivíduo e para a sua inserção no mundo do trabalho, proporcionando maior qualidade de vida, satisfação profissional e contribuições para a sociedade (CASTELLS, 1999). Neste contexto, para Buron (2016), o Ensino Superior possui papel fundamental na formação profissional, preparando os recursos humanos que cuidarão do país, socialmente e economicamente. Especificamente, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN, BRASIL, 1996), em seu artigo 43º, inciso II, está definido entre os objetivos da Educação Superior no Brasil, a formação de indivíduos capacitados para inserção profissional e social. Sendo assim, é necessário analisar o impacto que a educação de nível superior gera para a sociedade brasileira. Uma das formas de medir esse retorno é o mapeamento de carreira de egressos das instituições de ensino superior. Esse mapeamento envolve identificar, por exemplo, se esses egressos estão trabalhando e se atuam na mesma área na qual concluíram a sua graduação, quanto tempo atuam em um mesmo cargo e qual a remuneração conquistada.

Segundo Paul (2015), no Brasil, embora algumas pesquisas tenham sido realizadas na década de 1980, os estudos de egressos continuam sendo

escassos, pouco utilizados para orientar decisões nas instituições de ensino superior e com insuficiências metodológicas que podem estar associadas à falta de recursos e de observação das experiências internacionais de sucesso.

Além disso, a maioria das Instituições de Ensino Superior (IES) conduzem o acompanhamento e a caracterização das trajetórias profissionais de seus egressos de forma rudimentar, com o uso de formulários digitais, e-mails, ligações, redes sociais ou eventos, todos necessitando de uma interação direta com os egressos e dependendo de que disponibilizem um tempo para participar da pesquisa (QUEIROZ, 2014; TEIXEIRA; MACCARI, 2014; SILVA; BEZERRA, 2015). Nesse sentido, as universidades públicas são as que mais enfrentam dificuldades, devido ao seu tamanho, complicada burocracia, recursos escassos, número de pessoal reduzido e dificuldades de se comunicar com os egressos (LOUSADA; MARTINS, 2005).

A partir desse cenário, surgem algumas questões: como realizar a caracterização automatizada da trajetória profissional de egressos a partir de bases de dados públicas? Em que medida os dados obtidos a partir de bases de dados públicas são fidedignos em relação ao conhecimento existente? Quais são as características da atuação profissional dos egressos? Para abordar essa lacuna no conhecimento, esta pesquisa buscou desenvolver e avaliar protótipos de métodos informatizados para a obtenção, armazenamento e análise preliminar da inserção profissional de egressos no mundo do trabalho. Para tanto, partimos de um estudo de caso envolvendo dados de egressos dos cursos de Ciência da Computação e de Licenciatura em Informática à Distância de uma universidade pública de Roraima.

Este trabalho apresenta duas abordagens para o mapeamento de egressos a partir de bases de dados públicas. A primeira consiste no cruzamento dos dados de egressos que estão disponíveis na universidade com os dados abertos de servidores públicos federais pelo Portal da Transparência do Governo Federal. A segunda abordagem envolveu o cruzamento de dados de egressos da universidade com a base de dados de CNPJs da Receita Federal, permitindo a identificação dos estudantes que empreenderam. Essas duas abordagens configuram-se como projetos de Ciência de Dados, mais especificamente, no desenvolvimento inicial das etapas de coleta e análise exploratória de um *pipeline* de Ciência de Dados.

Destacamos que foram escolhidas bases de dados abertas para que este trabalho possa ser replicado por outras instituições de ensino superior.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na fundamentação teórica, buscamos trazer os conceitos pertinentes para a compreensão da pesquisa. Em seguida, apresentamos estudos envolvendo o acompanhamento de egressos, com ênfase em investigações que envolvem egressos da computação, pois julgamos que trabalhos da computação poderiam nos trazer mais informações sobre estratégias automatizadas de coleta, armazenamento e análise de dados sobre egressos. Na seção de método, abordamos como implementamos as nossas soluções computacionais, bem como descrevemos de que modo elas foram avaliadas. Depois, apresentamos os nossos resultados, discussão e as limitações deste estudo. Por fim, na conclusão, sintetizamos os nossos achados e apresentamos sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

2.1. Acompanhamento da trajetória profissional de egressos

Para a UnB (2006), o termo egresso refere-se aos alunos que finalizaram a graduação, pós-graduação ou não conseguiram obter o diploma, seja por desligamento ou abandono de curso. Em outras palavras, são os ex-alunos da instituição. Nesta pesquisa, o termo egresso será limitado aos alunos que se graduaram, ou seja, que concluíram curso em Instituição de Ensino Superior, estando habilitados para atuar profissionalmente no mundo do trabalho.

Conseguir formar alunos não é uma tarefa trivial. Trata-se de um desafio para as IES's. Em parte, por conta de questões sociais e de insuficiência de recursos para a educação. Mas, também, pelo fato de que, no século XXI, as IES's precisam formar profissionais que possam lidar com um mundo em constante transformação, no qual um mesmo conjunto de conhecimentos e técnicas podem não servir para toda a vida profissional, devendo ser aperfeiçoados continuamente e até revistos. A verdade é que o mundo está cada vez mais dinâmico e o conhecimento rapidamente se torna obsoleto. Nessa perspectiva, os egressos precisam adquirir não apenas o

conhecimento técnico, mas também a capacidade de se adaptar e de buscar por novos conhecimentos (UNESCO, 2003; BUARQUE, 2003).

Diante desse contexto desafiador, o acompanhamento da carreira profissional de egressos do ensino superior assume grande importância, pois contribui para um exame sobre em que medida os profissionais que as IES's estão formando têm conseguido se inserir de forma intencional no mundo do trabalho. Essa relevância é apontada por Bertrand (2005), que defende que esse acompanhamento é ainda mais importante para IES's de países em desenvolvimento, onde os percentuais de desemprego podem ser maiores. Paradoxalmente, são esses os países que possuem mais problemas práticos de efetivo acompanhamento de egressos.

Em suas investigações, Teixeira (2002) percebeu que os egressos sentem que estão despreparados para deixar a universidade e adentrar no mercado de trabalho. Falta de estágios e de orientação prática sobre como se inserir no mundo profissional foram algumas das reclamações que o autor mais registrou. O estudo evidenciou a necessidade de se repensar o funcionamento da Educação Superior, que acaba por focar muito no ambiente interno e pouco no ambiente externo (mercado). Nesse sentido, a ausência de recursos automatizados para acompanhamento de egressos é um indicador desse foco no ambiente interno, mas, a partir do momento que tais recursos são desenvolvidos, tornam-se incentivadores de uma mudança de foco, permitindo incorporação de um olhar para fora também.

Para Brom (2006), os currículos universitários que seguem formas rígidas e conservadoras acabam por distanciar o curso da realidade profissional. Se as IES não olharem para a dinâmica do mercado, torna-se difícil elaborar currículos adaptados ao mundo profissional, criando uma disparidade entre o que é ensinado e o que é requisitado pela sociedade.

Para Martins e Lousada (2005), não havendo uma forma consolidada de acompanhamento de egressos, é difícil saber se as IES's estão cumprindo seu papel de preparar seus alunos para a vida após a universidade. Portanto, traçar o perfil do egresso do curso superior é importante para compreender o que é esperado do estudante e em que direções uma determinada instituição de ensino superior precisa modificar-se (BRITO, 2008). Ainda, segundo Brito (2008), com o perfil do egresso traçado, faz-se necessário adaptar o Projeto Político Pedagógico dos cursos, a fim de estabelecer qual é

o perfil profissional que se deseja formar, e por consequência, quais são as competências esperadas nessa formação.

Ouvir os egressos, suas percepções e críticas, ajuda a fundamentar o planejamento das IES's. Essa é uma importante ferramenta que pode contribuir para que as IES alcancem seus objetivos (MARTINS; LOUSADA, 2005; BOTH, 1999). Por conhecerem o lado acadêmico e profissional, os egressos são fontes críticas de dados (UEL, 2006). Buarque (2003) defende uma ideia de vanguarda. Para ele, o egresso deve ser tratado como membro permanente da comunidade acadêmica. Na sua visão, a ideia de ex-aluno deve ser extinguida. Sendo assim, o egresso deve estar em constante reciclagem de conhecimento junto a sua universidade, por toda a vida profissional, pois, conforme afirmado anteriormente, o conhecimento não é estático, e sim dinâmico, necessitando de constantes atualizações para ter validade. O egresso poderia, por exemplo, acessar o conhecimento atualizado pela Internet e teria o dever de sempre manter contato com sua universidade.

Assim como os egressos precisam se atualizar constantemente, os mecanismos de avaliação também necessitam ser atualizados com frequência, a fim de se obter o melhor desempenho possível e, cada vez mais, aperfeiçoar os sistemas de avaliação, de forma a permitir uma verificação mais precisa da qualidade de ensino (CNI, 2005). Andriola (2006) também reconhece a importância do acompanhamento de egressos, enfatizando que os resultados gerados pelas IES, em termos de inserção profissional, figuram entre os que são mais relevantes para a sociedade. Por isso, a coleta sistemática de dados dos egressos, de opiniões de seus empregadores e da sociedade civil ligada ao serviço prestado pelo profissional são necessários. O acompanhamento de egressos permite, nesse sentido, validar o trabalho e a importância das IES's por meio da identificação de um dos principais resultados práticos que elas podem gerar.

Gasparetto (1999) e Martins e Lousada (2004) dizem que acompanhar os egressos de forma efetiva é algo difícil, pois não é simples encontrá-los e fazer com que os egressos contribuam com a pesquisa. A complexidade desse levantamento de dados aumenta se considerarmos que é necessário, segundo Martins e Lousada (2005), a realização de acompanhamento sistemático.

Dada a literatura científica consultada, é possível perceber o quão relevante é o acompanhamento dos egressos. Tal conhecimento se faz necessário para que as IES's possam gerenciar e planejar melhor a sua própria atuação perante a sociedade. Podemos dizer que os egressos são o maior bem que essas instituições possuem, pois a razão de sua existência é formar os novos profissionais que guiarão o país. Acompanhar o desempenho desse “bem” é algo que o Estado precisa melhorar.

Neste trabalho, iniciaremos os primeiros passos para o desenvolvimento e avaliação de um protótipo de método informatizado para acompanhamento de carreiras no serviço público federal e no empreendedorismo. São servidores públicos federais aquela pessoa legalmente investida em cargo ou em emprego público na administração direta, nas autarquias ou nas fundações públicas (Lei 8.027/1990, Art. 1º.), sendo possível consultar quem são esses servidores, que cargos ocupam, quanto recebem de salário, entre outras informações, por meio do Portal da Transparência. O conceito de empreendedorismo, por sua vez, requer maior detalhamento para que seja compreendido.

De maneira geral, empreendedorismo pode ser definido como a forma de ver o mundo de modo positivo e audacioso, ir a frente e desafiar-se perante as oportunidades e riscos, deixando o velho e ultrapassado para trás, dando lugar ao novo e inovador. Baggio (2015) explica que, segundo a perspectiva técnica de Schumpeter, empreendedorismo é um processo de “destruição criativa” por meio do qual produtos ou métodos de produção existentes são destruídos e substituídos por novos. De forma técnica, por sua vez, definir o que significa o termo “empreendedorismo” é uma tarefa difícil porque existem muitas teorias em Psicologia e Administração que tentam fazer isso, sem que um consenso científico tenha sido alcançado (ARENHARDT; LIMA, 2019). Não obstante, conduzir uma apresentação sistemática dessa diversidade conceitual foge ao escopo deste estudo. O que precisamos é apresentar um conceito orientador para este trabalho.

Partimos, então, do pressuposto teórico de que empreender diz respeito a um conjunto complexo de comportamentos humanos. Comportamento é um termo técnico que, de acordo com Skinner (1953/2005), pode ser definido como uma relação entre (1) situações com as quais uma pessoa precisa lidar, (2) ações apresentadas pela pessoa e (3)

consequências produzidas por essas ações. Assim, empreender, quando entendido como comportamento, envolve conjuntos de relações entre aspectos do ambiente que antecedem e sucedem as ações do empreendedor.

Embora, conforme afirmamos, falte consenso em torno da definição de empreendedorismo, é possível identificar na literatura científica que algumas relações entre “ambiente e ações” têm sido sistematicamente identificadas e relacionadas com a noção mais geral de “empreender”. Segundo Arenhardt e Lima (2019), é usual que o empreendedor seja reconhecido por comportamentos como “identificar ou criar oportunidades de atuação profissional a partir do conhecimento disponível”, “lidar com riscos inerentes ao empreendimento” e “buscar informações para fundamentação de decisões”. Seguramente, esses três comportamentos não contemplam tudo o que compõem o processo comportamental de “empreender”.

McClelland (1961), por exemplo, possui um trabalho internacionalmente reconhecido no qual mapeou 30 comportamentos que caracterizam o perfil empreendedor. Não obstante, consideramos que os três comportamentos que destacamos anteriormente constituem o núcleo ou os padrões de conduta mais característicos em uma pessoa chamada de empreendedora. Assim, para efeito deste trabalho, consideramos que empreender, enquanto comportamento, envolve principalmente buscar informações que subsidiem decisões, identificar ou criar oportunidades de negócios a partir do conhecimento da realidade e lidar com os riscos e obstáculos existentes ou que surgirem no processo de viabilização da oportunidade de negócio identificada ou criada (ARENHARDT; LIMA, 2019).

Esse perfil empreendedor, pautado nos comportamentos descritos, é importante para a sociedade porque os economistas percebem que o empreendedor é essencial ao processo de desenvolvimento econômico. Em outras palavras, não haverá desenvolvimento econômico sem que na sua base existam líderes empreendedores (BAGGIO, 2015). Universidades podem contribuir para o desenvolvimento de comportamentos empreendedores e saber disso é, especialmente, importante no Brasil, afinal ainda temos uma realidade marcada por um baixo grau de empreendedorismo dentro das instituições de ensino: apenas 38,78% das universidades oferecem iniciativas de empreendedorismo e somente 6,20%

tratam do tema de forma profunda. Em contrapartida, 56% dos alunos estão interessados em ter acesso a disciplinas correlacionadas ao empreendedorismo, mas, sem a devida capacitação, ficam desamparados e sem incentivo para abrir o próprio negócio (SEBRAE, 2017). O trabalho de desenvolvimento de comportamentos de empreender faz parte do que se espera das universidades, sejam públicas ou privadas. O Sebrae (2017) afirma que a universidade de Princeton reformulou suas diretrizes em 2016, criando um fundo que proporciona até 100 mil dólares para jovens empreendedores e que obteve ótimos resultados, com mais de 10 startups bem-sucedidas, estabelecendo-se em um modelo de incentivo ao empreendedorismo na esfera das instituições de ensino superior.

É inegável a importância do incentivo ao empreendedorismo na universidade e, para avaliar em que medida essas instituições têm promovido uma educação para o empreendedorismo, precisamos identificar se os egressos, que concluíram a graduação, se inserem no mercado de trabalho a partir do empreendedorismo. Isso pode ser avaliado, em parte, pela identificação da quantidade de estudantes que empreendem após finalizar a graduação e se o fazem em nichos de mercado e tipos de negócios relacionados às suas áreas de formação. A identificação de quem empreendeu após a graduação pode ser feita, no Brasil, a partir da consulta a base de dados abertos da Receita Federal. Assim, além de entender o que é empreendedorismo, precisamos examinar algumas noções sobre bases de dados públicas, estratégias de obtenção de dados na Internet e, de modo mais amplo, sobre ciência de dados, o que também é pertinente em relação à identificação dos egressos que estão atuando como servidores públicos federais.

2.2. Ciência de dados e acompanhamento de trajetória profissional

A Ciência de Dados é uma área da ciência aplicada que se ocupa com o desenvolvimento e a utilização de técnicas para viabilizar a extração de conhecimento a partir de dados, que podem ser obtidos de muitas fontes e formatos. Essas técnicas se originam, tipicamente, da matemática, estatística e ciência da computação (AALST, 2020). Os processos de ciência de dados, também chamados de estágios de ciência de dados, como em um *pipeline*,

envolvendo análises descritivas, preditivas e prescritivas, estão se tornando componentes integrais de muitos sistemas de *software* contemporâneos.

Ao mesmo tempo, a publicação de dados para livre uso do público tem se tornado cada vez mais acessível com o avanço da tecnologia, o que permitiu a democratização dos dados, em especial do setor público (SANTAREM, 2013). Nesse sentido, o uso das técnicas de Ciência de Dados se mostram promissoras no acompanhamento da trajetória profissional de egressos. Cabe, portanto, para o entendimento das soluções propostas neste trabalho, caracterizar o conceito de *pipeline* no âmbito da Ciência de Dados.

2.2.1. Pipeline de Ciência de Dados

O termo *pipeline* traz a noção de etapas ou estágios que devem ou podem ser realizados como parte de um projeto de Ciência de Dados. Dentre os estágios mais frequentes desse *pipeline*, estão as tarefas de aquisição e armazenamento de dados, bem como o treinamento e avaliação do modelo de aprendizado de máquina. Biswas et al. (2022) investigaram em sua pesquisa qual seria o *pipeline* mais abrangente a ponto de caracterizar todo o trabalho que se realiza na ciência de dados. A finalidade do estudo era permitir, no futuro, uma automatização completa desses passos. Para chegar a essa resposta, os pesquisadores investigaram a literatura científica, bem como projetos de ciência de dados no Kaggle e no GitHub, chegando a três *pipelines* com diferentes graus de abrangência. Dessas três fontes, elegemos para uso neste trabalho a mais abrangente.

Desse ponto de vista, qualquer projeto de ciência de dados envolve três etapas principais: pré-processamento, construção do modelo e pós-processamento. Dentro dessas etapas, temos vários estágios: aquisição, preparação e armazenamento dos dados na camada de pré-processamento, engenharia de atributos, modelagem, treinamento, avaliação e previsão na camada de construção do modelo e, por fim, os estágios de interpretação, comunicação e implantação dos dados na camada de pós-processamento. Neste estudo, adotaremos os seguintes estágios: (1) Aquisição de Dados, por meio de consulta na base de CNPJs da Receita Federal e na base de servidores públicos federais do Portal da Transparência, o que também inclui a organização desses dados em banco de dados relacional; e (2) Preparação de

Dados, envolvendo a exploração inicial deles, visando caracterizar a inserção profissional de egressos. Nos subtópicos a seguir, iremos abordar a noção de dados públicos, bem como as bases de dados utilizadas.

2.2.2. Bases de Dados Públicas

A definição mais comum de Dados Abertos, conforme a Open Knowledge Foundation (2015), afirma que dados são considerados abertos quando qualquer pessoa pode acessá-los, usá-los, modificá-los e compartilhá-los livremente para qualquer finalidade, sujeitando-se apenas a requisitos que garantam a preservação de sua origem e abertura. Portanto, a disponibilização dos dados tem a finalidade de promover o acesso a eles, permitindo que qualquer pessoa, física ou jurídica, possa consultá-los livremente. Os dados utilizados neste estudo são considerados dados abertos, o que, no caso do Brasil, está de acordo com o princípio da publicidade, previsto na Constituição Federal (ver Art.37, Constituição Federal, 1988).

Essa definição de dados abertos contém três requisitos: (1) Disponibilidade e Acesso: os dados devem estar disponíveis como um todo e sob custo não maior que o razoável para a reprodução, preferencialmente, possíveis de serem baixados pela Internet. Os dados devem também estar disponíveis de uma forma conveniente e modificável; (2) Reutilização e Redistribuição: os dados devem ser fornecidos sob termos que permitam a reutilização e a redistribuição, inclusive a combinação com outros conjuntos de dados; (3) Participação Universal: todos devem ser capazes de usar, reutilizar e redistribuir, não deve haver discriminação contra áreas de atuação ou contra pessoas ou grupos. Por exemplo, restrições de uso ‘não-comercial’ que impediriam o uso ‘comercial’, ou restrições de uso para certos fins (ex.: somente educativos) excluem os dados do conceito de ‘abertos’.

Para a Open Knowledge Foundation (OKF), os dados abertos são de extremo valor, tanto para o governo ou instituições privadas, quanto para pessoas comuns. Através do uso desses dados e da inovação tecnológica é possível aumentar a eficiência e a transparência das instituições, reduzir gastos, resolver problemas da vida cotidiana e empreender. A OKF deixa claro em seu manual que a combinação dos dados abertos e o livre uso e

compartilhamento pode gerar informações até então não exploradas na resolução de problemas. Para Isotani e Bittencout (2015), os dados abertos permitem que diferentes organizações e sistemas trabalhem de forma colaborativa. Essa colaboração pode melhorar a comunicação entre as partes, resultando no desenvolvimento eficiente de sistemas complexos, capazes de interoperar os dados e gerar informações relevantes para a resolução de problemas.

A disseminação de dados abertos ainda não é tão forte no Brasil, muitas vezes carecendo do desenvolvimento de tecnologias para que o real acesso aos dados seja possível. Essa disseminação começou como uma influência de países estrangeiros como Inglaterra e EUA, onde começou em 2009 o movimento Dados Abertos (*Open Data*). Porém, no Brasil, apenas em 2011 é que tivemos a Lei de Acesso à Informação, nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011; SANTAREM, 2015).

A publicação de dados para livre uso do público tornou-se cada vez mais fácil com o avanço da tecnologia, o que permitiu a democratização dos dados, em especial do setor público (SANTAREM, 2013). Cada vez mais o público tem tido acesso aos dados do governo, e a tendência é melhorar (RODRIGUES; SANT'NA; FERNEDA, 2015). Segundo o *World Wide Web Consortium* (2011), o acesso a esses dados tende a gerar boas soluções para problemas sociais e comerciais. Infelizmente, nem sempre esses dados estão disponíveis ao público ou às vezes estão, mas em formatos de difícil acesso por pessoas leigas, como o Webservice.

Os dados sobre servidores públicos federais podem ser consultados no Portal da Transparência, por meio de sistema *web* < <https://bit.ly/3YUFypx> >, sendo possível, ainda, a consulta automatizada a partir de API. Já a base de CNPJ's da Receita Federal é disponibilizada em formato de arquivo. Essa base, atualmente, é separada em mais de 30 arquivos não tratados, no formato *.csv. Essa base contém informações de empresas, estabelecimentos e sócios, que podem ser baixados diretamente neste site < <https://bit.ly/4dnG3wq> >. Para ter acesso ao CNPJ e demais dados dos microempreendedores individuais faz-se necessário acessar este site < <https://bit.ly/46PNSZG> >, onde estão disponíveis os cadastros contendo todas as informações de MEIs e os CNPJs que podem ser consultados na base de dados da Receita Federal.

É importante apontar que o Brasil, desde 2011, passou a liderar juntamente com os EUA um movimento chamado parceria para governo aberto, que envolve oito países e objetiva desenvolver governos mais transparentes. A partir desse movimento, o Brasil desenvolveu a lei de acesso à informação, nº 12.527 de 18 de novembro de 2021 (SANTAREM, 2013). Dessa maneira temos acesso aos dados públicos divulgados pelos órgãos federais. É por conta de legislações nesse sentido que podemos acessar bases de dados como o Portal da Transparência e informações sobre o CNPJ da Receita Federal.

2.2.3. Computação, bases de dados e armazenamento de informações

Nesta parte é apresentada uma breve explicação das tecnologias que utilizamos no desenvolvimento deste trabalho. Para desenvolver os estágios de aquisição e preparação de dados, utilizamos principalmente tecnologias de armazenamento e manipulação de dados. Adicionalmente, foram utilizadas também tecnologias para criação de sites, com intuito de apresentar os resultados obtidos. Detalhamos essas tecnologias a seguir.

O acesso às bases de dados ocorreu de formas diferentes nas duas pesquisas desenvolvidas. Para o mapeamento de egressos que empreenderam, foi utilizado *script* de *web scraping* em Python, criado por Rafael (2021) e adaptado neste estudo, que fez a coleta dos dados de CNPJs da Receita Federal, realizando o *download* de um arquivo *.csv e a extração de informações dele para um banco de dados relacional. Segundo Vanden et. al. (2018), *web scraping* é um *script* de computador capaz de extrair dados e realizar ações na Internet de forma automatizada. Isso pode envolver, por exemplo, acessar um site, realizar um *download* e simular uma ação de um humano enquanto navega pela Internet. Quanto aos dados do Portal da Transparência, o acesso se deu por meio de API (*Application Programming Interface*), a qual foi autorizada a partir de pedido do desenvolvedor por meio da plataforma Gov.br, na qual um *token* de acesso foi liberado para que fosse possível realizar consultas ao Portal da Transparência de modo automatizado. Tanto no caso dos dados de CNPJ's obtidos por *web scraping*, quanto os obtidos em acesso a API, resultaram em uma série de dados relacionais.

Segundo Elmasri (2016), o modelo relacional trata de uma coleção de relações, cada uma assemelhando-se informalmente a uma tabela de valores. Essa analogia é útil para entender a estrutura básica do modelo, em que cada registro tem uma estrutura linear. No entanto, enquanto os arquivos são estruturas simples, as relações têm características mais elaboradas. Cada linha em uma relação representa uma coleção de valores relacionados, refletindo um fato correspondente a uma entidade ou relação no mundo real. Visando a persistência dos dados, adotamos como ferramenta o banco de dados relacional, que envolve o uso de SGBDs (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) específicos. Para os dados de CNPJ's, utilizamos o PostgreSQL e, no caso dos servidores públicos, empregamos o MySQL. Essas foram escolhas pessoais dos desenvolvedores que trabalharam em cada projeto.

3. Trabalhos relacionados

Conduzimos uma breve revisão da literatura, a partir da consulta a bases de dados como o Portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico, sobre os temas relacionados ao mapeamento das atividades profissionais de egressos do ensino superior. Apenas os trabalhos cujos objetivos foram mais aderentes a esta pesquisa foram selecionados para leitura e análise. Os trabalhos de maior interesse para este estudo são aqueles que envolvem estratégias automatizadas para acompanhamento e caracterização do perfil de egressos, justamente por essa ser uma questão que ainda precisa de solução. Nesse sentido, priorizamos estudos envolvendo egressos da área de computação porque avaliamos que nesses trabalhos seria mais provável encontrar soluções automatizadas. Não obstante, examinamos também estudos que empregam estratégias não automatizadas, pois mesmo em trabalhos da área de computação essas estratégias são frequentes. Selecionamos nove estudos relevantes ao nosso tema de pesquisa. Passamos, a seguir, a uma descrição desses estudos.

Verificamos que os estudos mais frequentes na literatura são aqueles que realizam acompanhamento e caracterização de egressos a partir da aplicação de questionários. Alkmim e Heijmans (2016), por exemplo, conduziu estudo cujo objetivo foi analisar a inserção do egresso do curso tecnológico de Análise e Desenvolvimento de Sistemas dos institutos federais mineiros no mercado de trabalho. Para este estudo, Alkmim (2016) realizou

um levantamento de dados com 193 egressos do período de 2006 a 2013. Foram calculadas estatísticas como o índice de empregabilidade por campus, utilizando o método de estimação de proporções para populações finitas com alocação proporcional ao número de egressos por campus. A partir desses dados foram identificadas relações como o fato de que variáveis como gênero, escolaridade paterna, renda média familiar, idade, tempo de formado e o tempo de experiência influenciam diretamente sobre o valor de renda recebida. Verificou-se que 94% dos egressos exercem atividade remunerada e cerca de 81% atuam em sua área de formação. Este estudo foi importante porque ampliou o conhecimento sobre acompanhamento de egressos, ainda incipiente no Brasil.

Um estudo mais recente de caracterização de egressos a partir de estratégias não automatizadas foi conduzido por Rodrigues (2020). Esse pesquisador caracterizou a inserção profissional dos professores formados no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), o que envolveu examinar se estão atuando na docência ou em outras áreas. Essa pesquisa se deu por meio de Formulários do Google, aplicados entre 2018 e 2019, cujo link foi divulgado por WhatsApp. Verificou-se que 13,6% dos egressos se encontram desempregados, apenas 27% trabalham na área da docência, entre os empregados, mais de 55% atuam no setor público. Também foi observada uma maioria feminina, cerca de 60%, atuando na área da docência. Este estudo foi importante porque trouxe informações relevantes quanto a empregabilidade de egressos na área de educação.

Com um foco mais informatizado, no trabalho de Botti et al. (2009) os pesquisadores desenvolveram um sistema *web* para acompanhamento de egressos do Instituto Metodista Granbery. O sistema foi desenvolvido pela empresa Granbery Consultoria Júnior com o uso de tecnologias *web* comumente usadas no mercado. Esse sistema é uma plataforma *online* em que os egressos podem se cadastrar e atualizar suas informações pessoais e profissionais, as quais se tornam disponíveis para os outros usuários do sistema. Assim como nos estudos de Alkmim (2016) e Rodrigues (2020), esse também requer a participação ativa dos egressos para que os dados possam ser obtidos.

Da mesma forma que o anterior, Silva e Bezerra (2014), desenvolveram sistema para a Universidade Federal de Santa Catarina

(UFSC), cuja finalidade era conduzir acompanhamento de egressos, para, então, fornecer informações úteis para o planejamento, gestão e aperfeiçoamento das atividades institucionais (SILVA; BEZERRA, 2014). No sistema, os egressos fornecem seus dados pessoais e profissionais, além de deixarem depoimentos sobre a instituição e sobre sua vida profissional, os quais são usados pela UFSC para aperfeiçoar as atividades da instituição. Assim como no estudo anterior, o egresso deve ativamente fornecer os dados necessários para que o sistema seja efetivo.

No trabalho de Nascimento et al. (2016), o objetivo foi acompanhar os egressos do Departamento de Informática da Universidade Federal do Espírito Santo (DI/Ufes). Para realizar a tarefa, os pesquisadores desenvolveram um sistema *web* para os próprios egressos preencherem com dados capazes de revelar informações sobre seus perfis. O trabalho conseguiu atingir seu objetivo, resultando no desenvolvimento de uma plataforma *web* com as funcionalidades esperadas, porém, mais uma vez, era necessário a participação direta dos egressos, ou seja, não havia automatização no acesso às informações, além de ser limitada apenas aos egressos do DI.

Existem, ainda, na literatura, estudos que mesclam estratégias automatizadas e não automatizadas para a caracterização do perfil de egressos. Luciano (2013), por exemplo, conduziu estudo cujo objetivo foi caracterizar o caminho percorrido pelo egresso através de análise de oportunidades no mercado, fomentar expectativas de um currículo para se ter sucesso e fornecer estatísticas sobre empregabilidade. Para este estudo, Luciano (2013) elaborou e aplicou questionários para os egressos do curso de licenciatura em computação da Universidade Federal da Paraíba (UEPB) e utilizou técnicas de mineração de dados. Verificou-se que todos os entrevistados estão empregados e possuem média salarial superior à média nacional, cerca de 66% continuaram os estudos seja por pós-graduação, mestrado ou doutorado. Este estudo foi importante porque foi possível identificar que pessoas com um alto nível de satisfação com o curso possuem maior grau de estudo e maiores salários.

Dentre os trabalhos que adotam estratégias automatizadas, foram identificadas soluções promissoras que podem ser aperfeiçoadas. Griboski et. al. (2017), por exemplo, conduziram estudo na Universidade de Brasília

(UnB) com o objetivo de apresentar informações relacionadas à participação de egressos da UnB no mercado de trabalho. Para alcançar o objetivo, os pesquisadores obtiveram permissão do Ministério do Trabalho e Emprego para consultarem a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), que é um banco de dados grande e sigiloso, que reúne informações dos trabalhadores do mercado de trabalho formal do país. Verificou-se que a maior parte dos egressos, cerca de 77%, atuam no mercado formal no distrito federal, cerca de 60% atuam no serviço público e 36% têm vínculo celetista. Cumpre destacar que novos estudos podem surgir a partir de uma mesma base de dados. Coelho et al. (2017), por exemplo, verificaram, a partir da base de Griboski et. al. (2017), que a remuneração média dos egressos da UNB aumenta com o passar do tempo. Notamos que esses dois estudos foram importantes porque disponibilizaram estatísticas quanto a situação que se encontram os egressos no mercado de trabalho a partir de uma solução automatizada. Não obstante, ressaltamos que o método informatizado adotado é de acesso restrito a instituições com acesso à RAIS.

Alvares (2020), por sua vez, em um estudo recente e minucioso em termos da granularidade de informações obtidas, caracterizou a inserção profissional de egressos do Bacharelado em Sistemas de Informação da UNIRIO. Para este estudo, Alvares (2020) integrou informações extraídas de três bases de dados, Sistema Acadêmico da UNIRIO, RAIS e Base de dados aberta de CNPJ, a partir das quais foram calculadas estatísticas sobre 281 egressos. O índice de empregabilidade foi de 76% (214 egressos apresentaram um vínculo de trabalho formal) e remuneração média foi de R\$7,560. Verificou-se que foi desenvolvida tecnologia para processamento e integração de informações de três bases de dados distintas, e as informações disponibilizadas permitiram a caracterização da inserção profissional de egressos.

Esse foi um avanço importante uma vez que não dispomos no Brasil de meios automatizados e padronizados de acompanhamento de egressos nas Instituições de Ensino Superior. Este estudo foi importante porque gerou estatísticas a respeito da situação empregatícia dos egressos do curso de Sistemas de Informação da UNIRIO, porém não existe uma automatização a respeito da identificação do egresso para saber se ele se encontra trabalhando e, em caso afirmativo, se a área em que se encontra é a mesma de sua formação, além de que a base de dados utilizada da RAIS foi a de 2018,

e apenas o curso de Sistemas de Informação foi testado. Por fim, parte das bases, no caso a RAIS, é de acesso restrito.

Diante das pesquisas examinadas, identificamos duas lacunas principais. A primeira consiste na necessidade de coleta automatizada de dados para pesquisa, conforme discutido por Alkmim et al. (2016), Botti et al. (2009), Rodrigues et al. (2020), Silva e Bezerra (2014) e Luciano et al. (2013). Por outro lado, dentre os estudos que envolvem métodos automatizados de coleta (GRIBOSKI et al., 2017; ALVARES et al., 2020), a segunda lacuna consiste na carência de estudos que utilizem bases de dados públicas. Diante do exposto, o nosso foco foi desenvolver e avaliar a eficiência de protótipos de método informatizado para obtenção e análise preliminar de dados relativos à inserção de egressos no mundo profissional na esfera do empreendedorismo e do serviço público federal.

4. Método

Para a condução desta pesquisa, não foi necessária a aprovação do Comitê de Ética. Conforme Resolução n. 510/2016, não precisam ser registradas no sistema CEP/CONEP pesquisa que utilize informações de acesso público, nos termos da Lei n. 12527/2011, ou que utilize informações de domínio público ou, ainda, cujos dados emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito. Neste estudo, trabalharemos com bases de dados abertos e com as informações de nome e CPF dos alunos, os quais serão necessários apenas para busca de informações no Portal da Transparência, não compondo as informações que serão veiculadas como resultados.

4.1. Protótipo de Método Informatizado para acompanhamento de egressos empreendedores

4.1.1. Solução computacional

A pesquisa, realizada em universidade pública, especificamente com os egressos da graduação em Ciência da Computação e Licenciatura em Informática à Distância, tratará as informações a partir da relação de dados obtidos por meio do Departamento de Registro e Controle Acadêmico

(Derca), que apresenta nome e CPF dos egressos que concluíram a graduação, permitindo, então, o cruzamento desse CPF obtido com a base de dados pública da receita federal (CNPJ - Dados abertos) e a base de dados de MEIs, a fim de avaliar se o egresso possui algum CNPJ cadastrado e, assim, coletar informações a respeito de egressos que empreenderam após a conclusão do curso, seja sozinho ou em sociedade. Busca-se trazer informações como: Tempo de funcionamento da empresa, capital investido, localidade e área de atuação para que se possa avaliar se é compatível com a área de formação do egresso, além do curso, tipo de sociedade e idade do egresso.

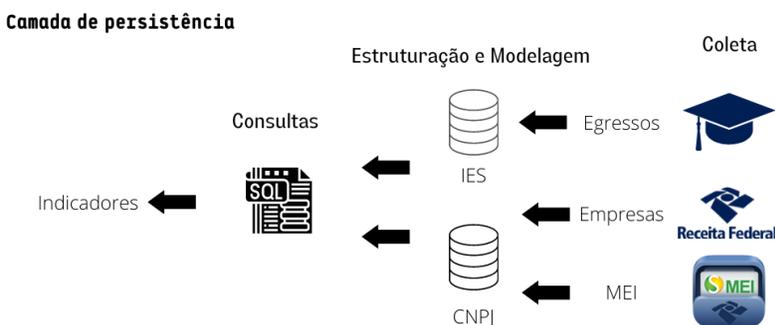


Figura 1. Big Picture.

A Figura 1 apresenta a estrutura técnica de funcionamento do projeto, em que os dados da instituição de ensino são relacionados com os dados de CNPJ provenientes da base de dados da Receita Federal e da base de microempreendedores individuais. A partir da base de dados em PostgreSQL, as consultas foram realizadas manualmente e os dados obtidos. Na Figura 1 vemos os dados da IES e o CNPJ, que abrange empresas e MEIs. Os dados são relacionados por meio de consulta SQL e isso resulta nos indicadores que nos ajudam a responder as perguntas de pesquisa.

4.1.1.1. Estágio I do Pipeline - Aquisição de Dados

Para obter as informações dos egressos que empreenderam, foi necessário ter acesso ao CNPJ vinculado ao CPF dos egressos. Para conseguir essas informações, duas fontes foram consultadas, a base de dados públicos

de CNPJ da Receita Federal, disponível no site < <https://bit.ly/4dLheL0> >, que contém todas as informações de CNPJs e o portal do empreendedor, disponível no site < <https://www.gov.br/pt-br> >, que traz as informações de CNPJ dos Microempreendedores individuais (MEI).

A partir dos dados da Receita Federal, um banco de dados foi gerado, porém com as informações em estado bruto e sem tratamento. Na Internet é possível encontrar bases de dados prontas para *download* em formato .csv, json, .sql, .xls ou diversas soluções computacionais que resultam em uma base de dados no formato SQL contendo esses dados. Para o presente trabalho, foi tomada a decisão de adaptar um script em Python encontrado no GitHub, que foi criado e disponibilizado por Aphonso Henrique do Amaral Rafael (RAFAEL, 2021). Foi necessário mudar a codificação para “ISO-8859-1” e o tipo de leitura de “r” para “rb” (leitura binária), além de alterar a parte de criação da tabela de estabelecimentos, pois o notebook utilizado não suportou o volume de arquivos na memória, então a solução foi dividir para conquistar. Decidimos, então, executar 1 milhão de registros por vez e, assim, o problema foi solucionado. O projeto está disponível neste link < <https://bit.ly/4fLVTCL> >. Por meio desse script é possível ter como resultado a base de dados da Receita Federal completa em PostgreSQL. A seguir forneceremos mais informações sobre esse script e as adaptações que foram necessárias.

Rafael (2021) desenvolveu um script em Python capaz de realizar o *download* dos arquivos da receita federal por meio do link < <http://200.152.38.155/CNPJ/> >. Esses arquivos são baixados um por vez e devido ao servidor da Receita Federal ser lento, o tempo decorrido para realizar o *download* dos 24 Gigas de arquivos é muito grande, levando inúmeras horas. Após concluído o *download*, os arquivos são descompactados e extraídos. Na sequência, é feita a criação e o preenchimento das tabelas do banco PostgreSQL com os dados e, por fim, os relacionamentos são criados.

4.1.1.2. Estágio II do Pipeline – Preparação dos dados

No total, a base de dados obtida contém mais de 150 milhões de registros, divididos em 10 tabelas. Para chegar nas respostas aos

questionamentos inicialmente formulados, na seção de perguntas de pesquisa, foram realizadas algumas perguntas mais específicas a fim de identificar: Quem empreendeu? Se empreendeu, em que área que está atuando? Qual o tempo de duração da empresa? Possui mais de um CNPJ associado ao CPF? Qual o capital investido? Quando passou a empreender? Onde está localizada a empresa? Para responder a essas questões foram criadas consultas SQL.

<pre>SELECT s.cnpj_basico FROM socios s WHERE s.nome_socio_razao_social = 'NOME DO EGRESSO' AND s.cpf_cnpj_socio = '****000000**'</pre>	<pre>SELECT e.cnae_fiscal_principal, c.descricao FROM estabelecimento e INNER JOIN cnae c ON e.cnae_fiscal_principal = c.codigo WHERE e.cnpj_basico = 'NUMERO DO CNPJ'</pre>
A – SQL que retorna o CNPJ.	B – SQL que retorna o código CNAE e descrição.
<pre>SELECT s.data_entrada_sociedade FROM socios s WHERE s.nome_socio_razao_social= 'NOME DO EGRESSO' AND cpf_cnpj_socio='****000000**'</pre>	<pre>SELECT e.data_inicio_atividade FROM estabelecimento e INNER JOIN munic m ON e.municipio = m.codigo WHERE e.cnpj_basico='NUMERO DO CNPJ'</pre>
C – SQL que retorna data de entrada na sociedade.	D – SQL que retorna a data de início da empresa.
<pre>SELECT e.tipo_logradouro, e.logradouro, e.numero, e.bairro, e.cep, e.uf, m.descricao FROM estabelecimento e INNER JOIN munic m ON e.municipio = m.codigo WHERE e.cnpj_basico='NUMERO DO CNPJ'</pre>	<pre>SELECT capital_social FROM empresa WHERE cnpj_basico='NUMERO DO CNPJ'</pre>
E – SQL que retorna o endereço da empresa.	F – SQL que retorna o valor do capital inicial.

Figura 2. Consultas SQL executadas para análise dos dados.

A fim de descobrir os alunos que empreenderam foi realizada a consulta da Figura 2A. No caso da área de atuação da empresa, foi realizada a consulta da Figura 2B. Para identificar a data de entrada na sociedade, foi realizada a consulta da Figura 2C. Para exibir quando foi o início da empresa, realizamos a consulta da Figura 2D. Para exibir o endereço da empresa realizamos a consulta da Figura 2E. Por fim, para obter o capital inicial da empresa, conduzimos a consulta da Figura 2F.

4.1.2. Avaliação experimental

Para avaliar a confiabilidade das informações obtidas neste estudo, realizamos uma comparação com os resultados do estudo de Bem et al. (2024), cujo objetivo foi caracterizar, por meio de uma pesquisa do tipo *survey*, o perfil dos egressos do curso de Ciência da Computação de universidade pública do norte. Neste estudo, os autores contataram cada concluinte do curso de computação para que, então, respondessem a um questionário no qual explicitaram se e em que área da computação estão trabalhando.

4.2. Protótipo de Método Informatizado para acompanhamento de egressos servidores públicos federais

4.2.1. Solução computacional

A presente pesquisa envolveu o desenvolvimento de protótipo de método informatizado de coleta e análise preliminar de dados sobre a inserção profissional de egressos de cursos de graduação de universidade pública do norte no serviço público federal. Essa análise foi integralmente baseada em estatísticas descritivas que permitiram caracterizar o perfil dos egressos dos cursos de graduação de universidade pública do norte, contemplando a identificação ou o cálculo de: grau de compatibilidade entre cargo ocupado e área de formação, remuneração, índice de empregabilidade no serviço público e ano de entrada no serviço público. Na Figura 3 apresentamos o protótipo do método informatizado que conseguimos desenvolver no presente estudo. O código desenvolvido está disponível na íntegra no GitHub < <https://bit.ly/3yMreok> >.

Algumas limitações ou dificuldades ocorreram no decorrer da pesquisa. Entre elas, há o fato de que apesar da obrigatoriedade dos governos federal, estaduais e municipais liberarem as informações sobre seus servidores para o público, segundo a Lei de Acesso à Informação nº 12527, nem sempre esse acesso é fácil ou está disponível, como observado por Santarém (2015). Além disso, os dados, mesmo quando disponibilizados, podem ser apresentados em diferentes formatos de modo que é difícil que uma única solução computacional, como *web scraping* ou consulta a uma API,

seja capaz de solucionar todo o problema de acompanhamento informatizado de egressos.

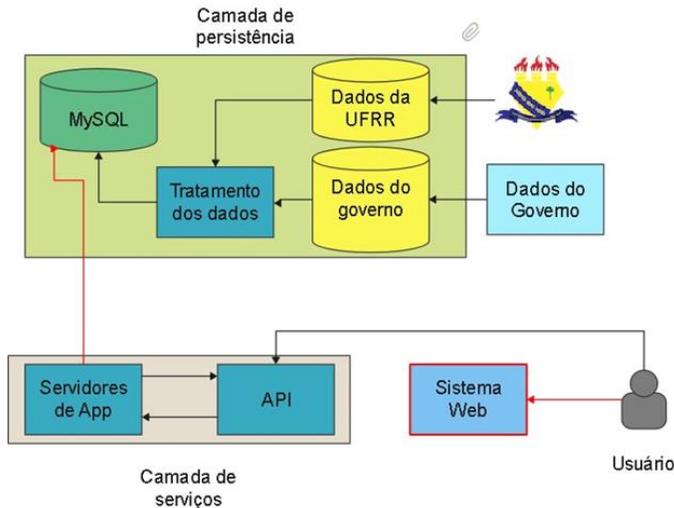


Figura 3. Método informatizado desenvolvido até o momento.

Nota. As linhas vermelhas indicam componentes do sistema planejado que, neste momento, ainda não puderam ser desenvolvidas.

Na proposta inicial desta pesquisa, considerou-se utilizar, além dos dados federais, os de Boa Vista e de Roraima, porém dificuldades como as que citamos no parágrafo anterior ocorreram. Os dados do município de Boa Vista foram liberados pela prefeitura em várias planilhas separadas, sem o CPF dos servidores e muitas dessas planilhas faltando, quando datas mais recentes foram utilizadas (<https://bit.ly/3yIVrVd>). Sem o CPF, a comparação com os dados dos egressos se torna imprecisa. Quanto aos dados do Governo do Estado, eles foram liberados por meio de uma API. No entanto, o *software* estava com problemas de acesso. Isso foi corrigido posteriormente pela equipe técnica responsável pelo site, já em um momento tarde para a utilização na presente pesquisa. Os únicos dados liberados para uma utilização automatizada foram os dados do Governo Federal, disponíveis também em API, porém em perfeito funcionamento.

4.2.1.1. Estágio I do Pipeline– Aquisição de Dados

Para a listagem inicial de egressos, foram utilizados os dados obtidos a partir do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) de universidade pública do norte. O SIGAA é um sistema utilizado por essa universidade para a organização e disponibilização de dados dos alunos. O sistema é alimentado pelo Departamento de Registro e Controle Acadêmico (DERCA), enquanto a Direção de Tecnologia da Informação (DTI) é responsável pela atualização e manutenção do sistema. Esses dados foram cotejados com as outras bases de dados deste trabalho, descritas nos próximos parágrafos.

Entre as fontes de dados disponíveis, selecionamos o Portal da Transparência do Governo Federal (<https://portaldatransparencia.gov.br/>). Esses dados são considerados abertos, ou seja, qualquer pessoa pode acessar e usar livremente. Isso se mostrou ideal para a pesquisa, pois são dados de fácil acesso e que exibem a remuneração do trabalhador, o que está entre os objetivos específicos desta pesquisa. Ressaltamos que a escolha por apenas esse portal se justifica porque os dados preliminares de que dispomos sobre a inserção de egressos sugere que a maior parte deles, que atuam como servidores públicos, se encontram na esfera federal.

O intervalo de anos escolhido para serem analisados na pesquisa foi definido em função dos dados de egressos disponíveis. Apenas os egressos de graduação foram considerados nesta pesquisa, e entre esses apenas os que concluíram a graduação, excluindo os egressos que foram desligados por abandono, vontade própria ou qualquer outro motivo. Em relação à área de inserção dos egressos no mercado de trabalho, foi utilizada a Classificação Brasileira de Ocupações (MTE, 2017), que consiste em uma forma de o Ministério do Trabalho e Emprego classificar oficialmente as ocupações de trabalho existentes no país. Ao se tratar dos vínculos empregatícios, foram considerados os vínculos presentes nos registros das bases de dados abertas de servidores públicos.

Basicamente, a ideia por trás do presente trabalho foi reunir todos esses dados de egressos de uma universidade pública e os dados abertos de servidores públicos federais no Portal da Transparência, obtidos a partir de API, para, assim, encontrar as informações relevantes sobre a atuação profissional dos egressos que são servidores públicos federais. Assim,

podemos tratar esses dados e armazená-los em um banco. Em conjunto, essa informatização consiste no aspecto central do nosso método, o qual poderá servir, futuramente, como a base para um sistema *web*.

Como base de dados, foi escolhido o MySQL, um banco de dados relacional, inicialmente projetado para aplicações de pequeno e médio porte e que avançou para grandes aplicações com o passar do tempo, sendo frequentemente adotado no mercado (MILANI, 2006; ORACLE, 2024; DUBOIS, 2013). Para o desenvolvimento do sistema foram escolhidas a linguagem de programação JavaScript e outras tecnologias *web* no decorrer do desenvolvimento, conforme a necessidade do nosso método. O programa em JavaScript foi composto de arquivos com finalidades específicas. Os dados gerais de servidores e remuneração estavam separados em partes diferentes da API, exigindo duas consultas para cada servidor.

Além de dois arquivos JavaScript com a programação para realizar cada consulta, outro foi desenvolvido para fazer conexão com o banco de dados MySQL. Outros arquivos da implementação tinham o objetivo de conectar esses três principais. Houve, porém, complicações que impediram o desenvolvimento final do *software* apesar de cada arquivo conseguir realizar sua finalidade separadamente. Seu desenvolvimento final ficou reservado para trabalhos futuros.

4.2.1.2. Estágio II do Pipeline – Preparação dos dados

Em síntese, os dados disponibilizados pela universidade investigada foram importados para um banco no MySQL. Utilizando-se desses dados, o programa em JavaScript que desenvolvemos, acessou os dados do Governo Federal via API e fez uma varredura acerca dos dados dos egressos através de comparação com os CPFs disponibilizados pela universidade investigada e que constavam no Portal da Transparência. Os resultados foram armazenados em uma nova tabela do banco de dados. Com os dados obtidos, foi possível realizar consultas que nos permitissem caracterizar a atuação profissional de egressos em Computação e Licenciatura em Informática à Distância. Na Figura 4 exibimos algumas consultas que foram conduzidas em nosso protótipo e os seus resultados.

```
PS C:\Users\admin\Meu Drive\UFRR\TCC\ArquivosDeTrabalhoAtuais\projeto> node app.js  
***.578.932-**  
Universidade Federal de Roraima  
25/09/2013  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
***.624.072-**  
Instituto Federal de Roraima  
26/02/2016  
TECNICO DE LABORATORIO AREA  
***.799.752-**  
Universidade Federal de Roraima  
12/02/2014  
ASSIST DE TECNOLOGIA DA INFORMACAO  
***.045.942-**  
Universidade Federal de Roraima  
11/07/2012  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
***.826.122-**  
Universidade Federal de Roraima  
18/06/2012  
TECNICO EM ELETRICIDADE
```

Figura 4. Exemplo de consulta de dados e seus resultados.

4.2.2. Avaliação experimental

Para testar a fidedignidade das informações coletadas por meio da base de dados aberta do governo federal, foi conduzida uma comparação entre os resultados obtidos nessas bases e aqueles disponíveis na RAIS, a qual não temos acesso direto. Não obstante, por meio de parceria com o Prof. Dr. Reinaldo Viana Alvares, do Departamento de Informática Aplicada da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, obtivemos esses dados sob a forma de um relatório atualizado até 2019 e apresentado no formato de planilha eletrônica. Não obstante, é preciso destacar que mesmo com esses dados não conseguimos exatamente as mesmas estatísticas que foram calculadas neste estudo. Precisamos, por exemplo, inferir a partir dos dados de índice de empregabilidade e dos percentuais descritos nesse relatório o total de egressos, o índice de empregabilidade relativo, exclusivamente, àqueles egressos que se inseriram no serviço público federal e a média de remuneração no serviço público federal.

5. Resultados e Discussão

5.1. Acompanhamento de egressos empreendedores

A amostra total da pesquisa foi de 121 egressos, sendo 61 do curso de Ciência da Computação e 60 do curso de Licenciatura em Informática à distância (LIEAD). Os dados com a lista de egressos são provenientes do departamento de controle e registro acadêmico (DERCA), relativos ao ano de 2021.

Ao realizar as consultas, após a criação do banco de dados por meio do *script* de Rafael (2021), foram encontrados 19 alunos que empreenderam (15,7% em relação ao total de 121). Alvares et al. (2020), por sua vez, identificaram em sua pesquisa que 10% dos egressos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UNIRIO se tornaram sócios de empresas ou MEI, número próximo do encontrado na presente pesquisa. Do total de empreendedores que identificamos, sete se tornaram sócios de empresa, sendo quatro do curso de Ciência da Computação e três de LIEAD. Os outros 13 alunos, o que corresponde a 10,74% de 121, se tornaram microempreendedores individuais (MEI) - existem 14 CNPJs cadastrados como MEI, porém um ex-aluno possui 2 registros de MEI, e outro ex-aluno possui tanto registro como sócio de empresa quanto de MEI.

Dos quatro alunos de computação que empreenderam na qualidade de sócios, dois (1,65%) atuam em sua área de formação, informação obtida através da análise da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Já no curso de LIEAD, não foi encontrado nenhum aluno atuando na sua área de formação. Dos 13 MEI, sete eram do curso de Ciência da Computação e seis de LIEAD. Dentre eles, cinco atuam na sua área de formação, sendo três do curso de Ciência da Computação e dois do curso de LIEAD, totalizando 4,13% do total de alunos.

Ao observar os dados obtidos percebeu-se que as empresas têm duração média de 4,36 anos ($DP = 5,06$), tendo as empresas com sociedade a duração média de 8,7 anos ($DP = 6,84$) e as MEIs pouco mais de dois anos ($DP = 1,58$). Ao diferenciar os cursos, percebe-se que a média de duração das empresas com sociedade dos egressos de Ciência da Computação é de três ano e meio, ($DP = 2,38$) enquanto de LIEAD é de 15 anos e meio ($DP = 2,3$). Já

entre os MEIs, o tempo de duração médio dos alunos de Computação é de 1 ano ($DP = 0,87$), enquanto os de LIEAD é de 3,5 ($DP = 1,37$).

Entre todos os egressos encontrados, apenas um deles tem, simultaneamente, no seu histórico laboral, registro como MEI e outro registro mais recente como sócio de empresa. Também foi observado que um dos egressos possui dois registros de MEI, um baixado e outro ativo. Esses dois egressos citados são do curso de Ciência da Computação.

Ao comparar a data de entrada na sociedade, os alunos de computação levaram cerca de 4,2 anos ($DP = 4,5$) até começar a empreender, já os de LIEAD contavam em média com 11,6 anos ($DP = 4,93$) de participação empresarial até o ano de formação. Esse dado nos leva a perceber que o perfil de aluno de LIEAD é de pessoas mais velhas, que buscam uma formação acadêmica para ter o ensino superior ou, eventualmente, uma segunda graduação. Os microempreendedores individuais de computação, por sua vez, levaram cerca de 3 anos ($DP = 2,37$) para iniciar o seu empreendimento, enquanto os de LIEAD levaram em média um 1,5 ($DP = 3,01$).

Com relação ao capital investido, verificamos que a média é de R\$ 5.719,00 reais ($DP = 12.981,90$), sendo possível observar que o investimento em sociedade é bem superior ao investimento dos MEI. Os egressos de computação com investimento em sociedade têm uma média de R\$ 19 mil reais ($DP = 24.402,86$) em capital inicial, já os de LIEAD possuem uma média de R\$ 2.800 reais de investimento ($DP = 3959,79$). Por sua vez, os MEI de computação têm média de investimento inicial de apenas R\$ 2.043,00 reais ($DP = 2023,33$), cerca de 10% do valor dos egressos que são sócios de empresa, e os de LIEAD têm média de R\$ 3.225 reais ($DP = 2698,84$) de capital inicial.

Finalmente, identificamos que uma das principais lacunas da literatura sobre acompanhamento de egressos é saber a área de formação em que eles estão atuando. Isso é de grande importância para considerar o papel da universidade sobre a inserção dos egressos no mundo profissional. Ao analisar os 19 alunos que empreenderam, percebeu-se que apenas sete, cerca de 36,8%, trabalham na área relacionada a sua formação. Notamos que as áreas mais difundidas entre os que empreenderam em Computação foi o desenvolvimento de *software* e o treinamento em informática. Além dessas áreas, também temos atividades na área de design gráfico e manutenção de

computadores. A Tabela 2 exibe informações sobre curso do empreendedor, tipo de sociedade, atividade econômica, capital investido, tempo de duração, *status* de operação e sede de cada empreendimento.

Tabela 1. Dados gerais.

Curso	Tipo	Principal atividade econômica	Capital	Duração	Status	Sede
Computação	Sócio	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis	1000	3 anos	Ativa	Boa Vista
Computação	Sócio	Fabricação de produtos de padaria e confeitaria com predominância de produção própria	15000	2 anos	Ativa	Boa Vista
Computação	Sócio	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	60000	2 anos	Ativa	Boa Vista
Computação	Sócio	Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda	0	7 anos	Inapta em 16/09/19	Boa Vista
LIEAD	Sócio	Cultivo de açaí	8400	13 anos	Ativa	S. J. da Baliza
LIEAD	Sócio	Comércio varejista especializado de equipamentos e suprimentos de informática	0	17 anos	Inapta em 12/12/18	Palmas
LIEAD	Sócio	Atividades de organizações políticas	0	17 anos	Ativa	Boa Vista
Computação	MEI	Edição de cadastros, listas e de outros produtos gráficos	1000	1 ano	Baixada	Boa vista
Computação	MEI	Edição de cadastros, listas e de outros produtos gráficos	1000	4 meses	Ativa	Boa Vista
Computação	MEI	Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos	1000	2 meses	Baixada	Boa Vista
Computação	MEI	Instalação e manutenção elétrica	5000	3 anos	Ativa	Boa Vista
Computação	MEI	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	3000	2 anos	Baixada	Boa Vista
Computação	MEI	Treinamento em informática	100	1 ano	Baixada	Boa Vista
Computação	MEI	Comércio varejista de cosméticos, produtos de	250	1 ano	Baixada	Boa Vista

		perfumaria e de higiene pessoal				
Ciência da Computação	MEI	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	5000	9 meses	Baixada	Rorainópolis
LIEAD	MEI	Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - minimercados, mercearias e armazéns	1000	3 anos	Ativa	Alto Alegre
LIEAD	MEI	Serviços de organização de feiras, congressos, exposições e festas	100	2 anos	Ativa	Boa Vista
LIEAD	MEI	Treinamento em informática	6750	4 anos	Ativa	Rorainópolis
LIEAD	MEI	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	5000	6 anos	Baixada	Rorainópolis
LIEAD	MEI	Restaurantes e similares	5000	3 anos	Ativa	S. J. da Baliza
LIEAD	MEI	Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos	1500	3 anos	Ativa	Caroebe

Passamos agora ao exame sobre em que medida os dados que encontramos são fidedignos. Para isso, adotaremos como referência os achados do estudo de Bem et al. (2024). Notamos neste estudo que a amostra foi composta por 83 participantes, todos do curso de ciência da computação, sendo que 22 são egressos formados. Nessa pesquisa não foram coletados dados com alunos de LIEAD.

Analisando o número dos participantes do estudo que trabalham, verificou-se que 27 atuam na área da computação, sendo 18 formados, ou seja, 81,82% dos egressos trabalham na área de formação. Do total de egressos formados, três se encaixam como autônomos, cerca de 16,67%. Ao analisar todos os que trabalham e não apenas os formados, foram encontrados cinco alunos, cerca de 18,52%. A pesquisa não perguntou se eles empreenderam, mas provavelmente os que se classificaram como autônomos são os empreendedores ou MEIs.

Em comparação com o presente estudo, percebe-se que o número de egressos que empreenderam foi de 15,7%, isto é, bem próximo ao

encontrado no estudo de Bem et al. (2024) que foi de 16,67%. Mesmo se considerarmos somente os participantes de computação, quando o número cai para 8,26%, notamos que existe proximidade entre as estatísticas encontradas. Os resultados desta pesquisa, por serem próximos daqueles encontrados por Bem et al. (2024), revelaram-se condizentes com a realidade conhecida.

Foi uma limitação do estudo a dificuldade de se obter os dados dos alunos da universidade investigada, fazendo com que a pesquisa se concentrasse apenas nos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e LIEAD. Para o futuro pretende-se criar um *script* para automatizar todo o processo de extração dos indicadores e trazer os dados em uma interface para a visualização, além de expandir a pesquisa para os demais cursos dessa universidade pública do norte.

5.2. Acompanhamento de egressos servidores públicos federais

A universidade investigada, por meio do Departamento de Registro e Controle Acadêmico (DERCA), disponibilizou em uma planilha eletrônica os dados de 161 egressos dos cursos de Ciência da Computação e de Licenciatura em Informática à Distância (LIEAD), sendo 81 de computação e 80 de LIEAD, relativos ao período de 2006 a 2023. O arquivo possui os campos de nome do curso, nome do egresso, ano de ingresso no curso e ano de conclusão. Os CPFs dos alunos precisaram ser obtidos manualmente. Conseguimos os dados de CPF de 121 egressos, sendo os demais registrados como “indisponível”. Portanto, nesta pesquisa, os egressos utilizados foram apenas esses 121, já que o CPF é um pré-requisito para a identificação dos dados do egresso nos sistemas de dados abertos do governo. Desse conjunto, 61 são do curso de Ciência da Computação e 60 de do LIEAD.

Utilizando os 121 egressos com CPF disponível, foram encontrados 15 trabalhando no Governo Federal, sendo a maior parte deles na própria universidade investigada (11 do total de 15, representando 73,33%). Desses 15 egressos, 11 são do curso de Ciência da Computação e 4 do LIEAD. Verificamos que apenas dois estão trabalhando em áreas não relacionadas à tecnologia da informação, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a saber: um técnico em eletricidade e um auxiliar de

biblioteca, ambos graduados no curso de Ciência da Computação. Podemos notar que 12,4% dos 121 egressos analisados, estão trabalhando para o Governo Federal, sendo que desse total apenas 13,3% trabalham em áreas não relacionadas à TI. Analisando os cursos separadamente, temos que 11 egressos de Computação, do total de 61 (18%), e 4 egressos do LIEAD, do total de 60 (6,6%), estão trabalhando no serviço público federal.

Com relação aos locais de trabalho, notamos que 11 dos 15 egressos trabalham na universidade examinada neste estudo, sendo oito da computação e três de LIEAD. Outros três da computação atuam em outra universidade pública roraimense e um de LIEAD atua no governo do estado. Tratando-se especificamente da remuneração, a média salarial encontrada foi de R\$ 6.972,36, com um desvio padrão de R\$ 2.662,18. Fazendo uma análise por curso, Ciência da Computação teve uma média de R\$ 7.026,72 ($DP = 785,42$). A média de remuneração do LIEAD foi de R\$ 6.823,15 ($DP = 1406,9$). A média de duração dos cursos foi de 4,2 anos com um desvio padrão de 2,54. O tempo médio para ingresso no serviço público federal foi 1,73 anos após o término do curso, com desvio padrão de 1,26 anos. Analisando os cursos separadamente, temos que Computação possui uma média de 4,45 ($DP = 0,8$) anos de duração e a média da LIEAD foi de 3,5 anos ($DP = 1,1$).

Por fim, resumimos na Tabela 2 a comparação entre os nossos achados, relativos aos 121 egressos, no período de 2006 a 2023, e aqueles obtidos a partir da RAIS, considerando o período de 2006 a 2019, conforme informados no relatório de indicadores de Alvares (2019). Uma vez que os períodos não são os mesmos e que os dados comparados não estão explicitamente disponíveis, a finalidade desta comparação é a de identificar se as tendências dos dados são similares.

Embora os dados inferidos a partir do relatório de Alvares (2019) não sejam precisos e, tampouco, correspondam ao mesmo período examinado nesta pesquisa, destacamos que eles servem como uma referência inicial, que nos permite comparar em que medida os dados deste estudo parecem refletir a realidade dos egressos de computação e de LIEAD. Conforme pode ser notado na Tabela 3, os dados desta pesquisa e do relatório são similares, sugerindo que a técnica que utilizamos foi eficaz, podendo, inclusive, ser generalizada para outros cursos da universidade investigada e de outras instituições de ensino. Dadas as limitações deste estudo, que se restringiu a

apenas dois cursos, e dos critérios de comparação adotados, que foram inferidos, é necessário que novos estudos sejam conduzidos.

Tabela 2. Fidedignidade dos resultados encontrados com base na comparação entre dados obtidos em bases de dados abertos e na RAIS.

Variável	Dados calculados nesta pesquisa a partir de bases de dados abertos	Relatório de Alvares (2019) obtido a partir da RAIS
Total de egressos atuando no serviço público	15	17
Índice de empregabilidade no serviço público	12,39%	14,00%
Média de remuneração	R\$ 6.972,36	R\$ 6.812,40

Finalmente, destacamos que os resultados encontrados, embora preliminares, mostram um caminho promissor de acompanhamento informatizado de egressos, sem a dependência de resposta deles, que pode não ocorrer, e sem a necessidade de consulta na RAIS, que não está publicamente disponível para qualquer instituição interessada em avaliar se e em que área os seus egressos estão trabalhando. Esperamos que seja dada continuidade a esse estudo, avançando o presente método de coleta informatizado de dados.

6. Conclusão

Esta pesquisa viabilizou o desenvolvimento de dois protótipos de métodos informatizados para o acompanhamento da trajetória profissional de egressos que, apesar das limitações, geraram dados promissores. Com o protótipo para acompanhamento de egressos empreendedores, notamos que pouco mais de 10% dos egressos estão empreendendo, porém, tipicamente, fora de sua área de formação, o que nos leva a questionar se o número de egressos empreendedores em sua área de formação poderia ser maior com mais investimento em empreendedorismo dentro da universidade. Com relação aos egressos atuando no serviço público federal, também identificamos pouco mais de 10%. Embora poucos, verificamos que, nesses casos, a maioria está atuando em áreas relacionadas à computação.

As limitações deste estudo estão relacionadas com a pequena amostra e o fato de que os métodos informatizados ainda se encontram em fase preliminar de desenvolvimento, requerendo muita interação do desenvolvedor e, inclusive, a realização de passos de modo manual, para que possa gerar resultados. Não obstante, com os achados promissores que obtivemos, avaliamos que mais pesquisas precisam ser realizadas de modo a avançar no desenvolvimento desses recursos, que podem representar um subsídio importante para orientar a tomada de decisão sobre prioridades e políticas em IES's. Vale destacar, por fim, que o processo de construção dos protótipos evidenciou como ainda é complicada a obtenção de dados, mesmo quando abertos. Apesar disso, é possível expandir a pesquisa. Precisamos, portanto, de mais pesquisadores interessados e dedicados a essa temática.

7. Referências

AALST, W. M. P. V. D. The Data Science Revolution. In: STROUS, L.; JOHNSON, R.; GRIER, D. A.; SWADE, D. *Unimagined Futures: ICT Opportunities and Challenges*. Cham: Springer, 2020, p. 5-19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64246-4_2

ALKMIM, G. V.; HEIJMANS, R. D. Empregabilidade dos egressos tecnólogos do curso de análise e desenvolvimento de sistemas nos institutos federais mineiros. In: *Workshop Sobre Educação em Computação (WEI) (pp. 2096-2105)*, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. <https://doi.org/10.5753/wei.2016.9653>

ALVARES, R. V.; LOUTFI, M. S.; CAMPOS, N. S. Onde estão Meus Egressos? Relato sobre um Mapeamento Automatizado da Vida Profissional dos Formados em Sistemas de Informação da UNIRIO. In: *Workshop sobre Educação em Computação (WEI) (pp. 56-60)*, 28, Cuiabá. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11129>

ANDRIOLA, W. B. Avaliação diagnóstica dos egressos de 2003 e 2004 dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC). *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, [S.l.], v. 11, n. 4, 2006. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/avaliacao/article/view/952>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ARENHARDT, R.; LIMA, E. Educação em empreendedorismo: um estudo bibliométrico sobre as publicações na plataforma Web of Science entre os anos de 1996 a 2018. *Brazilian Journal of Development*, [S.l.], v. 5, n. 10, 2019.

BAGGIO, A. F.; BAGGIO, D, K. Empreendedorismo: Conceitos e definições. *Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia*, Passo Fundo, v. 1, n. 1, 2015.

BEM, R. de A. R.; GARBÁCIO, G. M.; HENKLAIN, M. H. O.; RIBEIRO, A. C.; ALVARES, R. V. Computer science students and graduates profile: research on professional interests and work context. *Brazilian Journal of Education Technology And Society*, São Paulo, v. 17, n.1, p. 225-246, 2024.

BERTRAND, O. Educação e Trabalho. In: DELORS, Jacques. *Educação para o século XXI*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.

BISWAS, S.; WARDAT, M.; RAJAN H. The art and practice of data science pipelines: A comprehensive study of data science pipelines in theory, in-the-small, and in-the-large. In: International Conference on Software Engineering (ICSE) (pp. 2091-2103), Pittsburgh. Anais [...]. Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2020. <https://doi.org/10.1145/3510003.3510057>

BOTH, I. J. Avaliar a universidade é preciso: Agente de modernização administrativa e da educação. In: SOUZA, E. C. B. M. Avaliação Institucional. 2. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1999. 244 p.

BOTTI, L.; NETO, R.; JULIO, A.; DRUTRA, K. O Sistema de Controle de Egressos utilizado pelo Instituto Metodista Granbery: uma ferramenta de acompanhamento e relacionamento. *Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery*, Juiz de Fora, n. 7, jul./dez. 2009. Disponível em: <http://re.granbery.edu.br/artigos/MzM0.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL, Cristina. Brasil tem 49 municípios com mais de 500 mil habitantes. *Agência Brasil*. Rio de Janeiro, ago. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3ATFMD5>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.027, de 12 de abril de 1990. Dispõe sobre normas de conduta dos servidores públicos civis da União, das Autarquias e das Fundações Públicas, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 abr. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8027.htm. Acesso em: 8 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm. Acesso em: 16 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBN, Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 16 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581. Acesso em: 15 set. 2021.

BRITO, M. R. F. O SINAES e o ENADE.: da concepção à implantação. *Revista da Rede de Avaliação*, Campinas, v. 13, n. 3, nov. 2008. p. 841-850. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772008000300014>. Acesso em: 24 ago. 2021.

BROM, LUIZ G. Universidade e mercado de trabalho. Disponível em: <http://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2006/05/16/441803/fecap-universidade-e-mercado-trabalho.html>. Acesso em: 22 ago. 2021.

BUARQUE, C. Educação Superior: reforma, mudança e internacionalização. Brasília: UNESCO, 2003. 208 p. Disponível em: <https://sinter.ufsc.br/files/2015/08/Texto-1-UNESCO.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2021

BURON, Roberto. O papel da universidade na formação do perfil profissional. *Salão do Conhecimento UNIJUI*, Ijuí, 2016. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7307>. Acesso em: 16 jul. 2021.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 698 p.

COELHO, V. *Retorno Financeiro à Educação Superior da Universidade de Brasília: Análise a partir dos egressos de graduação*. Dissertação (Mestre em Economia e Gestão de Finanças Pública) - Programa de Pós-Graduação em Economia-PPGE, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia (FACE) da Universidade de Brasília, Brasília: UnB, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Contribuição da Indústria para a reforma da educação superior: análise da segunda versão do anteprojeto*. Brasília: CNI, 2005. Disponível em: <https://bit.ly/4fXuu0Z>. Acesso em: 25 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>.

DUBOIS. *MySQL: developer's library*. 5ª edição. Boston: Addison-Wesley, 2013.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. *Fundamentals of Database systems*. 7. ed. Boston: Pearson, 2016. 1280 p.

FLANAGAN, D. *JavaScript: o guia definitivo*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1062p.

GASPARETTO, A. Avaliação institucional: processo doloroso de mudança; a experiência da UESC, Ilhéus, Bahia. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, [S.l.], v. 4, n. 3, 1999. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/avaliacao/article/view/10613>. Acesso em: 25 ago. 2021.

GRIBOSKI, C. M.; BEDRITICHUK, A. G. A; FERREIRA, G. V. Autoavaliação institucional: uma análise da formação e inserção profissional dos egressos da UNB. In: *3º Simpósio De Avaliação Da Educação Superior (AVALIES)*, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, set. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/179540>. Acesso em: 04 ago. 2021.

ISOTANI, S.; BITTENCOUT, I. *Dados abertos conectados*. São Paulo: Novatec, 2015. 175 p.

LUCIANO, A. P. C.; SANTOS, A. A. Caminhos do Licenciado em Computação no Brasil: Estudo de Mercado a Partir de uma Pesquisa com Egressos. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (pp. 517-526)*, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013.

World Wide Web Consortium. *Manual dos dados abertos: desenvolvedores*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2011.

MARTINS, G. de A.; LOUSADA, A. C. Z. Egressos como fonte de informação à gestão dos cursos de Ciências Contábeis. *Revista Contabilidade e Finanças*, São Paulo, v.16, n. 37, p. 73-84, jan./abr. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-70772005000100006>. Acesso em: 03 ago. 2021.

MCCLELLAND, D. C. *The achievement society*. (1961). (Princeton, Ed.). NJ: Von Nostrand.

MILANI, A. *MySQL: guia do programador*. São Paulo: Nova Editora, 2006.

MILETTO, E.; BERTAGNOLLI, S. *Desenvolvimento de Software II: introdução ao desenvolvimento web com HTML, CSS, Javascript e PHP*. Porto Alegre: Bookman, 2014. 276 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Classificação Brasileira de Ocupação*. Brasília: MTE, 2017. Disponível em: <http://www.mteco.gov.br/cbsite/pages/home.jsf>. Acesso em: 15 set. 2021.

NASCIMENTO, B. *SAE - Sistema de Acompanhamento de Egressos*. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo: Ufes, 2022.

OPEN KNOWLEDGE FOUNDATION. *The Open Definition*. [Online]: Open Knowledge Foundation, 2015. Disponível em: <http://opendefinition.org/>. Acesso em: 05 ago. 2021.

ORACLE. *O que é MySQL?* Oracle, 2024. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/mysql/what-is-mysql>. Acesso em 9 ago. 2024.

PAUL, J. ACOMPANHAMENTO DE EGRESSOS DO ENSINO SUPERIOR: experiência brasileira e internacional. *Caderno CRH*, [S.l.], v. 28, n. 74, 2015. <https://doi.org/10.9771/ccrh.v28i74.19899>

QUEIROZ, T. *O bom filho a casa sempre torna: análise do relacionamento entre a Universidade Federal de Minas Gerais e seus egressos por meio da informação*. 2014. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Programa de Pós-Graduação da Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

RODRIGUES, F. de A.; SANT'ANA, R. C. G.; FERNEDA, E. Análise do processo de recuperação de conjuntos de dados em repositórios governamentais. *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, v. 6, n. 1, p. 38-56, abr. 2015. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/incid/article/view/73496>. Acesso em 01 set. 2021.

RODRIGUES, L.; LOPES, K.; DARSIE, M. O perfil profissional dos egressos do curso de licenciatura em Computação do Campus Porto Nacional, do Instituto Federal do Tocantins: uma análise das contribuições do curso para os licenciados em atuação docente. Palmas: *Revista Sítio Novo*, v. 4, n. 2, 2020.

SANTAREM S. J. E. Tecnologías de la información y la comunicación para proporcionar datos abiertos en formato semántico. *Ibersid*, Zaragoza, v. 7, p. 33-40, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3z6EqnZ>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. *Como incentivar o empreendedorismo nas universidades*. 2017. Disponível em: bit.ly/3iKANIZ. Acesso em 8 de outubro de 2021.

SILVA, J.; BEZERRA, R. Sistema de acompanhamento dos egressos aplicado na Universidade Federal de Santa Catarina. *Revista Gestão Universitária na América Latina (GUAL)*, Santa Catarina, v. 8, n. 3, 2015, p. 1-15. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/41923>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SKINNER, B. F. *Science and human behavior*. Cambridge, MA: The B. F. Skinner Foundation, 2005. (Trabalho original publicado em 1953).

TEIXEIRA, G. C. S.; MACCARI, E. A. Proposição de um plano de ações estratégicas para associações de alunos egressos baseado em benchmarking. *Revista de Ciências da Administração*, Florianópolis, v. 16, n. 40, p. 208-220, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2014v16n40p208>. Acesso em: 25 jul. 2021.

TEIXEIRA, Marco Antônio Pereira. *A experiência de transição entre a universidade e o mercado de trabalho na adultez jovem*. Tese (Doutorado em Psicologia) – Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

UNESCO. *Relatório sintético sobre as tendências e desenvolvimento na educação superior desde a Conferência Mundial sobre a Educação Superior (1998-2003)*. Brasília: UNESCO, 2003. 208p.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Comissão Própria de Avaliação. *Relatório preliminar de autoavaliação institucional*. Brasília. 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. Pró-Reitoria de Planejamento. Diretoria de Avaliação e Acompanhamento Institucional. *Acompanhamento do egresso*. Londrina, 2006. 65p. Disponível em: <http://www.uel.br/proplan/egresso/livro-acompanhamento-egresso.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VANDEN, S. B; BAESENS, B. *Practical Web Scraping for Data Science - Best Practices and Examples with Python*. New York: Apress, 2018. 15 p.



Sobre os autores

Acauan Cardoso Ribeiro é bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima e mestre pelo Instituto de Computação (IC) – Unicamp na área de Data Visualization. Atua como professor do Departamento de Ciência da Computação há mais de 10 anos. Desenvolve pesquisas nas áreas de Banco de Dados, Visualização de Informações e Desenvolvimento *Web*. Nos últimos anos atua também em projetos de pesquisa e extensão em Data Science no âmbito da universidade e para empresas parceiras. **E-mail:** acauan.ribeiro@ufr.br

Ana Julia Vieira Pereira Andrade da Costa é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. Atua como estagiária de TI na Defensoria Pública de Roraima. **E-mail:** anajuliavpac@gmail.com

Angelo Almeida Ferro é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. Atua como Analista de Requisitos na Secretaria de Estado da Fazenda (SEFAZ). **E-mail:** angelo.sonic@gmail.com

Bárbara Zamperete Oliveira é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima e atua no Departamento de Tecnologia da Informação do Ministério Público de Roraima. **E-mail:** zamperetebárbara@gmail.com

Bruno Oliveira da Silva é licenciado em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** brunooliveirr@gamil.com

Caio de Jesus Gregoratto é graduado em Gestão de Agronegócios pelas Faculdades Cathedral de Ensino Superior (2008) e bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (2013). Possui especialização em Gestão de Projetos em TI pela Faculdade Claretiano (2019) e mestrado em Informática pela Universidade Federal do Amazonas (2016). Atualmente é professor da Universidade Estadual de Roraima e professor da Claretiano Centro Universitário. Tem experiência na área de Ciência da

Computação e Informática. Atua principalmente nos seguintes temas: aprendizado de máquina, visão computacional, computação gráfica, processamento de imagens, modelagem 3D e Blender 3D. **E-mail:** caio.gregoratto@uerr.edu.br

César Augusto S. da Silva é licenciado em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** augustosilva.cass@gmail.com

Cleillyson Osmar Souza Diniz de Almeida é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** cleillyson.0@gmail.com

Cleydson Gomes dos Santos é graduado em Física pela Universidade Estadual de Roraima (UERR) desde 2017 e possui Mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) desde 2020. Atualmente é professor da Secretaria de Educação do Governo do Estado de Roraima. **E-mail:** cleydsongomes@hotmail.com

Dolglas José Melgueiro da Silva é licenciado em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** djosems.2000@gmail.com

Élissileny Barroso Bessa é licenciada em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** lissilenybarroso@gmail.com

Felipe Leite Lobo é doutor em Informática pela Universidade Federal do Amazonas. Atua como professor do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Roraima e colaborador do Programa LNCC de Embaixadores do Supercomputador Santos Dumont. Desenvolve pesquisas sobre Redes Veiculares, Computação Móvel e Ubíqua, Sistemas de Localização, Fusão de Dados, Fog Computing, Redes de Sensores Sem fio. **E-mail:** felipe.lobo@ufrr.br

Fernando Souza Rodrigues é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) e bolsista na Diretoria de Tecnologia da Informação da UFRR. **E-mail:** fernando124655@gmail.com

Filipe Dwan Pereira é doutor em Informática pela UFAM, com parte da pesquisa realizada na Universidade de Durham, na Inglaterra. Sua tese recebeu menção honrosa no Prêmio Capes de Teses e foi reconhecida como a melhor do programa de pós-graduação da UFAM. Ele é professor na Universidade Federal de Roraima e na UAB, com interesses de pesquisa em mineração de dados, análise de aprendizagem, PLN, *big data*, *large language models* e *deep learning*. Também atua em projetos de pesquisa e consultoria em IA e PLN. **E-mail:** filipe.dwan@ufrr.br

Francisco Rafael Duarte Maciel é graduado em Física pela Universidade Estadual de Roraima (UERR) desde 2014 e possui Mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) desde 2018. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física Clássica; Mecânica. Atualmente é professor da Secretaria de Educação do Governo do Estado de Roraima. **E-mail:** rafa8056@gmail.com

Gabriel Peixoto Menezes da Costa é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** gabrielpaixoto371@gmail.com

Giovana Oliveira Moraes de Lima é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** brgiovanaoliveira@gmail.com

Giovanna Mendes Garbácio é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR). **E-mail:** gio.garbacio@gmail.com

Glisbel de las Nives Aponte López é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** glisap.n@gmail.com

Guilherme Lucas Pereira Bernardo é técnico em Informática pelo Instituto Federal de Roraima (IFRR), graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR), bolsista no Projeto de Iniciação Científica Map2Check (PIBIC/CNPq). **E-mail:** bguilherme51@gmail.com

Hercules Lopes dos Santos é especialista em Ensino Superior com Bacharelado em Sistemas de Informação (2010). Atualmente, atua como professor EaD no curso de Licenciatura em Informática pelo NEaD/UFRR e como professor substituto no curso de Ciência da Computação na Universidade Federal de Roraima. Possui vasta experiência em educação a distância e desenvolvimentos de sistemas. **E-mail:** hercules.santos@ufr.br

Hugo Lima Romão é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) e atua como assistente técnico de TI na Companhia de Águas e Esgotos de Roraima. **E-mail:** hugo8romao@gmail.com

Irlane Melo Costa é licenciada em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** irlanemelocosta@gmail.com

Janilda Araújo da Silva é licenciada em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** janilda.fia01@gmail.com

Jasson Marques Fontoura Júnior é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR). Atua como Gerente de Sistemas na Faculdade Faceten. **E-mail:** jassonjr5@gmail.com

Jorge Siqueira Serrão é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. Atua como Gerente do Núcleo de Compras e Finanças da Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde - SESAU/RR. **E-mail:** jorgefilhoz@hotmail.com

José Gonçalves Lucena Neto é licenciado em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** gonsalves.lucena@gmail.com

Leonardo Carvalho de Matos Silva é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima e atua como Estagiário superior no Ministério Público do Estado de Roraima. **E-mail:** leonardo.carvalho623@gmail.com

Luciano Ferreira Silva é licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e doutor em Computação, na área de Computação Gráfica, pela Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) – UFU. Atua como professor do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Roraima e desenvolve pesquisa sobre Realidade Virtual e Aumentada, Jogos digitais, Visão Computacional, Gamificação de Interfaces, e Informática na Educação. **E-mail:** luciano.silva@ufr.br

Luiz Otavio Ribeiro Rodrigues possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Ciências, Educação e Tecnologia do Norte do Brasil (2014), graduação em Ciências Naturais pela Universidade Federal do Pará (2005) e mestrado em Física pela Universidade Federal de Roraima (2019). Atualmente é professor da Prefeitura Municipal de Boa Vista e professor de Ciências da Natureza do estado de Roraima. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Orientação Educacional. **E-mail:** rodrigues.otavio@hotmail.com

Marcelle Alencar Urquiza é bacharel em Engenharia Elétrica – ênfase em eletrônica e Mestre em Processamento de Informações, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia. Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Roraima (UFRR), Programa Rede Bionorte. Professora Associada I, atua como docente no Departamento de Ciência da Computação da UFRR, ministrando disciplinas de Eletricidade Básica, Circuitos Digitais I e II, Geoprocessamento, entre outras. Desenvolve projetos de extensão nas áreas de Inteligência artificial e Tecnologias Computacionais e mercado de Trabalho. **Email:** marcelle.urquiza@ufr.br

Marcelo Henrique Oliveira Henklain é bacharel em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Estácio da Amazônia e doutor em Psicologia pela Universidade Federal de São Carlos, com ênfase em educação. Atua como professor do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Roraima e colaborador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (INCT-ECCE). Desenvolve pesquisas sobre Informática na Educação, Educação em Computação e avaliação do desempenho profissional e acadêmico. **E-mail:** marcelo.henklain@ufrr.br

Marcos Vinícius Melo da Silva é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima e atua como estagiário na empresa ISTUD. **E-mail:** marcoswork77@outlook.com

Maria da Natividade de Souza Nunes é licenciada em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** natividadenunes@hotmail.com

Neucilene Lira Picanço é licenciada em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** neucilira@gmail.com

Rodrigo de Andrade Rolim Bem é Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** rodrigojxj@gmail.com

Roodger Nathanael Schau Menezes Araújo de Sousa é licenciado em Informática pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** roodgersmasg@gmail.com

Rosialdo Queivison Vidinho de Queiroz Vicente é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) e atua como Bolsista em projetos de extensão dentro da UFRR. **E-mail:** rosialdovidinho3@gmail.com

Victor Hugo Souza Costa é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** victorcosta1141@gmail.com

Wanderson Morais de Sousa é graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** wandersonmoraisdesousa@gmail.com

Wandressa da Silva Reis é graduanda em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. Atua como estagiária de suporte de TI na Im Tecnologia e Sistemas Ltda (Imtech). **E-mail:** reiswandressa@gmail.com

William Juan da Silva Melo é Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Roraima. **E-mail:** williamjuan.contato@gmail.com

Os 14 estudos que compõem esta obra são contribuições aos processos de ensinar e aprender com o auxílio da informática. Dividimos este livro em duas subáreas da Computação: Informática na Educação (IE) e Educação em Computação (EC).

Os oito primeiros capítulos encontram-se na subárea de IE e abarcam contribuições da Computação para a educação básica, envolvendo ensino de cores e formas (Cap. 01), revisão sobre uso de TICs em escolas rurais (Cap. 02), ensino de biologia (Cap. 03), matemática (Cap. 04) e física (Caps. 05, 06 e 07) e criação de tecnologia assistiva para daltônicos (Cap. 08). Os Capítulos 09 e 10 são revisões que se encontram na interface entre IE e EC. Os últimos quatro capítulos são sobre EC e abarcam o ensino de digitação (Cap. 11) e programação (Cap. 12), bem como estudos sobre interesses profissionais (Cap. 13) e inserção no mercado de trabalho (Cap. 14), contemplando, portanto, educação básica e superior.

ISBN 978-65-265-1385-9



9 786526 513859 >

 **Pedro & João**
editores