

Revista de Educação, Ciência e Tecnologia IFRS

# ScientiaTec

Volume 6, Número 1, Janeiro/Junho 2019



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rio Grande do Sul

e-ISSN 2318-9584



# ScientiaTec

ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS,  
Porto Alegre, v.6, n.1, 2019.

ISSN 2318-9584

## Conselho Editorial

**Editora-chefe: Cibele Schwanke**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Evandro Manara Miletto**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Filipe Xerxeneski da Silveira**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Gabriela Fernanda Cé Luft**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Lizandra Brasil Estabel**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Magali Lippert da Silva**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Maria Cristina Caminha de Castilhos França**

IFRS - Campus Porto Alegre

**Telmo Francisco Manfron Ojeda**

IFRS - Campus Porto Alegre

## Conselho Científico

André Frazão Teixeira (UTAD, Portugal)

Andréa Poletto Sonza (IFRS, Brasil)

Carlos Roberto dos Anjos Candeiro (UFG, Brasil)

Clarice Monteiro Escott (IFRS, Brasil)

Diogo Onofre de Souza (URFGS, Brasil)

Fernanda Valli Nummer (UFPA, Brasil)

Franclin Costa do Nascimento (IFB, Brasil)

Júlio Xandro Heck (IFRS, Brasil)

Leandro Lesqueves Costalonga (UFES, Brasil)

Leonardo Xavier da Silva (URFGS, Brasil)

Luciana Calabró Berti (URFGS, Brasil)

Maria do Rocio Fontoura Teixeira (URFGS, Brasil)

Maria Helena Paiva Henriques (UC, Portugal)

Valdir José Morigi (UFRGS, Brasil)

## Editoração eletrônica

Cibele Schwanke

Bruno Lentz - Bolsista Propri (IFRS)

## Capa, diagramação e layout

Bruno Lentz

## Avaliadores ad hoc

Andrea Poletto Sonza

Belkis Souza Bandeira

Clarice Monteiro Escott

Claudia Alessandra de Barros

Claudio Luis Crescente Frankenberg

Fabio Oliveira Dias

Francisco Catelli

Gradisca de Oliveira Werneck de Capistrano

Jaqueline Mallmann Haas

Julio Henrique Hartmann

Karin Tallini

Karla dos Santos Guterres Alves

Laila Mayara Drebes

Luciano Castro

Márcia Lazzari Viana

Marcos Daniel Aguiar

Rosana Maria Giudice Batista de Araujo Porto

Salette Amaral de Figueiredo

Sérgio Mittmann dos Santos

Vicente Zatti

Wenceslau Virgilio Cardoso Leães Filho

Wendel dos Santos Lima

# Letramento digital de pessoas com necessidades específicas

**Ciro Ferreira de Carvalho Júnior**

Universidade de Salvador (UNIFACS)  
(cirofcjr@ifto.edu.br)

**Kely Rejane Souza dos Anjos de Carvalho**

Universidade Federal do Tocantins (UFT)  
(kelyrejanecarvalho@gmail.com)

**Resumo:** Este artigo tem como escopo principal compartilhar reflexões a partir da compreensão da literatura sistematizada sobre as tecnologias na atual conjuntura social, e o quanto tal conhecimento pode ser capaz de impactar no processo ensino-aprendizagem de pessoas com necessidades específicas. Desta forma, apresentamos inicialmente uma metodologia bibliográfica a partir da contribuição de diferentes autores ligados ao uso da tecnologia, no sentido de promover um diálogo mais interdisciplinar. Como aporte teórico, procuramos mobilizar saberes de diferentes percepções do conhecimento humano, aplicados a temática deste artigo, com o intuito de verificarmos o mesmo objeto sob vários pontos de vista. Refletiremos a tecnologia como ferramenta necessária e indispensável para melhorar a inter-relação entre as pessoas, possibilitando maior inclusão e qualidade de vida. Desta forma, as ferramentas metodológicas são consideradas um mecanismo essencial para que esta inclusão, de fato ocorra.

**Palavras-chave:** Tecnologia; Aprendizagem; Inclusão; Letramento Digital; Necessidades Específicas.

## Digital literacy of people with specific needs

**Abstract:** This article's main goal is to share reflections on the literature of the systematization of the technologies in the social current conjuncture and how such knowledge can be able to impact the teaching-learning processes of people with specific needs. Thus, firstly we present a bibliographical methodology with the contribution of different authors related to the use of technology in order to promote a more interdisciplinary dialogue. Using a theoretical contribution, we seek to mobilize expertise of different perceptions of human knowledge applied to the this article's theme, in order to verify the same object from various points of view. We will reflect technology as a necessity and indispensable machine to improve the interrelationship between people, enabling greater inclusion and quality of life. Along these lines the methodological tools are an essential mechanism for this inclusion to in fact occurs.

**Keywords:** Technology; Learning; Inclusion; Digital Literacy; Specific Needs.

## 1. INTRODUÇÃO

No presente artigo apresentaremos um panorama das tecnologias da era pós-moderna e o quanto tais tecnologias podem impactar no processo de ensino-aprendizagem de pessoas com necessidades específicas. A pós modernidade é um período gerador de diversas reflexões e investigações, tais como: a tecnologia como ferramenta basilar para a educação, a inclusão e exclusão social de indivíduos que são engolidos pela era informatizada, pelos impactos sociais, econômicos e, mesmo, ambientais que as tecnologias podem causar em detrimento de um contexto mais harmônico entre as partes.

Neste artigo discutiremos sobre inclusão e exclusão sociais e digitais, principalmente de pessoas com necessidades específicas. Acreditamos que o conhecimento e acesso a ferramentas tecnológicas, que permitam a inclusão digital, trazem diversos benefícios no dia a dia, desde o convívio social até mesmo o acesso das pessoas com necessidades específicas ao mercado de trabalho.

A perspectiva de reflexão que abordamos sobre educação neste trabalho, não se refere ao sentido de educação formal, como preconizado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), mas sim, no sentido dos usuários saberem lidar com a referida ferramenta que, com o advento da globalização, tem ganhado mais espaço e, com isso, tem exercido papel importante em diferentes classes sociais, podendo servir como instrumento de inclusão social de pessoas com necessidades específicas, sejam elas físicas ou intelectuais, como autismo, por exemplo. Em outras palavras, nos referimos ao fato de haver, ou não, exclusão por parte das pessoas que desconhecem o manuseio das ferramentas básicas do contexto informacional e/ou computacional, recursos estes, que podem auxiliar em várias áreas do conhecimento, como também na área da educação, que no nosso caso é voltado para educação inclusiva de pessoas com necessidades específicas.

A metodologia desenvolvida neste artigo é do tipo bibliográfica, tendo em vista que é elaborada uma revisão de literatura especializada na área, colocando-as em confluência. Para tanto, foram utilizados, como principais autores, Oliveira et al (S/D), Souza (2008), Zanata e Carvalho (2008), Teixeira e Marcon (2009), Turci (2012), Aires et al (2014), e Moreira et al (2015).

A discussão entre diferentes autores contribui na construção de uma percepção mais global sobre o assunto proposto, incentivando o diálogo e a construção de ideias

autônomas a partir de tais confrontos teóricos. Por isso, trata-se de um artigo de relevância teórica bastante pertinente.

Além desta Introdução, das Considerações Finais e das Referências, este artigo é constituído pelas seções Tecnologias na Aprendizagem, Letramento Digital, Tecnologia, Exclusão e Inclusão Digital em Contextos de Crianças com Autismo e Trabalhos Futuros.

## **2. TECNOLOGIAS NA APRENDIZAGEM**

Aprender, na contemporaneidade, é um processo diretamente associado às novas concepções de mundo e linguagem, partindo do princípio de que a aprendizagem não se esgota mais na esfera escolar. A ideia de aprendizagem está diluída a qualquer contexto que se faça pertinente o compartilhamento de conhecimento. É nesse sentido, que a tecnologia aparece como grande revolucionária nesse campo, tendo em vista a importância que se é dada às novas mídias sociais da atualidade, tais como redes sociais, YouTube, etc.

Para Turci e Costa (2012), é necessário entender que a aprendizagem sobre tecnologia se faz cada vez mais importante e, para isso, é necessário que seja ampliado o leque de discussões sobre uso de softwares e outros elementos da informática, considerando que o computador é ferramenta fundamental para a interação desses novos tempos.

Dentro desse âmbito, é necessário entender a tecnologia como algo motivacional e não como uma ferramenta excludente. Seguindo a primeira concepção, entende-se que a tecnologia desperta a curiosidade do sujeito e, com isso, incentiva-o a ir além do que lhe é proposto. Isso, por sua vez, ajuda na formação de alguém mais autônomo e, com isso, mais sagaz na prática dos estudos (ZANATA, CARVALHO, 2008).

Assim, a aprendizagem, por meio de ferramentas tecnológicas, torna-se o pivô da democratização do saber, sobretudo no que se refere à autonomia das instituições e a rapidez com a qual as informações são compartilhadas. Nesse sentido, funciona como uma culminância de fatores facilitadores.

Entretanto, há de se frisar que este teor facilitador só é possível desde que essa tecnologia seja inclusiva, no sentido de que proporcione o acesso de pessoas de todos os tipos, de todas as escolaridades e, principalmente, com qualquer tipo de deficiência (TEIXEIRA, MARCON, 2009).

Acreditar em uma aprendizagem tecnologicamente inclusiva ainda é um fator bastante preocupante no Brasil, tendo em vista a realidade social, cultural e econômica que ainda é bastante divergente no país. No entanto, casos isolados podem ser estudados conforme cada região. Questões sobre inclusão e exclusão por meio da tecnologia serão mais explanadas nas próximas seções.

### **3. LETRAMENTO DIGITAL**

Compreender os meios tecnológicos como um aporte capaz de incluir um indivíduo em um contexto social maior é reconhecer, conseqüentemente, que os meios sociais são permeados por situações interacionais que demandam conhecimento nessa área. Diante dessa realidade, há de se considerar o que se tem chamado de letramento digital, ou letramento tecnológico, muito se faz necessário em todos os contextos de interação, sobretudo naqueles que se munem da tecnologia e informática para se propagarem com mais exatidão.

Entende-se o letramento digital como um conjunto de habilidades reflexivas sobre o papel da informática e de seus recursos a partir da ideia de interação e caracterização social (SILVA, 2014). Nesse sentido, as diversas ferramentas tecnológicas não podem ser pensadas fora de uma situação de uso, tendo em vista que os homens se comunicam, das mais diversas formas, por meio delas.

Conversas em redes sociais, por exemplo, é o que há de mais básico sobre isso. Na atualidade, procedimentos, muitas vezes complexos, podem ser resolvidos a partir de aplicativos que viabilizam o andamento de processos costumeiramente mais demorados. Nesse sentido, fala-se que a prática de letramento digital, ou tecnológico, é, sem dúvida, uma maneira de tornar mais estreita a barreira que distancia os sujeitos sociais.

Associar a educação e a computação de forma a poder incluir pessoas com necessidades específicas no convívio com as tecnologias atuais, pode ser

considerado como educação inclusiva. Neste contexto, ao incentivar crianças e adolescentes com necessidades específicas, tanto físicas como intelectuais, a ter um contato, por mais básico que seja, com as ferramentas tecnológicas, poderíamos ter um melhor resultado no processo ensino-aprendizagem com inclusão digital.

A necessidade de se ter uma prática letrada no universo tecnológico, inclusive, pode se tornar um agente catalisador da inclusão social e digital, tendo em vista que o conhecimento crítico-reflexivo da tecnologia, enquanto linguagem, é base para o andamento e compreensão social.

Para que as tecnologias digitais mais inovadoras se tornem, efetivamente, mediadoras do processo de inclusão do ensino-aprendizagem é necessário que a prática de letramento seja algo capaz de permear essas relações, estabelecendo sentidos, coerências e significados construídos pelo próprio usuário da tecnologia. Isso, por sua vez, deve despertar e instruir seus passos para lidar com situações vindouras, mas que solicitam o mesmo capricho com a ferramenta ora mencionada.

#### **4. TECNOLOGIA, EXCLUSÃO E INCLUSÃO DIGITAL EM CONTEXTOS DE CRIANÇAS COM AUTISMO**

Para Aires et al (2014), “É importante saber como os indivíduos autistas se comunicam com os outros, qual a linguagem desenvolvida por eles e como é a sua forma de aprendizagem”. Mesmo com bastantes pesquisas na área, não se pode definir, ainda, claramente o autismo. Há estudos que definem o autismo como sendo um transtorno orgânico e não genético.

Entende-se por autismo um conjunto de transtornos intelectuais, capazes de alterar o funcionamento cerebral, o que acarreta numa disjunção na interação social e a comunicação de natureza verbal e não-verbal. Diante disso, afirma-se que “o foco da proteção aos direitos dos autistas não está mais na criação de novos instrumentos normativos, eis que a aplicação do que está previsto na Convenção seria suficiente para tornar mais agradável e digna à sua vida e de seus familiares” (MODALOZZO, 2011, p. 6).

Uma grande dificuldade que pode ser encontrada no momento do processo de ensino-aprendizagem de uma pessoa diagnosticada com autismo é que ela vive em

seu “próprio mundo virtual”. Contudo é de extrema importância a convivência com pessoas do “mundo real”. Seria nesse estreitamento de laços que ferramentas tecnológicas poderiam contribuir.

Muitas pesquisas têm problematizado a questão da tecnologia como maneira de incluir crianças com autismo, ou outras deficiências, sobretudo físicas. Dentre os trabalhos, podem-se citar as pesquisas de Oliveira et al (S/D), Souza (2008), Zanata e Carvalho (2008), Teixeira e Marcon (2009), Turci (2012), Aires et al (2014), e Moreira et al (2015).

Todas as pesquisas listadas problematizam a dificuldade de pessoas cegas, surdas, com ausência de fala, ou com qualquer outra deficiência física, a terem acesso a um ensino digno e de qualidade. Isso, por sua vez, tem sido uma triste realidade.

De acordo com Moreira e Baranauskas (2015) “o uso da informática aliado à constante inovação de equipamentos especialmente desenvolvidos serve como mediador no processo de ensino-aprendizagem”.

A pessoa com deficiência necessita de um cuidado e educação especiais, que assegurem seu bem-estar físico, psíquico e social, ao mesmo tempo em que lhe ofereça todos os procedimentos capazes de adquirir a mesma educação e aprendizagem de uma pessoa sem deficiência.

Corrêa et al (S/D) encontram na música uma possibilidade pertinente para estabelecer a inclusão no contexto educacional autista. Para os autores, a música, entendida como um conjunto de linguagens que agem simultaneamente podem remeter a criança autista a uma realidade mais concreta, apresentando-a a um mundo ainda pouco conhecido. Na investigação, os pesquisadores constatam que a música pode instigar habilidades comportamentais das crianças, ajudando-as a desenvolver capacidades linguísticas e psíquicas.

As pessoas se sentem excluídas por não encontrarem meios que lhes despertem ou lhes ajudem na prática cotidiana. Nesse sentido, a tecnologia não pode contribuir para esta exclusão, e sim ser utilizada para que o inverso aconteça. Ou seja, para que pessoas de todos os tipos de deficiência sejam incluídas no mesmo espaço social.

Nesse entorno, mostra-se pertinente a pesquisa de Zajc e Starcic (2012), que questionam justamente a tecnologia como instrumento mediador. Para tal, constatam

que os meios tecnológicos, em sua função multimídia, é um rico recurso de inclusão, tendo em vista o leque de possibilidades que se abre a partir de seu conhecimento.

A pesquisa supracitada mostra-se convidativa no sentido de nos fazer repensar o papel inclusivo das tecnologias no contexto de inclusão social de crianças com autismo, tendo em vista que os textos tecnológicos de natureza multimídia podem ajudar a criança no processamento cerebral de informações, bem como para o controle das células cerebrais, mesmo que em escala pequena.

Diante disso, é possível afirmar que “a área da computação vem se expandindo com novas linhas de pesquisa como, por exemplo, interfaces tangíveis e música” (CORRÊA et al, S/D, p. 1). Para os autores, a referida articulação serve como uma alternativa para a criação de novos mecanismos capazes de incluir pessoas com deficiência em um universo ainda repleto de limitações para as mesmas.

É necessário investir em políticas de conscientização sobre o autismo em diversos contextos sociais, mas não apenas isso. A tecnologia deve ser levada à criança autista de maneira que ela a perceba como algo prático e concreto. Para isso, é necessário desenvolver softwares específicos que possam viabilizar o uso das máquinas para pessoas com deficiência, além de incentivar a criação de ferramentas também plausíveis para que os autistas, ou outras pessoas com deficiência, possam ser efetivamente incluídos no meio em que vivem.

## **5. TRABALHO FUTURO**

Durante os últimos anos, as tecnologias têm dado uma grande contribuição para a humanidade, de maneira transparente e por vezes intrusiva, nos principais ramos do mercado, inclusive na educação.

São contribuições que englobam desde as melhorias do dia a dia até a automação das grandes indústrias. Essas tecnologias proveem principalmente automatização de procedimentos já padronizados e softwares que podem auxiliar desde comércios, fábricas chegando à educação. Tornando o processo ensino-aprendizagem um pouco mais eficaz.

Mesmo com a tecnologia sendo considerada “avançada” nos dias atuais, ainda é desafiador provê educação inclusiva utilizando meios tecnológicos, ubíquos e

pervasivos como, por exemplo, computação vestível para auxiliar na educação de pessoas com necessidades específicas, principalmente as crianças com autismo.

Para o futuro pensamos em dar ênfase no estudo da educação inclusiva, utilizando como recursos as tecnologias contemporâneas vestíveis e tangíveis, para melhorar o processo de ensino-aprendizagem de pessoas com necessidades específicas, principalmente estudar o ser humano em sua fase inicial, durante a infância e adolescência.

É importante verificar até que ponto a computação, atuando de modo transparente e integrada às atividades do cotidiano do usuário, venha a contribuir no processo ensino-aprendizagem, que engloba desde o docente até o discente. Analisar também até que ponto estas ferramentas tecnológicas podem servir apenas como auxílio, automatizando alguns métodos que outrora tenham sido utilizados de maneira clássica, sem o uso das tecnologias disponíveis e até onde elas serão fundamentais.

## **6. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Diante do que foi apresentado neste artigo, é válido dizer que a tecnologia tem a capacidade de oferecer a quem a manuseia uma gama de informações que se interconectam como uma espécie de rede junto ao mundo real, o que justifica a necessidade de conhecer as ferramentas computacionais.

Misturando uma variedade considerável de linguagens, o universo da computação lida com, além da ferramenta verbal, muitos recursos imagéticos que causam sentidos e agregam significados bastante pontuais. Somado a isso, as cores também são elementos de grande valia para o desenvolvimento do conhecimento científico a respeito da computação e da tecnologia.

Assim, o conhecimento desses recursos não pode se limitar a uma microesfera social, tendo em vista a ocorrência bastante expressiva do mercado de trabalho. Logo, é necessário falar-se em medidas de inclusão tecnológica que possam agregar todos os sujeitos sociais e, com isso, compartilhar conhecimento e maximizar a inclusão, sobretudo das pessoas com qualquer tipo de deficiência, seja ela física ou intelectual.

Embora tudo na contemporaneidade pareça de fácil acesso, ainda há uma grande parcela da população brasileira que não comunga das informações

necessárias para um manuseio satisfatório dessas ferramentas. Por vários motivos diversos, muitos brasileiros ainda não tiveram a oportunidade de se adequar a uma nova conjuntura social devido às limitações advindas da falta de acesso aos conhecimentos tecnológicos.

Por isso, o tema ora referido é de natureza fundamental no que se refere a sua contribuição ao meio acadêmico e social. Acadêmico, porque é necessário que as instituições de ensino superior sejam motivadoras de debates mais frutíferos na área, propondo medidas menos teórico-pragmáticas e mais práticas, principalmente no que tange a meios tecnológicos que já podem ser considerados básicos, como uma simples retirada de extrato bancário, a formatação elementar de um texto, o manuseio de um controle de televisão, o acesso a uma rede social dentre outros.

Em síntese, espera-se ter contribuído um pouco sobre a teoria da tecnologia como meio facilitador no processo de ensino-aprendizagem, no que se refere a uma alternativa bastante pertinente para evitar exclusão de diversas pessoas em contextos sociais bem pontuais, com foco principalmente nas pessoas com necessidades específicas.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, A. C. Silva; ARAÚJO, M. V. Silva; NASCIMENTO, G. Amaral do. **Autismo: convívio escolar, um desafio para a educação**. 2014.
- CORRÊA, A. G. D. et al. **O Fazer Musical de Pessoas com Deficiência: As novas tecnologias propiciando a inclusão**, Laboratório de Sistemas Integráveis, São Paulo, S/D.
- KLEIMAN, A. B. **Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola**. In.: KLEIMAN, A. B. (org). **Os Significados do Letramento: Uma nova perspectiva sobre a prática social de escrita**. Campinas/SP: Mercado de Letras, 1995. p. 15-64.
- MODALOZZO, M. **O Autismo e a Convenção da ONU sobre o Direito das Pessoas com Deficiência**. Revista Autismo, abril de 2011.
- MOREIRA, E. A.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Tecnologias Tangíveis e Vestíveis como Recursos para Ambiente Inclusivo: Uma revisão sistemática**. Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2015.
- OLIVEIRA, J. E. et al. **Software livre como estratégia de inclusão digital: O caso da UFRB**. Disponível em [https://www.fearp.usp.br/cooperativismo/\\_up\\_imagens/\(ok\)\\_ii\\_ebcp\\_janaina\\_evangelista\\_de\\_oliveira.pdf](https://www.fearp.usp.br/cooperativismo/_up_imagens/(ok)_ii_ebcp_janaina_evangelista_de_oliveira.pdf). Acessado em 18 de jun. de 2017, às 12h45min.

- PEREIRA, B. G. **Professores em Formação Inicial no Gênero Relatório de Estágio Supervisionado: Um estudo em licenciaturas paraenses**. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Língua e Literatura) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2014.
- PEREIRA, B. G. **Relocalização de Saberes Acadêmicos na Construção de Vozes de Professores em Formação Inicial na Escrita Acadêmica Convencional e Reflexiva**. 2016. 350 f. Tese (Doutorado em Ensino de Língua e Literatura) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.
- SILVA, Naiane Vieira dos Reis. **Letramento digital no estágio supervisionado obrigatório em ensino de língua materna**. 2014. 154f. Dissertação (Mestrado em Letras: ensino de Língua e Literatura) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Letras: ensino de Língua e Literatura, Araguaína, 2014.
- SILVA, W. R. **Gêneros em Práticas Escolares de Linguagens: Currículo e formação do professor**. Revista Brasileira de Linguística Aplicada. 2015 (no prelo).
- SILVA, W. R. **Reflexão pela Escrita no Estágio Supervisionado da Licenciatura: Pesquisa em Linguística Aplicada**. Campinas: Pontes Editores, 2014.
- SOUZA, M. A. et al. **Informática e Educação Especial: Desafios e Possibilidades Tecnológicas**. Material Pedagógico da Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2008.
- TEIXEIRA, A. C.; MARCON, K. **Inclusão Digital: Experiências, desafios e perspectivas**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2009.
- TURCI, P. C.; COSTA, M. P. R. **A Informática como Instrumento da Construção da Escola Inclusiva para Alunos com Cegueira**. Revista Vozes dos Valores da UFVJM: Publicações Acadêmicas. Nº 2, V I, 2012. P. 1-24.
- ZAJC, M.; STARCIC, A. I. **Potentials of the Tangible User Interface (TUI) in Enhancing Inclusion of People with Special Needs in the ICT – Assisted Learning and e-Acessibility**. Kes-Amsta, LNAI 7327, p. 261-270, 2012.
- ZANATA, E. M.; CARVALHO, D. **Informática Aplicada à Educação Especial**. Bauru: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2008.

## **Toy Art como ferramenta interdisciplinar para o ensino de arte e Biologia Celular**

**Marcelo Alberto Elias**

Instituto Federal do Paraná (IFPR)  
(marcelo.elias@ifpr.edu.br)

**Luiz Herculano de Sousa Guilherme Guilherme**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
(luis.guilherme@ifsc.edu.br)

**Fernanda Maria Carneiro Trentini**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
(fernanda.trentini@ifsc.edu.br)

**Hendrie Nunes**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
(hendrie.nunes@ifsc.edu.br)

**Resumo:** A Didática, dentro das mais diversas áreas do saber nos dias atuais, têm, muitas vezes, afastado os estudantes da construção do conhecimento, com a facilidade digital, por encontrar tudo pronto e rápido, os alunos muitas vezes perdem o interesse e, até mesmo, a motivação em participar ativamente das aulas. Nesse contexto, o ensino de Biologia celular não está isento dessa situação, por muitas vezes tratar de temas complexos e abstratos para os estudantes, o mais fácil é buscar o conceito pronto. Com o enfoque nesse cenário surgiu uma proposta interdisciplinar entre Biologia e Arte na construção de um *Toy Art*, usando como modelo uma célula com suas respectivas características e estruturas, buscando, dessa forma, promover uma interação e uma apropriação de conceitos mais próximas e significativas aos estudantes. A atividade interdisciplinar contou com dois professores de Biologia, uma professora de Arte e cerca de 95 alunos, estando esses cursando o segundo semestre dos Cursos Técnicos integrados em Informática e Química, sendo que os resultados foram analisados de maneira qualitativa ao final da atividade. Por meio desse movimento, foi possível observar a importância da autonomia dos estudantes como fator motivacional no processo de construção do conhecimento, uma vez que foram os alunos que escolheram seus tipos celulares e que *Toy Art* iriam desenvolver. Por fim a interdisciplinaridade mais uma vez mostrou-se sólida e fundamental para o processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade; Biologia celular; Arte.

### **Toy Art as an interdisciplinary tool for teaching art and cell biology**

**Abstract:** The Didactics, within the range of one of the most diverse areas of knowledge nowadays, have often removed students from the knowledge building process, especially because of the digital ease, in that way finding everything ready and fast. Students often lose interest and even motivation to participate actively in class. In this context, the teaching of cellular biology is not an exempt from this situation since it often deals with complex and abstract themes for students. To such a degree where students find it easier the easier to seek the concept ready. Focusing on this scenario, an interdisciplinary proposal between Biology and Art emerged in the construction of a *Toy Art*, using as a model a cell with its respective characteristics and structures, therefore with the purpose to promote an interaction and an appropriation of concepts closer and more meaningful to the students. The interdisciplinary activity counted on two Biology professors, an Art teacher and about 95 students, being those taking the second semester of the Technical Courses integrated in Informatics and Chemistry, and the results were analyzed in a qualitative way by the end of the activity. Through this movement, it was possible to observe the importance of student autonomy as a motivational factor in the process of knowledge construction, since it were the students who chose their cell types and the *Toy Art* they would develop. Finally, interdisciplinarity has once again proved to be a solid and fundamental method for the teaching and learning process.

**Keywords:** Interdisciplinarity; Cell biology; Art.

## 1. INTRODUÇÃO

O grande desafio nos dias atuais têm sido tornar o ambiente escolar, em especial a sala de aula, um local atrativo para os estudantes. Assim, para que isso aconteça professores e equipe pedagógica precisam voltarem-se constantemente para novos recursos que promovam maior interação entre os sujeitos e que sejam facilitadores da aprendizagem assim como motivacionais estreitando os laços entre aluno e professor. (SOUZA,2016)

Essa necessidade de novos recursos é reforçada no ensino de Biologia celular, pois muitas vezes esse se torna desgastante ao aluno por estar carregado de nomenclaturas complexas e estruturas somente visíveis em figuras nas quais o professor demonstra e o aluno deve “acreditar” que elas existam.

Dentro da gama de conceitos da Biologia celular, optou-se pelo conceito de célula que segundo Alberts et al.(2011): a célula é a unidade morfofisiológica fundamental de todo organismo vivo, apresentando em sua composição elementos químicos arranjados para uma funcionalidade específica, além formas e tamanhos diferenciados.

Assim o conceito de célula, fundamental para todo entendimento da Biologia nas suas diversas áreas também precisa ser ressignificado pelos estudantes.

Dessa forma, os professores Marcelo Alberto Elias, Hendrie Nunes e Fernanda Maria Trentini Carneiro resolveram unir, de maneira interdisciplinar, suas respectivas disciplinas de Biologia e Artes para construção de um “Toy Art” com base em modelos celulares.

Conceito de *toys arts*, de acordo com Zoccoler (2009), “surgiu[...]em meados dos anos 90 quando grifes de streetwear japonesas como Bounty Hunter e A Bathing Ape começaram a fabricar bonecos para promover suas roupas”. Contudo, o conceito transformou-se em uma tendência na área de arte, além do design. O modelo artístico é considerado um brinquedo de arte colecionável e personalizado, sendo confeccionado com diferentes materiais, como vinil e tecido, e temas específicos, sendo estes personagens de filmes e séries ou elaborado como brinquedos customizados, conforme o consumidor. Com uma estética divertida e atraente, o mesmo na atividade interdisciplinar teve como propósito representar os modelos celulares em formato de *toy art* sem perder as características celulares. O conteúdo de Biologia foi a referência visual para sua elaboração. Todavia, os alunos

pesquisaram exemplos artísticos para conhecer e compreender o propósito e reconhecer conceitos da arte contemporânea abordados na disciplina de arte.

Além do *toy art*, o conceito de proposição artística foi destacado nesta atividade durante a disciplina de Arte, uma vez que ele tem o intuito do artista propor ao espectador sua interação com a obra. Enquanto proposição artística, o objeto criativo, ao ser exposto, proporcionou ao público a sua interação, em que puderam manusear, “brincar” com o produto produzido e perceber as características do objeto, que envolveu arte e biologia. Acreditamos que a elaboração de um objeto criativo, por meio do ensino de Arte, propõe que o aluno crie e realize a atividade de maneira criativa, crítica e reflexiva. Na perspectiva de Archer (2001, p, 235), “observar a arte não significa “consumi-la” passivamente, mas tornar-se parte de um mundo ao qual pertencem essa arte e esse espectador. Olhar não é um ato passivo; ele não faz que as coisas permaneçam imutáveis”. É olhar, analisar, refletir e reconhecer a arte como um campo de conhecimento, de criação, de experimentação.

Para Fazenda (1994) quando falamos em interdisciplinaridade, estamos de algum modo nos referindo a uma espécie de interação entre as disciplinas ou áreas do saber. Assim, o objetivo da atividade foi promover interação entre as disciplinas, os conteúdos abordados em sala de aula e também entre os alunos, por meio da realização da pesquisa teórica, dos materiais a serem utilizados na atividade, de composição visual e sua apresentação.

## 2. METODOLOGIA

A atividade envolveu cerca de 95 alunos da segunda fase dos cursos técnicos Integrados em Química e Informática do Câmpus Gaspar – Instituto Federal de Santa Catarina do segundo semestre de 2017. Os alunos foram divididos em grupos, que ficaram responsáveis pela criação e pela obtenção dos materiais diversificados para a confecção do *toy art*.

Cada grupo ficou responsável pela confecção de um *toy art*, passando pelas seguintes etapas: 1) Escolha do tipo celular: os grupos orientados pelos professores de Biologia puderam escolher através de pesquisa livre os tipos celulares existentes aquele que lhes chamassem mais atenção. 2) Definição artística: nessa etapa os grupos orientados construíram a ideia do brinquedo. 3) Escolha do material: ainda sob

a orientação da professora de arte, os alunos definiram os materiais mais apropriados para execução de seus projetos. 4) Construção: nesse momento, sob a orientação de todos os professores envolvidos, os grupos deram forma aos seus protótipos, sempre lembrados de que a forma deveria ser a mais parecida com a célula original e que a proposta era ser um brinquedo. 5) Finalização: nessa etapa, os estudantes tiveram que sintetizar de maneira clara e objetiva, em um pequeno cartaz, algumas informações sobre aquele tipo celular, tais como: imagem, tamanho real, localização e função. 6) Apresentação: por fim, os estudantes realizaram a montagem da exposição no hall de entrada do auditório, de forma que seu objeto criativo e seu cartaz fossem expostos de maneira organizada e acessível ao espectador.

Para a confecção do produto, os estudantes providenciaram os seguintes materiais: feltros coloridos, tecidos diversos e coloridos, botões, EVAs coloridos, agulha, linha, espuma para enchimento, velcro para fixar ou desafixar alguns detalhes, linhas de tamanhos e cores diferentes, olhos de plástico, cola, tesoura e cola quente. Ao escolherem o tipo celular, com base na referência visual, os estudantes elaboraram um esboço do *toy art* no papel com as descrições dos materiais que seriam aplicados. Posteriormente, a primeira etapa foi definir o tamanho do tipo celular. Este tamanho deveria ter no mínimo 30 cm. Definido, recortaram a primeira estrutura em feltro, sendo o “corpo” da célula em duas partes. Em seguida, recordaram os detalhes celulares, em tecido, feltro e selecionaram outros materiais para destacar os detalhes, como botões, por exemplo. Em seguida aplicaram esses detalhes nas partes da primeira estrutura com cola e/ou costura, para então costurarem essas duas partes nas bordas, deixando uma abertura para o enchimento. Após o preenchimento, fecharam a abertura com costura. Para finalizar aplicaram os detalhes faltantes, como olhos e boca, por exemplo. De qualquer forma, todos os brinquedos iniciaram a partir da estrutura maior da célula, posteriormente, aplicarem os detalhes. A escolha para o formato do *toy art* foi livre, podendo ser personagem, monstro, super herói, ser imaginário, desde que apresentassem as características do tipo celular e a possibilidade de manuseio.

A atividade foi avaliada de maneira qualitativa que segundo Pearce (2012), deve ser rigorosa, exigindo trabalho intenso e investigadores treinados uma vez que consome muito tempo. As informações para análise foram coletadas através do registro feito pelos professores envolvidos em aula posterior a atividade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após todas essas etapas, os trabalhos foram organizados no *hall* de entrada do anfiteatro da Instituição acompanhado de seus cartazes explicativos, pois em alguns momentos os alunos estavam presentes para explicar suas obras e em outros momentos os visitantes podiam conhecer os projetos sem a necessidade de mediação. As obras ficaram expostas no campus durante todo o mês de Outubro de 2017, possibilitando assim que servidores, alunos, responsáveis e até a comunidade local pudessem ter contato com as mesmas, a fim da exposição ocorreu na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), onde mais de 350 visitantes externos ao IFSC puderam conhecer o trabalho possibilitando então uma popularização mais ampla da atividade. Tanto os alunos quanto os participantes e visitantes da SNCT puderam prestigiar e participar da exposição do *hall*, interagindo assim com o objeto criativo.

Os modelos celulares escolhidos para confecção do *Toy art* foram, célula de paneth , pneumócito, eosinófilo, *Paramecium sp*, célula glandular, adipócito, endimócito, célula epitelial da mucosa oral, condrócito, ovócito, célula , espermatozoide, melanócito, neurônio, célula muscular estriada e célula tronco.

**Figura 1:** Alguns exemplos confeccionados pelos estudantes.



Fonte: Crédito dos autores.

Após a finalização da atividade alunos e professores realizaram uma análise crítica da mesma de forma oral e espontânea, onde ficou evidenciado que 100% dos alunos consideraram a atividade positiva para o processo de aprendizagem destacando, em especial a atratividade que a mesma proporcionou a eles.

#### 4. CONCLUSÃO

A experiência docente vivenciada nesse trabalho interdisciplinar e entre turmas mostrou-se bastante gratificante para todos os envolvidos, em avaliação coletiva partilhada pós-atividade pelos professores executores, acompanhados de seus alunos envolvidos, os mesmos puderam verificar que a apropriação de conceitos pode-se dar de formas muito variadas e, até mesmo, não convencionais e que o processo de ensinar e aprender nem sempre precisa seguir padrões pré-estabelecidos. Observamos que o *toy art* ficou próximo da realidade dos alunos, pois se encontravam exemplos desses brinquedos de arte no contexto em que vivenciavam, como jogos e seriados. O brinquedo produzido pelos alunos, desde a criação, a confecção e a apresentação, possibilitou o desenvolvimento, a descoberta e a valorização de suas habilidades. Acreditamos que a interdisciplinaridade possibilitou que os conteúdos trabalhados em cada disciplina fossem reconhecidos durante o processo criativo e, posteriormente, com o resultado da atividade. Ela reforça as singularidades de cada disciplina e possibilita que se alcance em um objetivo comum os conteúdos abordados. Assim, a equipe executora deste trabalho lança a todos aqueles que estão inquietos com o mecanismo convencional de ensino/aprendizagem envolvidos como a Educação, uma sugestão: APROPRIEM-SE DA INTERDISCIPLINARIDADE.

#### REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D.; JOHNSON, A. et al. **Fundamentos da Biologia Celular. uma introdução à biologia molecular da célula** 3<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 2011.

ARCHER, M. **Arte contemporânea**. Uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

FAZENDA, Ivani C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 11ª ed. Campinas: Papirus, 2003.

PEARCE, L. D. (2012), **Mixed methods inquiry in Sociology** , *American Behavioral Scientist*, 56, 829-848.  
DOI :[10.1177/0002764211433798](https://doi.org/10.1177/0002764211433798)

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: **I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM**, Maringá, 2007. Arq. Mudi. Periódicos. Disponível em: . Acesso em: 22 mar. 2016.

ZOCCOLER, R. V. **“Você é um brinquedo”**. Dando vida a Toy art. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo: UNESP, 2009.

# Observação sobre a presença de *Columba livia* doméstica em uma praça no município de Ituiutaba-MG

**Flávio Caldeira Silva**

Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *Campus* Ituiutaba (IFTM)  
(flaviocaldeira@iftm.edu.br)

**Resumo:** Em todo o Brasil o *Columba livia*, conhecido como pombo doméstico ou pombo urbano é encontrado com grande facilidade, seja nos grandes ou médios centros urbanos, eles estão convivendo juntos com a população, e estão bem adaptados à cidade. Estas aves têm sido consideradas vetores de agentes infecciosos de importância em saúde pública, sendo que do ponto de vista epidemiológico, os pombos têm um papel importante na contaminação do meio ambiente e na dispersão de patógenos através da deposição de suas excretas (SILVA & CAPUANO, 2008). O trabalho foi realizado em uma praça no município de Ituiutaba-MG. Este estudo teve como objetivo observar a presença de pombos e o comportamento dos mesmos perante a dinâmica da praça Cônego Ângelo Tardio Bruno, no município de Ituiutaba, MG, enfatizando o risco de infecção humana e a animais. As observações foram realizadas no período da manhã entre as 07:00 às 11:00h e no período da tarde das 13:00 às 17:30h. Cada visita, no local, teve uma duração média de quatro horas. As atividades de observação e avaliação tiveram início em fevereiro de 2016, totalizando 09 dias. Para as avaliações das presenças das espécies e da dinâmica da praça e seu entorno foram realizados registros fotográficos e observações visuais. Constatou-se que no período da manhã e da tarde há a presença das aves, e as fezes das mesmas em vários locais da praça, que é um local com grande fluxo de pessoas. Foi verificado também que na praça existe a presença do Projeto Cão de Rua, que são recipientes com alimentos e água para cães que vivem nas ruas, atraindo os pombos para aquele local, contaminando os alimentos e a água com suas fezes, podendo desta forma transmitir doenças para os cães.

**Palavras-chave:** pombo doméstico; fezes; doenças.

## Observation on the presence of domestic *Columba livia* on a square in the municipality of Ituiutaba-MG

**Abstract:** Throughout Brazil the *Columba Livia*, known as the domestic pigeon or urban pigeon, is found abundantly, whether in large or medium urban centers. They live among the population, and are well adapted to the city. These birds have been considered vectors of infectious agents of public health importance, and from the epidemiological point of view, pigeons play an important role in the contamination of the environment and the dispersion of pathogens through the deposition of their excreta (SILVA & CAPUANO, 2008). The work was carried out on a square in the municipality of Ituiutaba-MG. The aim of this study was to observe the presence of pigeons and their behavior in Ituiutaba, MG, emphasizing the risk of human and animal infection. Observations were made in the morning between 07:00 and 11:00 and in the afternoon from 1:00 to 5:30 pm. Each visit, on the spot, lasted on average of four hours. Observation and evaluation activities began in February 2016, totaling 9 days. To evaluate the species presences and the dynamics of the square and its surroundings, photographic records and visual observations were made. It was analyzed that during the morning and the afternoon the presence of these birds increase, as well as their feces around the place, being among the people. It was also verified that on the square there is the presence of the Dog Street Project, which are containers with food and water for dogs that live on the streets, attracting the pigeons to that place where they contaminate food and water with their feces, this way passing on diseases to those stray dogs.

**Key-words:** Domestic pigeon; Feces; Diseases.

## 1. INTRODUÇÃO

O pombo doméstico ou pombo urbano, pertence ao filo Chordata, classe Aves, ordem Columbiformes, família *Columbidae*, nome científico *Columba livia*. É uma ave exótica, que se originou da pomba das rochas, de origem europeia, tendo sido introduzidas no Brasil no século XVI, pelos imigrantes europeus e acabou se tornando uma “praga” nas cidades.

Em todo o Brasil os pombos são encontrados com grande facilidade, seja nos grandes ou médios centros urbanos, eles estão convivendo juntos com a população, e são bem adaptados à cidade. Segundo Beck (2003), os pombos são granívoros na natureza, se alimentam de sementes, mas nas áreas alteradas pela ação do homem, eles possuem mais recursos para sua alimentação. Nas cidades, os pombos se adaptaram a alimentar-se de restos de alimentos jogados pela população. Nas residências e em locais públicos, principalmente praças, isto ocorre com maior frequência, o que não é diferente no município de Ituiutaba (local de estudo desta pesquisa). Nas praças existem uma grande circulação de pessoas, muitas das quais realizam sua alimentação nestes locais, e que deixam restos de alimentos caírem ou jogam o restante ao chão, ou nas lixeiras presentes nestes locais, e ou mesmo alimentam os pássaros por puro prazer de estar em contato direto com o meio ambiente. Os pombos se habituaram a entrar nas lixeiras para procurar e se alimentar de algum resto de comida que esteja por ali, principalmente em ambientes públicos que possuem praças de alimentação, estimular estas ações ou simplesmente não as coibir pode trazer sérios problemas, pois os pombos podem atuar como vetores de doenças e as transmitir ao homem.

O homem pode se infectar pela via respiratória, aspirando poeira de locais contaminados por fezes secas ou pela ingestão de poeira e/ou alimentos contaminados com as excretas destas aves (SILVA & CAPUANO, 2008). Segundo Stipp, Silva, Beartchi (2011), as fezes dos pombos são ácidas, podendo causar malefícios à pintura de veículos e ao patrimônio artístico e histórico, matando plantas ornamentais e gramados, além de trazer muita sujeira, e o acúmulo de penas, fezes e restos de ninhos pode causar entupimentos em calhas ou tubulações de escoamento pluvial e o apodrecimento precoce de forros de madeira.

Além desses malefícios, as fezes podem causar problemas tanto para o homem quanto para os animais, principalmente os cães e gatos, pois se estiver fezes na água

desses animais poderá transmitir doenças a eles, as principais zoonoses transmissíveis pelos pombos são: salmonelose, ornitose, criptococose, histoplasmose, dermatites e alergias.

Segundo Beck (2003), o agente etiológico causador da salmonelose é a bactéria *Salmonella sp.* A pessoa acometida pode ocorrer vômitos, diarreia, febre e dores abdominais. O modo de transmissão se dá pela ingestão de alimentos contaminados com fezes de pombos contendo o agente etiológico.

De acordo com a publicação feita pela Prefeitura do Município de São Paulo (2016) o agente etiológico da ornitose é a *Chlamydia psittaci*, pode causar doença pulmonar, vômito e diarreia ou não apresentar sintomas. A transmissão ocorre ao aspirar o pó das fezes secas dos pombos.

Segundo (BECK, 2003),

A criptococose é uma doença, classificada como micose sistêmica, o agente etiológico é o fungo *Cryptococcus neoformans*, que causa reações inflamatórias mínimas, eminentemente purulenta ou granulomatosa, com produção de nódulos ou nodos formados por macrófagos. O fungo após instalado no homem pode localizar-se em qualquer órgão ou tecido. Quando se aloja no pulmão produz lesões pulmonares, podendo ser confundida com tuberculose e pode levar a disseminação da doença ao sistema nervoso central, causando a meningoencefalite. A reação granulomatosa pode ser conspícua, formando-se nodos tumoriformes volumosos nos rins, supra-renais, próstata, fígado demonstrando poucos sintomas localizados. Na pele podem aparecer lesões, tais como úlceras e tumores subcutâneos. A contaminação se dá pela inalação dos fungos contidos nas fezes dos pombos contaminados. Apesar de *Cryptococcus neoformans* ser encontrado com grande frequência no ambiente.

A criptococose meníngea é a infecção fúngica mais comum no SNC, sendo também considerada a terceira principal complicação neurológica em pacientes HIV positivo (PINTO, 2010).

Os pacientes portadores de AIDS representam a maioria dos casos de criptococose, sendo esta a principal causa micológica de morbidade e mortalidade.

A associação dessa enfermidade com a AIDS apresenta uma taxa de letalidade bastante elevada, variando de 33% a 62,5%. Mas, com a introdução da terapia antirretroviral e esquemas profiláticos com antifúngicos, ocorreu uma redução dessa infecção em portadores de HIV. Esta infecção também acomete pacientes HIV negativos, como por exemplo, transplantados, portadores de doenças autoimunes e portadores de malignidades, sendo que nesses casos a taxa de letalidade varia de 24,2% a 42% (PASA, 2011).

Segundo (BECK, 2003),

Histoplasmose é uma doença em que o agente causador é o fungo, *Histoplasma capsulatum*, eminentemente intracelular em fase parasitária, que se reproduz nos macrófagos. Esta infecção micótica, clinicamente, pode se manifestar sob formas assintomáticas, benignas (simulando resfriado comum), moderadamente graves ou graves. Neste último caso as lesões assumem o aspecto de uma pneumonite aguda com hepatoesplenomegalia, febre, tosse, dispnéia e emagrecimento, ou um tipo progressivo crônico, com lesões pulmonares escavadas. A hiperplasia dos macrófagos no baço e no fígado é a causa principal da esplenomegalia e hepatomegalia, quase constantes. A contaminação se dá pela inalação dos fungos contidos nas fezes dos pombos.

As dermatites são comuns atingir pessoas que tem contato mais próximo aos pombos, sendo causadas muitas vezes pelos ectoparasitas presentes nos mesmos (BECK, 2003).

Este estudo teve como objetivo observar a presença de pombos e o comportamento dos mesmos perante a dinâmica da praça Cônego Ângelo Tardio Bruno, no município de Ituiutaba, MG. Analisar os hábitos diários das pessoas que frequentam, e os eventos que ocorrem na praça e em seu entorno, quanto a procedimentos que possam atrair estes animais e se são aplicadas medidas de controle para pombos, enfatizando o risco de infecção humana causada pela presença destes animais em locais públicos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Praça Cônego Ângelo Tardio Bruno, situada na região central do município de Ituiutaba/MG, que possui uma área total de 12.616,00 m<sup>2</sup>.

O levantamento da presença de pombos Columbiformes e a análise da dinâmica da praça, quanto a procedimentos que possam atrair estes animais e se são aplicadas medidas de controle para pombos foi realizado por meio de observações diretas dentro da referida praça. As atividades de observação tiveram início no dia 05 até 13 fevereiro de 2016, totalizando 09 dias de observação. As observações foram realizadas pela manhã, compreendendo o período das 07:00 às 11:00h e a tarde das 13:00 às 17:30h. Cada visita teve duração média de quatro horas, sendo que o período das visitas está relacionado com o período de maior atividade das aves que é o alvorecer, e devido à maior movimentação de pessoas no comércio de alimentação

existente na praça. Para as observações das espécies foram realizados registros fotográficos e observações visuais. Para o entorno da praça foi feito apenas observações visuais, por se tratar da maioria de propriedades privadas. As observações foram realizadas com o auxílio de câmera fotográfica SONY 14.1 MEGA PIXELS com 4X Zoom Óptico.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, foi constatado a presença dos pombos tanto no período da manhã, como também à tarde. Em paralelo, no local, foi verificado a presença de outras espécies, como pardais e araras.

No trabalho de campo foi observado que no período da manhã, os pombos ficam na praça se alimentando dos restos de alimentos deixados ali da noite anterior (Figura 1) devido ao comércio de alimentos que ali existente no período da noite, a população mudou os hábitos alimentares, passando a se alimentar mais nas ruas onde há um grande fluxo dessas aves como no caso desse estudo. No decorrer do dia, isto volta a acontecer, pois é quando o comércio de alimentos que atua durante o dia começa a funcionar e tem maior movimentação de pessoas, com isto a uma grande quantidade de resíduos alimentares presente na praça e em seu entorno. Segundo França et al., (2013) na contemporaneidade, a alimentação é caracterizada pelo estilo de vida moderno, marcada pela escassez de tempo para preparo e consumo de alimentos, o que leva à emergência de alimentos do tipo *fast food*.

Foi verificado in loco o hábito de jogar alimentos como o arroz e milho cozido, pela própria população com a intenção de alimentar os pombos e cães que ali ficam.

Na praça ocorre a limpeza pela manhã (Figuras 1 e 2), através da varredura, onde há um grande risco de contaminação dos zeladores que cuidam da limpeza do local e das pessoas que por ali passam ou estão trabalhando neste momento, pois, em dias secos, o pó aspirado dessas fezes secas quando varridas pode trazer grandes riscos para a saúde.

Observa-se, então, que para evitar contaminação pelas fezes, se faz necessário antes de varrer, umedecê-las com desinfetante e utilizar máscara e luvas ao fazer a limpeza do local, o que não é realizado pela zeladoria da praça.

Outro ponto levantado foi o de que os pombos *Columba livia* doméstica ficam alojados nas frestas do prédio da Prefeitura (Figura 3) na igreja e no fórum, eles usam estes lugares como ponto de observação de sua vizinhança e das fontes de alimento.

De acordo com Nunes (2003), os pombos urbanos se adaptaram a este tipo de ambiente devido à oferta abundante de abrigo, ausência de predadores e a grande quantidade alimentos disponíveis.

Foi constatado que na praça, em estudo, tem um Projeto para alimentar cães (Cão de Rua) conforme mostrado na Figura 4, onde ficam vasilhas de água e ração para cães de rua. Esta é uma iniciativa positiva, uma vez que nas ruas da cidade encontramos muitos cães abandonados, porém o problema é que o alimento e a água atraem os pombos, aonde eles vão para se alimentar, trazendo como consequência o depósito de fezes contaminadas por patógenos na água dos cães e, por conseguinte, podendo trazer doenças para os mesmos. Segundo Larrison, et al., (2003), “o primeiro caso de criptococose canina aqui no Brasil, foi ocasionado pelo contato com os dejetos de pombos *Columba livia* doméstica”.

**Figura 1:** Pombos na Praça Cônego Ângelo Tardio Bruno.



**Fonte:** Crédito do autor.

**Figura 2:** Fezes dos pombos na praça Cônego Ângelo Tardio Bruno.

Observação sobre a presença de *Columba livia* doméstica em uma praça no município de Ituiutaba-MG



**Fonte:** Crédito do autor.

**Figura 3:** Pombos no prédio da Prefeitura de Ituiutaba na Praça Cônego Ângelo Tardio Bruno.



**Fonte:** Crédito do autor.

**Figura 4:** Projeto Cão de Rua na Praça Cônego Ângelo Tardio Bruno.



**Fonte:** Crédito do autor.

Além de todos os problemas citados, próximo à praça fica localizado um hospital de média complexidade e que atende apenas a rede particular, onde pode ocorrer a presença de ninhos nos telhados do hospital, podendo trazer riscos à saúde dos pacientes e funcionários. Por se tratar de uma propriedade particular este prédio e vários outros ao entorno da praça não foi realizado o levantamento da presença destes pombos.

As pesquisas envolvendo o risco que as fezes de pombos trazem tanto para o homem como para os animais devem ser incrementadas, uma vez que se é falado pouco, principalmente aqui no município de Ituiutaba. Deve ser criado um programa de conscientização da população quanto aos riscos da contaminação pelas fezes e a importância de não alimentar os pombos.

De acordo com Noronha, (2010) a superpopulação dos pombos causa uma vida estressante entre eles, diminuindo a qualidade de vida dessas aves, pois eles passam a competir por alimentos, por poleiros, ocorrem traumatismos e transmissão de doenças entre eles.

Vale ressaltar que existem no mercado técnicas e produtos apropriados para se promover o controle e o manejo dos pombos, o que poderia evitar a disseminação de doenças causadas por estes vetores. Colocar telhas específicas contra a presença dos pássaros em telhados; utilizar telas de proteção em janelas, varandas e caixas de ar-condicionado; uso de repelentes em telhados, beirais e outros para afastá-los entre outros.

De acordo com Nunes (2003), para que seja implantado ações de controle populacional é necessário que haja vistorias zoonosológicas ao local, identificando todos os locais onde tem o problema, e em torno do foco onde ficam os pombos para que seja definido medidas mais adequadas. Em relação a isto, segundo informações do Centro de Controle de Zoonoses de Ituiutaba, não foi feito até o momento o levantamento das doenças que os pombos transmitem, e nem o controle destes vetores, mas eles têm a consciência dos riscos que podem trazer para a saúde humana.

## CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, conclui-se que há uma grande quantidade de pombos que se alimentam de restos de alimentos jogados pela população diretamente no chão da praça de Ituiutaba, e nos cestos de lixo. Medidas de controle populacional de pombos devem ser implementadas. Uma forma de controle é não alimentar essas aves para que elas tenham a população controlada e possam exercer o seu papel na natureza, pois a ausência de predadores naturais favorece o aumento das aves, e com isto evitar doenças provocadas por estes vetores aos animais e o homem.

Ituiutaba necessita de uma atenção maior com relação a esta espécie invasora a *Columba livia* doméstica, pois, esta ave pode se tornar um problema de saúde pública. Para o controle ser eficiente deve existir uma parceria com a Prefeitura, Secretaria do Meio Ambiente e Centro de Controle de Zoonoses, com a criação de resoluções no município, proibindo alimentar os pombos, com aplicação de multas, utilizando placas nas praças ou em qualquer lugar público, e com trabalho educativo em todos os meios de comunicação, e o fornecimento de cartilhas para os alunos nas escolas, informando das doenças que as fezes dessas aves podem transmitir e que é proibido exterminar estas aves.

Observa-se que durante a realização deste trabalho não foi visualizado nenhuma política pública específica para o controle destes vetores na praça avaliada. Por se tratar de uma área com uma grande quantidade de imóveis, outros trabalhos devem ser realizados para levantar a presença destes animais nos demais prédios, e para criar alternativas de alimentação segura dos caninos que vivem próximos a este local e que são alimentados pelo projeto Cão de Rua. Como o problema já está instalado na praça, se faz necessário através de uma equipe multidisciplinar verificar se os pombos ali presentes estão contaminados com algumas doenças que podem ser consideradas zoonoses.

## REFERÊNCIAS

- BECK, P. V. **Estudo das infestações de pombos nas edificações da cidade de Brasília**. 17f. Monografia em Biologia. Centro Universitário de Brasília, 2003.
- FRANÇA, F. C. O.; MENDES, A. C. R.; ANDRADE, I. S.; RIBEIRO, G. S.; PINHEIRO, I. B. Mudanças dos hábitos alimentares provocados pela industrialização e o impacto sobre a saúde do brasileiro. **In: Seminário de Alimentação e Cultura, Bahia. ANAIS...** Bahia: Centro de Estudos do Recôncavo Baiano- Bahia, 2013.

Observação sobre a presença de *Columba livia* doméstica em uma praça no município de Ituiutaba-MG

- LARSSON, C. E.; OTSUKA, M.; MICHALANY, N. S.; BARROS, P. S. M.; GAMBALE, W.; SAFATLE, A. M. V. Criptococose canina: relato de caso. **Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.55 n. 5 Belo Horizonte, 2003.
- NORONHA, M. L. M. de. **Pombos urbanos: biologia, problemas, manejo e controle.** Disponível em: <<http://crmvrj.org.br/forum%20de%20saude%20publica/controlde%20pombos%20urbanos.pdf>>. Acesso em: 22 de dez. de 2016.
- NUNES, V. de F. P. Pombos Urbanos: O desafio de controle. **Revista Biológica**, São Paulo, n.1-2, p. 89-92, jan/dez/2003.
- PASA, C. R. Tipagem molecular e suscetibilidade antifúngica de *Cryptococcus* isolados de pacientes em Hospital Universitário com investigação domiciliar. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.
- PINTO, L. I. S. A criptococose meníngea em doentes com infecção HIV. Faculdade de Medicina do Porto. Revista Arquivos de Medicina, 2010.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Manejo dos pombos urbanos.** Cartilha. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PombosUrbanos\\_1253821868.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PombosUrbanos_1253821868.pdf)>. Acesso em: 26 de set. de 2016
- SILVA, J. O.; CAPUANO, D. M. Ocorrência de *Cryptococcus spp.* e de parasitas de interesse em saúde pública, nas excretas de pombos na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, V. 67, n. 2, 2008.
- STIPP, M. E. F.; SILVA, M. A.; BERTACHI, M. H. Caracterização de impactos ambientais visuais causados por cemitérios em cidades de grande porte. Estudo de caso do cemitério São Pedro na cidade de Londrina-PR. **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v. 5, n. 2, ano 2011.

# Estudo exploratório sobre aplicativos de realidade aumentada direcionados para a aprendizagem Matemática

**Bruno Resende**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)  
(bruno.resende@acad.pucrs.br)

**Isabel Cristina Machado de Lara**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)  
(isabel.lara@pucrs.br)

**Resumo:** O presente artigo busca proporcionar uma visão geral sobre o que se encontra de aplicativos disponíveis na plataforma *Android* para dispositivos móveis no âmbito da Realidade Aumentada (RA) cujo objetivo é contribuir para a aprendizagem matemática. Para isso, adota-se a pesquisa exploratória como procedimento metodológico no intuito de identificar os aplicativos presentes na loja virtual *Google Play* com enfoque na experiência e interação visual/espacial da tecnologia com matemática. Os resultados tornaram possível reconhecer que são poucos os aplicativos existentes que preocupam-se com os processos de aprendizagem matemática no campo da RA. Além disso, nota-se que os aplicativos encontrados não apresentam um número considerável de avaliações e comentários acerca de seu desempenho. Entretanto, compreende-se que persistir no desenvolvimento de aplicativos em RA explorando conteúdos matemáticos é aumentar as possibilidades de inovar no campo educacional matemático.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; Tecnologia; Matemática; Dispositivos Móveis.

## Exploratory study on augmented reality applications leaded for mathematical learning

**Abstract:** This article aims to provide an overview of what is available on the Android platform for mobile devices in the framework of Augmented Reality (RA) whose goal is to contribute to mathematical learning. For this, an exploratory research was adopted as a methodological procedure in order to identify the existing applications in the Google Play virtual store, focusing on the experience and visual/spatial interaction of technology and mathematics. The results made it possible to observe the reduced available existing applications concerned about the mathematical learning processes in the RA field. Furthermore, it is noted that the applications found do not present a considerable number of evaluations and comments regarding their performance. However, it is understood that persisting in the development of applications in RA exploring mathematical contents will increase the possibilities of innovations in the mathematical educational field.

**Keywords:** Augmented Reality; Technology; Math; Mobile Devices.

## 1. INTRODUÇÃO

Na organização de um mundo cada vez mais digital e virtual, inovações são criadas e desenvolvidas de um modo que provoquem efeitos na evolução humana. O progresso da ciência e tecnologia tem proporcionado grandes avanços em diversas áreas do conhecimento e alterações nas relações/valores sociais visto que "[...] ciência e tecnologia constroem o motor que aciona o mundo moderno." (SERGE et. al., 2004).

A modernidade constitui um vínculo intrínseco entre o modo de pensar e o desenvolvimento tecnológico (SCHOR, 2008), pois, caracterizou-se, conforme Rodrigues pela racionalidade, mecanização e "[...] difusão de informações de forma rápida e eficaz [...]" (2012, p. 121). Diante desse contexto, a tecnologia, que está na vivência do homem e subjetiva o seu modo de conviver com o mundo (MELGAÇO et. al., 2017) traz consequências para a realidade da vida cotidiana.

Neste artigo, partindo-se da ideia de que: "A tecnologia tem vindo continuamente a alterar de forma profunda de como as pessoas aprendem e vivem." (CRUZ-CUNHA et al., 2010, p.167), buscou-se apresentar uma investigação sobre o cenário dos aplicativos existentes para a aprendizagem matemática na esfera da Realidade Aumentada, além das considerações dos usuários sobre as aplicações melhores avaliadas na loja virtual da plataforma *Android*. Para tanto, realizou-se uma pesquisa sobre embasamentos teóricos em relação à realidade, matemática e tecnologia.

## 2. REALIDADE, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

Segundo Berger e Luckmann (2004, p.38), "[...] o mundo consiste em múltiplas realidades.". Dentre as muitas realidades, existe uma que é considerada como realidade por excelência: a do "aqui" e "agora". "Aquilo que é 'aqui' e 'agora' apresentado [...] é a zona da vida cotidiana diretamente acessível à minha manipulação corporal." (BERGER; LUCKMANN, 2004, p. 39). Sendo assim, os autores definem que a realidade é a interpretação dos seres humanos da vida cotidiana e subjetivamente composta de significados na medida em que forma um mundo coerente para as suas vivências.

Além da realidade, que é inerente à vida, a Matemática está presente em toda parte. É uma ciência que "[...] está presente em toda a natureza, na arte e no mundo [...]." (BOALER, 2016, p.26). Adicionado a isso, Portanova (2005) afirma que a Matemática é a base do conhecimento científico, tecnológico e sociológico, em vista que, na história da humanidade as ideias matemáticas estão presentes nas maneiras de fazer e de saber. Assim, compreende-se que a matemática faz parte das ações humanas no que diz respeito à interpretação da realidade ao redor do homem. Mais do que sustentação do conhecimento científico (cálculos e porções de números), a matemática, que desde os primórdios serviu para auxiliar nas atividades e organizar a sociedade, é vista como intrínseca no contexto social em razão de que é necessária para as relações interpessoais (CONCEIÇÃO; ALMEIDA, 2015).

A respeito da relação social, a realidade é partilhada entre os seres humanos durante as ações da vida cotidiana. Desse modo, a prática mais importante na interação social acontece na circunstância de estar face a face com o outro. Nessa situação, "Meu 'aqui e agora' colidem continuamente um com o outro enquanto dura a situação face a face." (BERGER; LUCKMANN, 2004, p. 47). Complementando isso, os autores descrevem que nenhuma outra forma de interação pode expressar a plenitude do contexto frente a frente que é "próxima". Quaisquer outros modos de relação com o outro são "variáveis" e não representam a integridade (valor/perfeição) que a situação "cara a cara" proporciona. Isto é, a relação face a face é a experiência mais significativa e marcante na inter-relação. Assim, trata-se de uma correspondência mútua partilhada por dois indivíduos em uma reciprocidade de atos. "Na situação face a face o outro é plenamente real. Essa realidade é parte da realidade global da vida cotidiana, e como tal maciça e irresistível." (BERGER; LUCKMANN, 2004, p. 47).

Em paralelo a isso, tem-se a aparição de novas dimensões de realidade no cenário tecnológico como o surgimento e a utilização de dispositivos móveis na vida humana. Com a popularização e a integração desses recursos com diversas plataformas, a sociedade está mais dependente desses instrumentos tecnológicos e, de acordo com Serge et al (2004), com medo de não conseguir viver sem eles. Além disso, a relação entre os indivíduos "[...] estão saindo, com frequência, da esfera face a face para se tornarem virtuais. Estamos nos ambientando a classificar a realidade da vida cotidiana também por meio das relações que estabelecemos com

as pessoas pela internet e pelo celular multiplataformas [...]" (JÚNIOR; SIQUEIRA; ROCHA, 2013, p. 6). Coutinho (2014) aponta como um exemplo disso o grande crescimento de dispositivos portáteis no cenário mundial que chegam a superar o número de 7 bilhões<sup>1</sup> de aparelhos. Não são somente os números que chamam a atenção, mas a qualidade e rapidez que a tecnologia evoluiu, pois, esses aparelhos possuem capacidade de processamento superior que muitos computadores de antigas gerações (COUTINHO, 2014).

Além desses números sobre produção mundial de dispositivos móveis ao redor do mundo, segundo dados da Anatel, só no Brasil, no mês de julho de 2017, foram registrados 242 milhões<sup>2</sup> de celulares. Desse modo, entende-se que a realidade da dimensão tecnológica dos *mobiles* (*smartphone* e *tablets*) possui uma gama de aplicativos para essas plataformas. Com as crescentes novidades de aplicações nesse campo, destacam-se os impactos significantes das plataformas digitais na vida humana em várias áreas.

Segundo Barbosa, Roesler e Cazella (2016), os aplicativos para plataformas móveis estão se tornando cada vez mais importantes ferramentas e são usados para muitas finalidades como jogos, comunicação, entretenimento, saúde e na área da educação. As Tecnologias da Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio (TIMS), além de servirem como recursos didáticos e pedagógicos que possibilitam a mobilidade, agregam desafios para a realidade escolar (BENTO; CAVALCANTE, 2013).

Na matemática, em particular, existem vários aplicativos e outros ainda em desenvolvimento voltados à aprendizagem dessa disciplina. Porém, muitos desses aplicativos necessitam ser avaliados porque não contêm funcionalidades e/ou características apropriadas (DA SILVA; BATISTA, 2015). Com novas dimensões de realidade na sociedade, na vida cotidiana e também na Educação Matemática, destacam-se as realidades Virtual e Aumentada. Essas representações virtuais são as mais recorrentes na área da Tecnologia da Informação quando se referem a recursos de exibições multimídia (DE SOUZA; GIGLIO, 2015). Por consequência, essas tecnologias têm um grande destaque quando o objetivo é a interação com

---

<sup>1</sup> <http://fabricadeaplicativos.com.br/inovacaoetecnologia/o-mundo-mobile/>

<sup>2</sup> <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>

projeções digitais no ambiente real e experiência sensorial, uma vez que possuem distinções entre si e características específicas. Assim, diferentemente da Realidade Virtual (RV), que algumas vezes precisa de equipamentos especiais de visualização sendo utilizados em ambientes particulares e reclusos, a RA não é exigente ao ponto de necessitar de recursos tão restritos em razão de poder ser inserida em qualquer atmosfera (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

## 2.1 Realidade aumentada

Nas palavras de Azuma (1997), a RA é definida como uma variação de um Ambiente Virtual (*Virtual Environment*) que projeta objetos sobrepostos em cima ou em composição com a realidade mundana suplementando-a ao invés de completamente substituí-la. O Ambiente Virtual, por sua vez, submerge o usuário no mundo virtual de modo que não consiga olhar para a realidade mundana.

Segundo Forte e Kirner (2009), a RA se refere à realidade mundana com um ponto inicial para uma tentativa de ensaio que leva o usuário a vivenciar um mundo virtual (sem sair dessa realidade). Assim, a RA não extrai o usuário da realidade mundana, mas utiliza o mesmo ambiente em que ele se encontra inserindo materiais tridimensionais em uma experiência que combina o mundano e o virtual. Sobretudo, a RA sobrepõe objetos em ambientes físicos por meio de um instrumento tecnológico (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

O avanço da tecnologia e as formas de investigações da RA contribuíram para o desenvolvimento de abordagens diferenciadas como a utilização de dispositivos móveis com RA, para ambientes educacionais. Para Marçal, Andrade e Rios (2005), isso ocorreu quando os recursos da computação gráfica móvel se manifestaram como uma tecnologia renovadora para a educação.

Assim, entende-se que ao inserir essas tecnologias, atividades e explorações com o mundo cibernético, interagindo com a realidade mundana na esfera educacional matemática, criam condições para criar outras possibilidades para a aprendizagem de matemática.

Aproveitar-se dos recursos da RA e aplicá-los na educação é uma forma de construir alternativas ao lado dos livros, fotos, ilustrações, vídeos e das aulas

expositivas. Atividades com RA podem contribuir para um ambiente de conexão não só entre tecnologia e matemática, mas com outras áreas da educação ou ciência.

Nesse sentido, além de computadores pessoais, as tecnologias móveis estão presentes na sociedade e cada vez mais fazem parte das tarefas diárias dos usuários. Estão, assim, interferindo no modo como buscam informação, conhecimento, trabalho e viver. Tomando vantagem dos recursos móveis, buscou-se por aplicações de RA em aplicativos móveis sem preocupação em utilizar computadores pessoais, mas pensando em dispositivos que estão constantemente com os professores e alunos, como os *smartphones*, por exemplo. Possuir um aparelho com vários recursos e que as pessoas estão acostumadas a utilizá-los pode servir como um importante recurso da tecnologia para trabalhar em conjunto com a RA. Segundo Cruz-Cunha et. al. (2010) um dispositivo móvel é um meio de aprendizagem de grande valor.

Procurar maneiras diferentes de se refletir sobre atividades que envolvam a matemática para dentro de uma aplicação de RA é um desafio a ser superado. Criar, desenvolver, planejar e executar uma aplicação ou um aplicativo (para *smartphone*) com objetivo principal sendo a exploração de objetos ou cenários matemáticos seria fundamental e de grande benefício para a Educação Matemática. Como argumentam Cruz-Cunha et. al. (2010), algumas TIC trazem vantagens e podem beneficiar a educação e um bom campo para aplicar essas TIC seria a matemática.

A RA presente em *softwares* que interagem com o usuário por meio de sistemas de saída como monitores e projetores expressa com naturalidade objetos ou materiais virtuais em um ambiente da realidade mundana. Cuperschmid e Freitas (2013, p. 12) relatam isso quando dizem que “[...] a RA permite que usuários interajam com o conteúdo virtual de uma maneira natural, intuitiva.”. Contudo, os aplicativos de RA para *smartphones* ficam abaixo do esperado não só para a área da matemática, mas como outras áreas como Arquitetura, Engenharia e construção (AEC) (CUPERSCHMID; FREITAS, 2013).

Entende-se que existe uma preocupação em conhecimentos técnicos para que se possa unir a tecnologia, a RA e a matemática devido às barreiras encontradas. Entretanto, compreende-se que persistir em um caminho que busque estudos para entender, explorar e alavancar as aplicações da RA é importantíssimo para a inovação na aprendizagem matemática.

No contexto da tecnologia que faz parte das vivências cotidianas do ser humano e a realidade considerada por excelência a do “aqui” e “agora”, surgiram indagações sobre o panorama dos dispositivos móveis na matemática. Questionamentos sobre a realidade do uso de aplicativos nos dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) para a aprendizagem matemática, especificamente no âmbito da RA. Nessa perspectiva, desenvolveu-se uma investigação motivada por essas questões e com objetivo de tentar obter maior compreensão do tema estudado (do que existe sobre aplicativos de RA voltados para a aprendizagem matemática). Com isso, na próxima seção, apresenta-se o procedimento metodológico utilizado.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em relação aos aspectos metodológicos, o presente trabalho fundamenta-se na perspectiva da pesquisa exploratória dentro dos procedimentos metodológicos da investigação qualitativa. No intuito de obter mais conhecimento sobre o objeto de estudo, utiliza-se a pesquisa exploratória que “[...] busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto.” (SEVERINO, 2017, s. p.). Além disso, por meio da investigação exploratória, “[...] busca-se conhecer com maior profundidade o assunto, de modo a torná-lo mais claro ou construir questões importantes para a condução da pesquisa.” (RAUPP; BEUREN, 2006, s. p.). Portanto, visando desenvolver uma listagem dos principais aplicativos de Realidade Aumentada existentes para a aprendizagem de matemática nas plataformas *Android*, buscou-se proceder uma busca com os seguintes parâmetros:

1. identificar na loja *Google Play* (<https://play.google.com/store/apps?hl=pt-br>) aplicativos na categoria “Educação” com foco em matemática e Realidade Aumentada para os dispositivos com sistema *Android*;
2. realizar buscas por aplicativos em qualquer nacionalidade, ou seja, aplicativos buscar por aplicativos nacionais e internacionais;

3. enumerar, primeiramente, os aplicativos melhores avaliados contendo informações como: nome, desenvolvedor, sistema operacional compatível, descrição, nota e número de avaliadores;

4. listar os aplicativos com maior quantidade de avaliações dentre os ordenados inicialmente.

Após as etapas identificadas sobre a pesquisa exploratória, realizaram-se as classificações dos aplicativos encontrados conforme as especificações anteriormente descritas. Logo, a seguir, apresentam-se os aplicativos melhores avaliados considerando os procedimentos dos itens 3 e 4.

#### 4. RESULTADO DO ESTUDO REALIZADO

Em relação à primeira busca realizada, um quadro foi desenvolvido para organizar os dados encontrados. Porém, pode-se notar que os aplicativos não possuem um número razoável de avaliadores em relação aos seus desempenhos. O Quadro 1 ilustra os detalhes.

**Quadro 1:** Aplicativos de Realidade Aumentada direcionados para matemática.

Nome	Desenvolvedor	Sistema	Descrição	Nota	Nº avaliadores
Tango maths AR	Grinteam LTD	Android 2.3 ou superior	Tango Maths é um aplicativo de realidade aumentada eram os seus filhos brincar e aprender multiplicação.	3,5	2
FruitPi	Wuhan Showbaby Software	Android 4.3 ou superior	Esta é uma aplicação de entretenimento com tecnologia de AR, educação matemática é atraente, especialmente. Tiro a fruta com resposta certa, ele ajuda a exercer a sua contagem e capacidade de resposta, bem como exercer a sua coordenação corpo. Melhorar a capacidade global dos jogadores, uma grande arma mágica para a formação do aluno!	5	1

			Querendo saber desafiar o cérebro mais forte, começar de jogar.		
AR Math	Chin Ho Ju	Android 4.0 ou superior	AR Math é um jogo baseado em realidade aumentada que propõe algumas operações algébricas fáceis integradas em um corredor sem fim.	-	-
Polyhedra Aumentada o Mirage	M. Chardine	Android 2.2 ou superior	Aplicações Mirage são desenvolvidas para o ensino de matemática na faculdade. Para usar este aplicativo, você deve primeiro fazer o download e imprimir o conjunto de marcadores: <a href="http://mirage.ticedu.fr/?p=2635">http://mirage.ticedu.fr/?p=2635</a>  Cada marcador de realidade aumentada está associada com poliedros: cubo, paralelepípedo, cilindro, esfera, cone, pirâmide, tetraedro, 5 prismas diferentes.	4,4	50
Geometria Realidade Aumentada	Mario Bermudez	Android 4.0 ou superior	Encontrar uma maneira de ver a geometria como você nunca viu. Geometria-AR realidade aumentada mostra um grande número de sólidos, incluindo: sólidos platônicos famosos. prismas simples. uniformes sólidos harmoniosos.	3,7	3
Bimbox world of numbers	Bimbox	Android 4.0 ou superior	BIMBOX mundo dos números é o jogo familiar e popular que combina um aplicativo de Realidade Aumentada Lotes de jogos educativos: Trivia, exercícios de matemática e informação interessante!	5	1

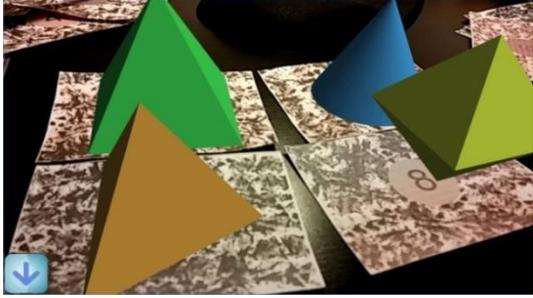
What Is Geometry	Watizeet	Android 4.1 ou superior	Um jogo de aprendizagem incrível onde você encontra as formas geométricas em torno de você usando a câmera do seu telefone.	4.9	7
Interactive Analytics	DES	Android 2.3 ou superior	Com esta aplicação, o aprendizado e compreensão da área de matemática tópicos de geometria analítica está a ser suportado. Para isto pode ser ilustrado com a ajuda de marcadores sobre as planilhas fornecidas, imagens de exemplo em um dispositivo móvel (smartphone ou tablet). Para uma introdução ao uso do aplicativo, por favor, veja o vídeo aqui fornecidas.	5	2
Geo RA Rompe cabeça 3D	Openix Develop	Android 4.0 ou superior	Recriando conhecimento matemático. O jogo em Realidade Aumentada de armar várias figuras usando peças tridimensionais. O objetivo é complementar o ensino e incluem a utilização das TIC na sala de aula.	-	-
Arloon Geometry	Arloon	Android 2.3 ou superior	Uma maneira fascinante para descobrir o mundo da geometria! Este aplicativo possui modelos 3D com Realidade Aumentada para a maioria das formas geométricas.	4.5	22
Cyber Chase Shape Quest!	PBS KIDS	Android 2.2 ou superior	De KIDS PBS e Cyberchase vem Forma Quest, um aplicativo cativante, combinando jogos, quebra-cabeças e 3D de realidade aumentada! Forma da Quest desafia crianças com idades entre 6-9 de usar geometria e raciocínio espacial para aprimorar suas habilidades para resolver problemas.	3.7	878

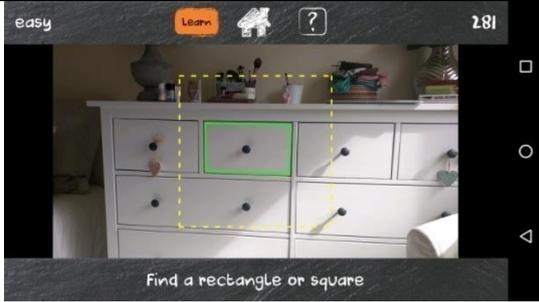
Fig GeoRA	Pear & Apple	Android 4.0 ou superior	A fim de apoiar o ensino das disciplinas de figuras geométricas para alunos do quinto ano Esta aplicação permite que você observe as figuras geométricas que você sabe com Realidade Aumentada.	3,5	2
Math AR	Mark Somerson Aguirre	Android 4.0 ou superior	Mathar é um aplicativo de realidade aumentada para uma operação matemática simples de ser usado pelos usuários, especialmente para as crianças com idade inferior a 5 - 7 anos de idade ou grau 1 para o grau 4 estudante com a ajuda de seus pais.	5	1
O desenvolvimento da aprendizagem de figuras tridimensionais com realidade aumentada 3D	Matemática Inteligente	Android 4.0 ou superior	Vamos criar e ver o desenvolvimento de várias formas tridimensionais de colunas triangulares, colunas quadradas, retângulos, cubos, pentágonos e colunas hexagonais.	3,7	171

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base na pesquisa realizada na loja virtual do *Google*.

A partir da ordenação dos aplicativos encontrados na categoria educação na loja virtual do *Google* direcionados para matemática e RA, selecionou-se os aplicativos com maior quantidade de avaliadores. Percebe-se que somente dois aplicativos possuem comentários em relação às suas funcionalidades ou qualidade das funções inseridas no recurso. Desse modo, os aplicativos foram ordenados pelo número de avaliadores de forma decrescente contendo o ícone, *link* na *Google Play* e algumas imagens de exemplo ilustrados no Quadro 2.

**Quadro 2:** Aplicativos classificados por quantidade de avaliadores.

Aplicativo	Imagem Exemplo e Link de Acesso	Quantidade de avaliadores
<p>Cyber Chase Shape Quest!</p> 	 <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=org.pbskids.cyberchasear">https://play.google.com/store/apps/details?id=org.pbskids.cyberchasear</a></p>	878
<p>O desenvolvimento da aprendizagem de figuras tridimensionais com realidade aumentada 3D</p> 	 <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=net.math">https://play.google.com/store/apps/details?id=net.math</a></p>	171
<p>Polyhedra Aumentado Mirage</p> 	 <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miragestudio.polygons">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miragestudio.polygons</a></p>	50
<p>Arloon Geometry</p> 	 <p><math>A = \frac{p \times ap}{2}</math></p>	22

	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Arloon.Geometry.AR&amp;hl=pt_BR">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Arloon.Geometry.AR&amp;hl=pt_BR</a>	
<p>WhatIs Geometry</p> 	 <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.watizet.geometry">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.watizet.geometry</a></p>	7

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base na pesquisa realizada na loja virtual do *Google*.

Em relação ao conteúdo tratado nesses aplicativos melhores avaliados, todos são direcionados à geometria. Entende-se que trabalhar com formas geométricas em 3D, fomentando a percepção espacial dos usuários, pode ter sido um dos motivos para combinar RA e matemática nesse âmbito tecnológico com intenções pedagógicas.

Assim, após as classificações, destacam-se duas aplicações, *Cyber Chase Shape Quest* e *What Is Geometry*, que possuem resenhas dos usuários depois de terem feito o *download* e a utilização desses mesmos aplicativos. Baseado nisso, foi criado um quadro contendo comparações das descrições com a análise dos usuários. Para isso foram lidas todas as resenhas feitas na loja virtual com o intuito de avaliar as funcionalidades, como ilustrado no Quadro 3.

**Quadro 3:** Quadro com as avaliações dos usuários.

Aplicativo	Descrição	Resenha dos usuários
Cyber Chase Shape Quest	De KIDS PBS e Cyberchase vem Forma Quest, um aplicativo cativante, combinando jogos, quebra-cabeças e 3D de realidade aumentada! Forma da Quest desafia crianças com idades entre 6-9 de usar geometria e raciocínio espacial para aprimorar suas habilidades para resolver problemas.	<p><i>"Muito bom! Recomendo;"</i>  <i>"Adorei O super jogo;"</i>  <i>"Não gostei porcaria";</i>  <i>"Bom";</i>  <i>"Um lixo";</i>  <i>"Divertido";</i>  <i>"A pelo menos da progasto eu recomendo só um pouquinho";</i>  <i>"Uma mentira";</i>  <i>"Eu dou 0 estrelas".</i></p>
What Is Geometry	Um jogo de aprendizagem incrível onde você encontra as formas	<i>Fantástica maneira de ensinar geometria aos miúdos! Bom trabalho!;</i>

	geométricas em torno de você usando a câmera do seu telefone.	<i>Jogo muito fácil de jogar! As crianças divertem-se a aprender!; Muito bom!!!; Muito pedagógico!</i>
--	---	--

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base na pesquisa realizada na *Play Store*.

Verifica-se que a exploração da geometria espacial nos dispositivos móveis é uma forma dos desenvolvedores cativarem os usuários pelas formas geométricas em 3D que se encontram na vida cotidiana. A descrição do aplicativo que diz “[...] encontra as formas geométricas em torno de você usando a câmera do seu telefone [...]” indica que o usuário quando utilizar o aplicativo no seu dispositivo fará uma leitura ao seu redor interpretando as formas regulares por meio da tecnologia. Com frequência, as pessoas registram “[...] a realidade da vida cotidiana por meio de celulares e câmeras digitais não apenas por uma questão de acesso fácil à tecnologia, mas também em uma tentativa de aproximar o mundo que está ao alcance delas [...].” (JÚNIOR; SIQUEIRA; ROCHA, 2013, p. 5). Em vista disso, os aplicativos de RA trazem para a realidade mundana uma projeção virtual que interage com usuários sem que os mesmos precisem sair de suas realidades. Isto é, a Realidade Aumentada oferece elementos virtuais que se misturam com o mundo real.

Nessa perspectiva, após a pesquisa exploratória realizada sobre os aplicativos de RA, pode-se perceber que existe a tentativa de aproximar o conteúdo matemático dos estudantes por meio de uma interação visual 3D que é projetada na realidade mundana dos indivíduos. Com isso, proporcionando uma experiência diferente em relação aos livros didáticos e outras práticas educacionais e até mesmo em outros casos propiciando diversão.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo pretendeu apresentar um estudo sobre os aplicativos existentes sobre a aprendizagem matemática no campo da RA. A pesquisa realizada sobre os aplicativos de RA que exploram conteúdos matemáticos presentes na loja virtual *Google Play*, resultou em 14 aplicações melhores avaliadas e com maior número de comentários. Entre elas: cinco aplicativos são voltados para as quatro operações matemáticas elementares direcionados à Educação Infantil (soma, subtração,

divisão e multiplicação); nove aplicações desenvolvidas para atividades com geometria plana e espacial para diversos níveis de ensino.

Percebeu-se que não existem muitos aplicativos voltados para a Matemática com o intuito de potencializar o conhecimento de conteúdos nem muitos usuários interessados em avaliar e comentar as aplicações. Entende-se que a nota de avaliação na loja virtual possui um número muito baixo de avaliadores. Ou seja, poucas pessoas fizeram *download* e exploraram os aplicativos. Logo, acredita-se que os desenvolvimentos de aplicações em RA que abordem a matemática não são muito usados nas práticas educacionais.

Portanto, compreende-se que continuar investindo e persistir em criações de aplicativos de RA com o intuito de proporcionar o aumento da produção do conhecimento matemático por meio do virtual misturado com o mundo real é continuar na busca por inovações no âmbito educacional matemático na contribuição de novas práticas com tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- AZUMA, Ronald T.. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, Massachusetts, v. 6, n. 4, p.355-385, ago. 1997.
- BARBOSA, Maria Lúcia Kroeff; ROESLER, Valter; CAZELLA, Sílvio César. Aplicativos móveis para controle da obesidade e modelagem do emagrecimento saudável. **RENOTE**, v. 14, n. 1, p.1-10, 2016.
- BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos. Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **ECCOM**, v. 4, n. 7, p. 113-120. jan. 2013.
- BERGER, Peter L.; LUCKMANN, Thomas. **A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BOALER, Jo. **Mentalidades Matemáticas: Estimulando o Potencial dos Estudantes por Meio da Matemática Criativa, das Mensagens Inspiradoras e do Ensino Inovador**. Porto Alegre: Editora Penso, 2016.
- CONCEIÇÃO, Fábio Henrique Gonçalves; DE MENEZES ALMEIDA, Maria Josefa. **Situações-problema como ferramenta metodológica para o ensino de matemática na educação de jovens e adultos**. Disponível em: <[http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2015/situacoes\\_problemas\\_com\\_o\\_ferramenta\\_metodologia\\_para\\_o\\_ensino\\_de\\_matematica\\_na\\_educacao\\_de\\_jovens\\_e\\_adultos.pdf](http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2015/situacoes_problemas_com_o_ferramenta_metodologia_para_o_ensino_de_matematica_na_educacao_de_jovens_e_adultos.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2017.

- COUTINHO, Gustavo Leuzinger. **A Era dos Smartphones: um estudo exploratório sobre o uso dos smartphones no Brasil**. 2014. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Comunicação Social, Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- CRUZ-CUNHA, Maria Manuela et al. Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação. **IEEE-RITA**, v. 5, n. 4, p. 167-174, 2010.
- DA SILVA, Monielle Gomes; BATISTA, Silvia Cristina Freitas. Metodologia de avaliação: análise da qualidade de aplicativos educacionais para matemática do ensino médio. **RENOTE**, v. 13, n. 1, 2015.
- DE SOUZA, Márcio Vieira; GIGLIO, Kamil (Ed.). **Mídias digitais, redes sociais e educação em rede: experiências na pesquisa e extensão universitária**. São Paulo: Editora Blucher, 2015.
- FORTE, Cleberson. Eugenio. **Software Educacional Potencializado com Realidade Aumentada para uso em Física e Matemática**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências da Computação, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP, 2009.
- CUPERSCHMID, Ana Regina M.; FREITAS, Marcia. Regina de. Possibilidades de Uso de Realidade Aumentada Móvel para AEC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 3; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, 2013.
- JÚNIOR, Alfredo Eurico Vizeu Pereira; SIQUEIRA, Fabiana Cardoso de; ROCHA, Heitor Costa Lima da. A Influência do Telejornalismo na Construção Social da Realidade: O Poder da Mídia na Definição da Realidade e a Contribuição da Coprodução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 35. Manaus-AM, **Anais...** Manaus, 2013.
- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: IX SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 2007, Petrópolis-RJ. **Realidade Virtual e Aumentada: conceito, projetos e aplicações**. [s.i.]: SBC, 2007. p. 2 - 21.
- MELGAÇO, Paula; DIAS, Vanina Costa; SOUZA, Juliana M. P. de; MOREIRA, Jacqueline de O. **Como a tecnologia muda o meu mundo: imagens da juventude na era digital**. Curitiba: Appris, 2017.
- PORTANOVA, Ruth. **Um currículo de matemática em movimento**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.
- RAUPP, F.M.; BEUREN, I.M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, I.M. (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2006. Cap.3, p.76-97.
- RODRIGUES, Elsa Margarida. **Ecos do mundo zero: guia de interpretação de futuros aliens e ciborgues**. Coimbra: Press, 2012.
- SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. São Paulo: Prentice Hall, 2011.

SENGE, Peter; JAWORSKI, Joseph; SCHARMER, C. Otto; FLOWERS; Betty Sue. **Presença**: propósito humano e o campo do futuro. São Paulo: Editora Cultrix, 2004.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo, Cortez editora, 2017.

SCHOR, Tatiana. **Ciência e tecnologia**: o caso do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). São Paulo: Annablume, 2008.

## **Silvicultura Urbana: Levantamento e caracterização da arborização em uma área central na cidade de Cáceres-MT**

**Cristman Taisse Félix dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(cristman.felix@gmail.com)

**Iuri Maicon Moreira de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(iurii.moreira@gmail.com)

**Leonardo Leite Fialho Júnior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(leonardofialho@gmail.com)

**Otávio Miranda Verly**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(verly.miranda@gmail.com)

**Poliane Rodrigues Rosa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(polianerodriguesrosa@hotmail.com)

**Fernanda Miguel Franco**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(fernanda.franco@cas.ifmt.edu.br)

**Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMG)  
(arthur.chaves@cas.ifmt.edu.br)

**Resumo:** A arborização urbana desempenha papel fundamental na qualidade de vida da população. Nos últimos anos, houve um aumento significativo da preocupação com a preservação das áreas verdes nos centros urbanos. O presente estudo teve por objetivo a execução do levantamento qualitativo da arborização de uma área do centro histórico da cidade de Cáceres-MT. O trabalho foi realizado em um trecho da Rua 13 de Junho que possui aproximadamente 850 metros de comprimento. Foram levantadas 17 espécies de árvores, arbustos e palmeiras; as quais se distribuíram em 13 famílias botânicas. A espécie *Licania tomentosa* representou aproximadamente 47% dos indivíduos; enquanto cerca de 12 espécies foram representadas por apenas um indivíduo, totalizando 24,49%. Em relação ao aspecto fitossanitário, copas com presença de lesão foi a característica de maior ocorrência (83,78%). Outros problemas encontrados foram troncos com presença de lesão (43,24%), lesão de casca (40,54%) e copa com presença de galhos secos (27,03%). Quanto ao nível de sombreamento a maioria das espécies apresentaram pouca sombra, ou sombra mediana. Ao analisar o porte, aproximadamente 55,10% dos indivíduos apresentam porte médio. O presente diagnóstico pode ser utilizado como um indicador de qualidade da arborização, podendo ser incorporado a programas municipais para melhoria dos espaços públicos.

**Palavras-chave:** Arborização urbana; fitossanidade; inventário florístico.

**Urban Forestry: Survey and characterization of afforestation in a central area in the city of Cáceres-MT**

**Abstract:** The urban forestation plays a fundamental role in the population quality of life. In recent years, the concern with this subject has been growing over the preservation of green areas in urban centers. The objective of this study is to carry out the qualitative and quantitative survey of the afforestation of an area of the historical center of the city of Cáceres-MT. The work was carried out on a stretch of street

June 13 which has approximately 850 meters long. Seventeen species of trees, shrubs and palm trees were found, which were distributed in 13 botanical families. The species *Licania tomentosa* represented approximately 47% of the individuals; while about 12 species were represented by only one individual, totaling 24.49%. Regarding the phytosanitary aspect, the crown of the trees presenting lesion was the greater characteristic occurrence (83.78%). Other problems were trunks with presence of lesion (43.24%), bark injury (40.54%) and treetops with dry branches (27.03%). As for the level of shading, most of the species showed little shade, or medium shade. When analyzing the size, approximately 55.10% of the individuals presented medium size. The diagnosis can be used as an indicator of the quality of the afforestation and can be incorporated into municipal programs to improve public spaces.

**Keywords:** Urban tree planting; plant health; floristic survey.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 70 as cidades brasileiras têm sofrido as mais intensas alterações. A compreensão da diversidade dos aspectos do espaço urbano, relacionados às suas dimensões socioambientais, tornou-se uma preocupação cada vez mais presente para o planejamento e a gestão urbana. Os temas relacionados à qualidade ambiental das áreas urbanas vêm sendo debatidos por diversos pesquisadores em vários níveis. Dentre os temas de relevância, a vegetação intraurbana ganhou destaque nos últimos anos devido às funções que esta pode exercer na melhoria das condições do ambiente urbano (BARGOS e MATIAS, 2011).

Nesse sentido a implantação da arborização nas cidades é de suma importância para a melhoria da qualidade de vida, além de contribuir com os aspectos ambientais, estéticos e paisagísticos. Barcellos *et al.* (2012) define a arborização urbana como toda cobertura vegetal existente nos espaços urbanos, sendo eles, ruas, praças, parques, jardins e canteiro central.

Segundo Pivetta e Silva Filho (2002), a arborização contribui para a manutenção da estabilidade microclimática, conforto térmico, melhoria da qualidade do ar, redução da poluição, proteção e direcionamento do vento, entre outros. Entretanto, muitos municípios brasileiros ainda não possuem nenhum tipo de planejamento que trate sobre a arborização urbana, ou quando têm, não o executam devidamente.

O plano municipal de arborização urbana a ser elaborado pela prefeitura deve levar em conta as seguintes questões: o quê, como, onde e quando plantar. Além de considerar fatores básicos como as condições climáticas locais, espaço físico disponível e características das espécies a serem utilizadas. O projeto deve obedecer

a determinadas normas e respeitar os valores culturais, ambientais e memória da cidade.

O município de Cáceres localizado na região sudoeste de Mato Grosso, fundado no dia 06 de outubro de 1778 no final do século XVIII (PINHO, 2013), apresenta características de ocupação desorganizada. Segundo o mesmo autor, à medida em que a cidade era povoada, novas ruas e avenidas foram abertas a fim de atender o setor econômico. Apesar do município contar com o plano diretor de desenvolvimento (PDD), ainda faltam políticas que subsidiem o planejamento da arborização nas vias públicas.

Os objetivos da realização de um inventário arbóreo foram resumidos por Motta (2000) da seguinte forma: conhecimento do patrimônio arbóreo, definição de uma política pública de longo prazo, realização correta de antevisões orçamentárias futuras, monitoramento de um programa de manejo das árvores, definição das prioridades nas intervenções, localização das áreas mais adequadas para plantio, de maciços novos ou de manutenção, e localizar árvores que necessitem de remanejamento através de supressão ou transplante.

Assim, este trabalho teve por objetivo fazer um levantamento qualitativo da arborização urbana em um trecho da Rua 13 Junho no Centro Histórico de Cáceres-MT.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

O município de Cáceres se encontra no sudoeste do estado de Mato Grosso, entre as latitudes 15°27' e 17°37' sul e longitudes 57°00' e 58°48' oeste, e altitude média de 118 m (SOUZA *et al.*, 2015). Segundo dados do IBGE (2010) no censo de 2010, o município possuía 87.942 habitantes.

A cidade é conhecida como “O portal do Pantanal”, pois se situa no início da região pantaneira, sendo banhada pelo Rio Paraguai. A região se encontra em zona de transição de biomas, apresentando, portanto, componentes florísticos do Pantanal, Cerrado e Amazônia. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é

do tipo AWa (tropical de savana) quente e úmido, com inverno seco (NEVES *et al.*, 2011).

Foi realizado um levantamento quali-quantitativo das espécies arbóreas situadas em um trecho da Rua 13 de Junho com aproximadamente 850 metros, iniciando-se na esquina da Avenida São João até o cruzamento com a Rua Prof. Rizo, no centro da cidade de Cáceres-MT, às margens do Rio Paraguai. O percurso transcorre a Praça Barão do Rio Branco e a Catedral de São Luiz de Cáceres, importantes pontos turísticos da cidade. Todavia, ressalta-se que não foram avaliados os indivíduos que se encontravam na área da praça, apenas aqueles às margens da rua e nos canteiros centrais, Figura 1.

## 2.2. Levantamento quali-quantitativo da arborização

O levantamento da arborização constou da identificação botânica e do levantamento de informações referentes às espécies, baseados na literatura especializada, (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992).

Os indivíduos arbóreos foram identificados por meio de nomes vulgar e científico, além de realizar análise da qualidade fitossanitária e porte dos mesmos quando adultos. Foram observados ainda, o nível de sombreamento da copa, a existência, ou não, de poda, conflitos da arborização com a rede elétrica, passagem de pedestres e com a sinalização de trânsito.

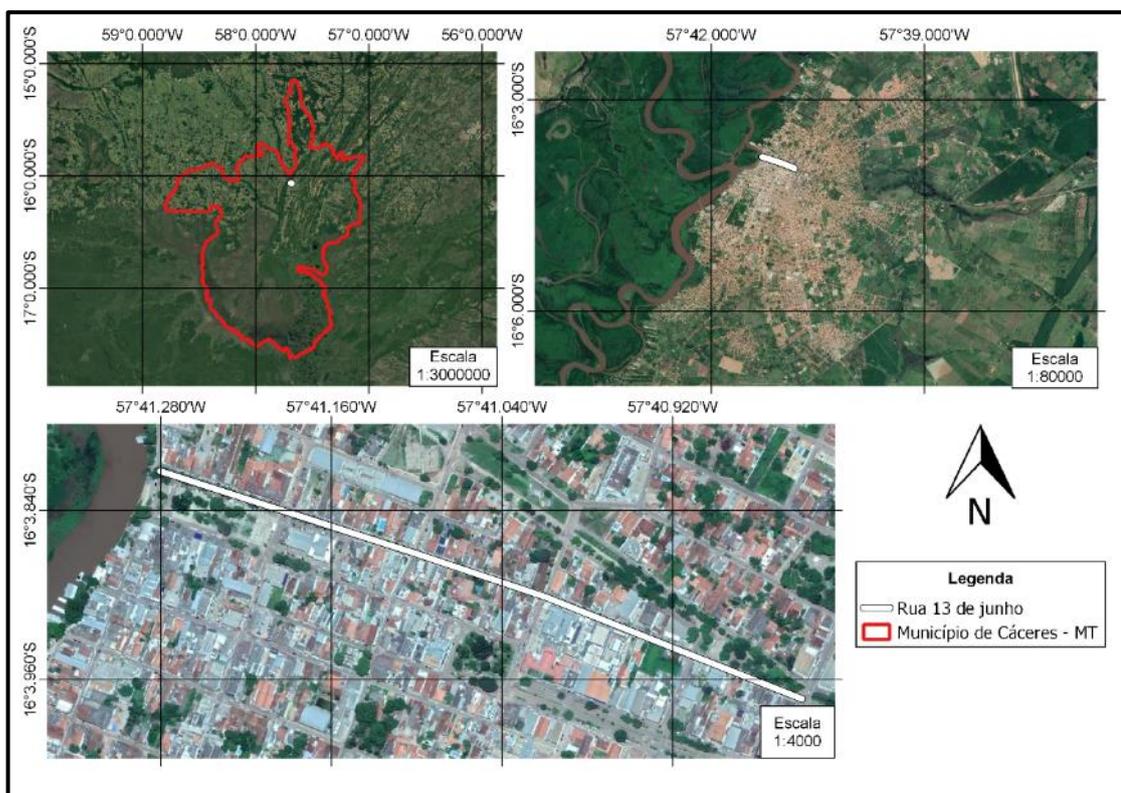
A identificação foi realizada preliminarmente *in loco* por meio do nome vulgar da árvore, sendo realizada posteriormente a identificação botânica das espécies. As demais observações foram realizadas por meio de análise visual.

As situações fitossanitárias foram avaliadas com base nos problemas de pragas, doenças ou danos físicos encontrados. Dessa forma realizou-se uma análise visual do aspecto físico dos indivíduos arbóreos encontrados. Foi considerada uma classificação com um total de 13 situações problemas elencados em ordem alfabética de A até M, que acometem árvores em áreas urbanas. As situações são as seguintes: A- Base com presença de brotações, B- Base com presença de cavidades, C- Base com presença do fungo orelha-de-pau, D- Base com infestação de insetos, E- Tronco com presença de cavidade, F- Tronco com presença do fungo orelha-de-pau, G- Tronco com infestação de insetos, H- Tronco com presença de lesão, I- Lesão de casca, J- Copa com presença de erva-de-passarinho, K- Copa com presença de

folhas de coloração anormal, L- Copa com presença de galhos secos e M- Copa com presença de lesão.

As informações sobre a arborização foram coletadas de todos os indivíduos encontrados no trecho estudado. Em seguida os dados foram processados em planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2017, gerando-se gráficos e tabelas para análise e discussão dos resultados.

**Figura 1:** Localização da área de estudo na Rua 13 de Junho.



Fonte: Autores, 2018.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Levantamento Arbóreo

Foram levantados 49 indivíduos arbóreos, sendo encontradas 17 espécies, entre árvores, arbustos e palmeiras, as quais se distribuíram em 13 famílias botânicas. Apenas Arecaceae Schultz Sch., Bignoniaceae Juss., Fabaceae Lindl. e Moraceae

Gaudich apresentaram duas espécies, sendo que as demais foram monoespecíficas, conforme tabela 1.

A diversidade de espécies encontrada na arborização é alta, no entanto a proporção entre o número de espécies e o número de indivíduos encontrados é pequena. Sendo assim, não há proporcionalidade do número de indivíduos em relação as espécies, de modo que algumas espécies são representadas por apenas um indivíduo, enquanto outras possuem a maioria das plantas.

*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch foi a espécie com maior representatividade, com 46,94% dos indivíduos. Patrício (2017) em estudo desenvolvido na UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso) em Cuiabá, também encontrou *L. tomentosa* com a espécie mais abundante na arborização do *campus*, sendo muito utilizada em ruas, estacionamentos e em locais de intensa passagem de pedestres. Em estudos de Moura e Santos (2009), na arborização urbana de Várzea Grande – MT, a espécie *L. tomentosa* também apresentou significativa representatividade, com 33,81% dos indivíduos.

Em menor quantidade, outras espécies encontradas foram *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) e *Ficus benjamina* com 5 indivíduos (10,20%) cada, *Pachira aquatica* Aubl e *Moringa oleifera* Lam. com 2 indivíduos (4,08%) cada, totalizado 28,56% dos indivíduos. O restante das espécies, no total de 12, foram representadas por apenas um indivíduo, somando 24,49%.

É importante ressaltar o valor ornamental apresentado pela espécie *Handroanthus impetiginosus* que é muito utilizada pela população para a arborização de diferentes locais. Outra árvore muito conhecida é o ipê roxo (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos), uma espécie nativa pertencente à família Bignoniaceae, apresenta porte arbóreo e elevado valor comercial. Frequentemente é utilizada para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, bem como na medicina popular (CARVALHO, 2003).

Também há duas espécies frutíferas, *Mangifera indica* L. e *Eugenia uniflora* L., atraindo assim pássaros e pessoas ao local. Em trabalho realizado por Pereira *et al.* (2005) na cidade de Recife, verificou-se que as árvores são as que mais contribuem para alimentar as aves através de seus frutos. No tocante à avifauna, observou-se que 13 espécies se alimentam de frutos oferecidos pela arborização pública recifense. No caso da utilização de espécies frutíferas em calçadas, deve-se optar

por aquelas que apresentem frutos pequenos, leves e não carnosos (BIONDI e ALTHAUS, 2005).

Levando em consideração a área do levantamento, uma via de 850 metros, a variação das espécies e o espaçamento entre elas aconteceu de forma aleatória visto que o poder público não tem uma política de arborização urbana.

**Tabela 1.** Espécies arbóreo-arbustivas e palmáceas presentes na arborização urbana da Rua 13 de Junho no Centro Histórico de Cáceres.

Espécie	Nome Popular	Nº de Indivíduos	Frequência (%)	Origem
<b>Anacardiaceae R.Br.</b>				
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	1	2,04	Ext
<b>Apocynaceae Juss.</b>				
<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K. Schum	Chapéu-de-Napoleão	1	2,04	Ext
<b>Arecaceae Schultz Sch.</b>				
<i>Copernicia alba</i> Morong ex Morong & Britton	Carandá	1	2,04	Nat
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O. F. Cook	Palmeira-Imperial	1	2,04	Ext
<b>Bignoniaceae Juss.</b>				
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Rosa	5	10,20	Nat
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-Roxo	1	2,04	Nat
<b>Chrysobalanaceae R.Br.</b>				
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	23	46,94	MATla
<b>Combretaceae R.Br.</b>				
<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-Copas	1	2,04	Ext
<b>Fabaceae Lindl.</b>				
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Cumbaru	1	2,04	Nat
<i>Parkia platycephala</i> Benlh.	Fava-de-Bolota	1	2,04	Nat
<b>Malvaceae Juss.</b>				
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Falso-Cacau	2	4,08	Ext
<b>Meliaceae Juss.</b>				
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	1	2,04	Ext
<b>Moraceae Gaudich</b>				
<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-Benjamin	5	10,20	Ext
<i>Ficus cf. gomelleira</i> Kunth	Figueira	1	2,04	Nat
<b>Moringaceae Martinov</b>				
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	2	4,08	Ext
<b>Myrtaceae Juss.</b>				
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	1	2,04	MATla
<b>Rutaceae A.Juss.</b>				
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta-de-Cheiro	1	2,04	Ext

**Fonte:** Autores

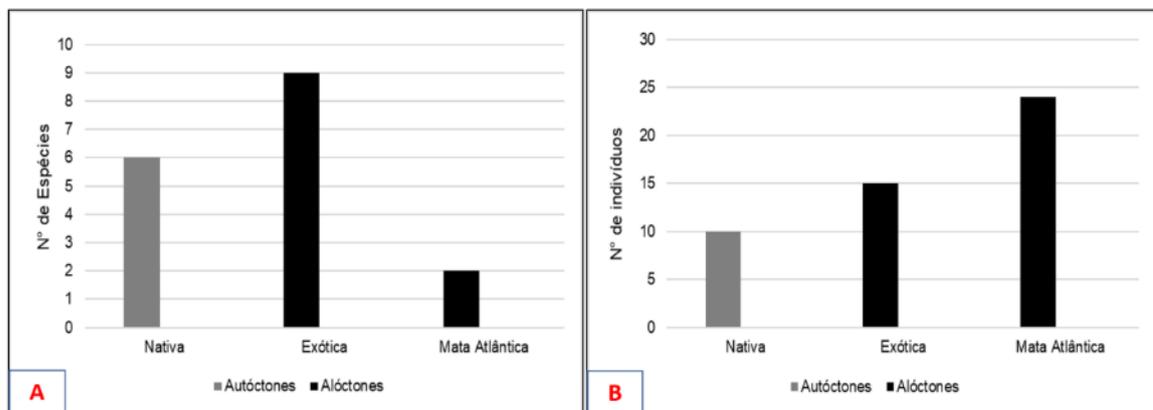
Nota: Ext – Exótica; MATla – Mata Atlântica; Nat – Nativa.

Em relação a origem das espécies 35,29%, que representam seis indivíduos, são nativas dos biomas Cerrado e Pantanal, ou seja, são autóctones. Em compensação, nove espécies são de origem exótica, sendo Moringa, Neem, Sete Copas, Falso Cacau, Figueira Benjamin e Mangueira da Ásia, a Palmeira Imperial e Chapéu de Napoleão da América Central e a Murta-de-Cheiro da Europa.

No levantamento também foi verificada duas espécies oriundas da Mata Atlântica, sendo que a estes dois grupos de espécies atribui-se o termo alóctone, já que estas espécies não possuem ocorrência natural nos biomas adjacentes à área de estudo, Figura 2-A.

A baixa representatividade das espécies nativas também é evidente quando se observa o número de indivíduos, dos quais 79,59% correspondem a plantas alóctones, sendo que deste total 61,54% das árvores são de espécies nativas da Mata Atlântica, Figura 2-B.

**Figura 2:** A – Distribuição das espécies levantadas conforme sua origem; B – Distribuição dos indivíduos conforme a origem das espécies.



Fonte: Autores

Nota-se ainda, que as espécies exóticas também não apresentaram grande representatividade avaliando-se o número de indivíduos. As espécies exóticas levantadas também foram encontradas em outros estudos da composição florística da arborização urbana, como: *Mangifera indica* L. e *Roystonea oleracea* (Jacq.) O. F. Cook (MARANHO *et al.*, 2012; RICHTER *et al.*, 2012; NUNES *et al.*, 2013; TEIXEIRA, 2015; PERIOTTO *et al.*, 2016), *Thevetia thevetioides* (Kunth) K. Schum (NUNES *et al.*, 2013), *Terminalia catappa* L. (MOURA e SANTOS, 2009; MARANHO *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2012; NUNES *et al.*, 2013; PERIOTTO *et al.*, 2016), *Pachira aquatica* Aubl. (MOURA e SANTOS, 2009; NUNES *et al.*, 2013), *Ficus benjamina* L. (MOURA e SANTOS, 2009; MARANHO *et al.*, 2012; NUNES *et al.*, 2013; TEIXEIRA, 2015; PERIOTTO *et al.*, 2016), e *Murraya paniculata* (L.) Jack (NUNES *et al.*, 2013; LOCASTRO e DE ANGELIS, 2015; PERIOTTO *et al.*, 2016).

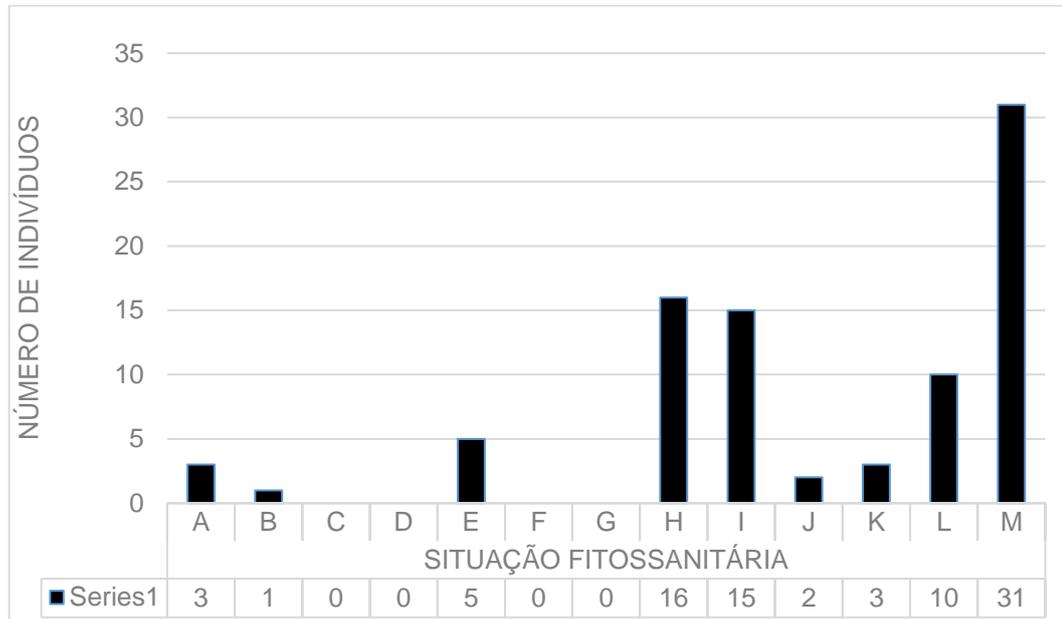
Segundo Matos e Queiroz (2009) foi na época do Brasil colônia que as espécies exóticas começaram a ser introduzidas no país, trazidas da Europa para aproximar a paisagem brasileira com as terras europeias. Entretanto a difusão de

espécies exóticas nos dias de hoje está relacionada principalmente com o interesse por plantas ornamentais. Para Blum *et al.* (2008), as espécies exóticas, se implantadas de forma planejada, não oferecem risco a biodiversidade do local, entretanto, quando introduzidas de maneira desordenada e sem planejamento, algumas espécies acabam tornando-se invasoras, por terem a capacidade de dominar o ambiente e causarem risco a biodiversidade.

### 3.2. Situações Fitossanitárias

Em um total de 49 dos indivíduos levantados, 37 (83,78%) apresentaram problema fitossanitário, enquadrando-se na classe M (copa com presença de lesão). Resultados como o encontrado neste estudo também foram verificados por Macêdo *et al.* (2012) em Natal-RN, que constataram altos percentuais em relação a danos físicos em *Anacardium occidentale* (57,38%), *Terminalia catappa* (33,61%) e *Senna siamea* (25,95%), em sua maioria, relacionados ao uso de técnicas inadequadas de poda e à idade das árvores.

A classe M - Copa com presença de lesão apresentou o maior percentual dos indivíduos com problemas fitossanitários. A seguir os outros problemas encontrados foram representados pelas classes H - Tronco com presença de lesão com 43,24% dos indivíduos afetados, I - Lesão de casca com 40,54% e L - Copa com presença de galhos secos com 27,03%, conforme representado no gráfico da Figura 3.

**Figura 3:** Quantificação da situação fitossanitária das espécies encontradas.

Fonte: Autores

**Nota:** A- Base com presença de brotações, B- Base com presença de cavidades, C- Base com presença do fungo orelha-de-pau, D- Base com infestação de insetos, E- Tronco com presença de cavidade, F- Tronco com presença do fungo orelha-de-pau, G- Tronco com infestação de insetos, H- Tronco com presença de lesão, I- Lesão de casca, J- Copa com presença de erva-de-passarinho, K- Copa com presença de folhas de coloração anormal, L- Copa com presença de galhos secos e M- Copa com presença de lesão.

A alta percentagem da classe M pode estar relacionada com os serviços de poda realizados nas copas das árvores, a fim de evitar conflito com a rede elétrica. Essa grande incidência de indivíduos que sofreram algum tipo de poda pode refletir ainda, se a escolha das espécies foi adequada para o local. Nota-se, inclusive, que a maior frequência desta classe ocorre nos indivíduos de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, que possui como característica o desenvolvimento de copa frondosa, necessitando de podas mais frequentes.

Para a arborização urbana a poda é importante porque confere à árvore uma arquitetura adequada durante o seu desenvolvimento, por eliminar ramos mortos, danificados, doentes, praguejados e que comprometam, com o crescimento, a segurança elétrica da rede e a estrutura das residências. Assim, a poda empregada de forma correta, evita que a queda de ramos mortos coloque em risco a integridade física das pessoas e do patrimônio público e particular, bem como, impedir o emprego de agrotóxicos no meio urbano e evitar que a permanência de ramos danificados comprometa o desenvolvimento sadio das árvores (NOGUEIRA *et al.*, 2016).

Gomes *et al.* (2016) ressaltam que a prática de podar pode torna-se perigosa quando realizada por pessoas não especializadas, podendo se tornar a porta de entrada para possíveis doenças e pragas.

Quanto às situações-problemas relativas ao tronco das espécies levantadas, as classes H e I estão relacionadas às lesões causadas por veículos que esbarram no tronco das árvores, atos de vandalismo e às doenças que acometem a casca da árvore, deixando o tronco lesionado e com susceptibilidade de infecção. A ocorrência significativa da classe L (Copa com presença de galhos secos), demonstra que devem ser realizadas podas para a retirada dos galhos secos, evitando maiores problemas.

Freitas *et al.* (2015), avaliando a fitossanidade em quatro praças no Rio de Janeiro, verificou que 64,50% dos indivíduos arbóreos estavam saudáveis, demonstrando boas condições de raízes e parte aérea; 25,40% apresentaram sintomas comuns de ataques de pragas e organismos patogênicos, como manchas nas folhas, perfurações no tronco e raízes, queda prematura das folhas e parte aérea visivelmente danificada; 10,10% sofreram injúrias mecânicas de vários tipos, como cortes nos troncos, por objetos aderidos de forma inadequada, como pregos, correntes, ataque bem avançado de organismos patogênicos no tronco, criando ocos e podridões do caule. O mesmo padrão foi observado por Redin *et al.* (2010) ao analisarem o estado fitossanitário das árvores presentes em cinco praças situadas no município de Cachoeira do Sul, RS.

A partir destes resultados podemos destacar que ações de manejo relacionadas à poda das árvores devem ser reavaliadas, de forma que esta prática seja feita adequadamente, por profissionais especializados e autorizados pela prefeitura.

### **3.3. Sombreamento e Porte dos Indivíduos**

O levantamento apontou que dos 49 indivíduos amostrados, 45 foram podados recentemente, e quatro necessitam de poda de limpeza. Sendo essas árvores, duas da espécie *Moringa oleifera* Lam., localizadas em frente ao Ambulatório da Criança, e duas da espécie *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch., próximas a Praça Barão do Rio Branco, visto que apresentam situação conflitante com o cabeamento aéreo de energia, conforme ilustrado pela Figura 4.

Os locais onde se encontram as espécies são regiões de intenso tráfego de pedestre, logo, a não efetuação de podas apresenta risco potencial para os transeuntes, uma vez que estão expostos a acidentes de qualquer natureza, podendo, ainda, provocar curtos-circuitos, incêndios, entre outros.

Identificou-se cinco indivíduos jovens de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, que futuramente podem apresentar conflito com a rede de energia, uma vez que esta espécie quando adulta apresenta grande porte. Neste caso, ressalta-se a importância de conhecer os aspectos biológicos da planta que será destinada a arborização urbana. É de conhecimento geral que ipês têm uma beleza cênica icônica quando florescem, sendo alvo de fotografias e contemplação. Todavia, deve-se ter cautela na escolha do local de plantio, de modo que calçadas e passeios públicos estreitos ou com cabos de alta e baixa tensão aéreos não são recomendados.

**Figura 4:** A-B - Árvores de *L. tomentosa* em conflito com cabeamento elétrico próximo à Praça Barão do Rio Branco.



Fonte: Autores

Em relação às árvores que causam problemas para os pedestres, oito indivíduos apresentaram situação conflitante, como, por exemplo, a espécie *L. tomentosa*, onde uma das árvores encontra-se ocupando parte de uma passarela para pedestres na Praça Barão do Rio Branco, Figura 5. Outros três indivíduos *L. tomentosa* posicionados em calçadas residenciais em frente à Praça do Córrego Sangradouro, Figura 6. O restante das espécies são *Parkia platycephala* Benlh, *Moringa oleifera* Lam., *Ficus benjamina* L. e *Murraya paniculata* (L.) Jack, com apenas uma situação conflitante cada.

Recomenda-se, segundo a COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP (1988), que a copa das árvores seja bem formada, com altura de até sete metros na fase adulta, de maneira que não interfira na fiação elétrica e telefônica, nem na passagem de pedestres.

**Figura 5:**Indivíduo de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritschocupando parte de passarela para pedestres próximo à Praça Barão do Rio Branco.



Fonte: Autores

**Figura 6:**Troncos de indivíduos mortos de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch em conflito com a passagem de pedestres em calçada residencial.



Fonte: Autores

Quanto ao sombreamento dos indivíduos, 12 árvores não apresentaram nenhuma sombra, 14 árvores pouca sombra, 16 árvores sombra mediana e 7 árvores muita sombra. Deve-se levar em conta que a época do ano do levantamento (agosto/2017) é um período mais seco na região de Cáceres-MT (inverno) e que

comumente algumas espécies tendem a ficar sem folhagem, o que pode ter influenciado os dados de sombreamento.

Existe uma grande variedade de densidade e formato de copas, que proporcionam diferentes níveis de sombreamento, que devem ser observados atentamente pelos planejadores, a fim de que sejam compatíveis com as condições climáticas dos locais aonde serão inseridas (MALAMUT, 2011). Da mesma maneira, é necessário levar em consideração as mudanças de forma e tamanho que ocorrerão com o passar dos anos, observando o dimensionamento do ambiente e condições de insolação às quais as árvores estarão sujeitas (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010).

FISCHER (1985) considera espécies de copa arredondada e ovalada ideais para arborização, pois evitam, problemas com as redes elétrica. Na copa arredondada existem ramos ortotrópicos que crescem eretos (HALLÉ *et al.*, 1978) e com ramificação simpodial (STRASBURGER, 1988), enquanto que na copa ovalada prevalecem os ramos plagiotrópicos, que são quase horizontais com simetria dorsiventral (HALLÉ *et al.* 1978) e dificilmente se adaptarão em espaços pequenos (SEITZ, 1990). O modelo arquitetônico de cada espécie deve ser considerado para garantir a sua vitalidade quando houver podas (SEITZ, 1990).

Quanto ao porte, 3 indivíduos apresentaram porte pequeno, 26 médio porte e 9 grande porte. A maioria dos indivíduos de porte médio é pertencente a espécie *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. Levantou-se 11 indivíduos jovens, classificados em porte pequeno. Destes, 10 apresentam porte grande na fase adulta e uma de porte mediano. Dos que apresentam porte grande, destacam-se *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, com cinco indivíduos, e *Ficus benjamina* L. com três árvores. Os outros indivíduos são das espécies *Pachira aquatica* Aubl. e *Dipteryx alata* Vogel, com uma árvore cada.

## CONCLUSÕES

A diversidade total de espécies encontrada foi alta, todavia não há equilíbrio entre o número de indivíduos, uma vez que apenas *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch foi responsável por aproximadamente 47% dos indivíduos. Desta forma é necessária a criação de um plano municipal de arborização, a fim de adquirir uma melhor razão entre número de espécies e número de indivíduos. Quanto à origem das espécies,

apenas 35,29% dos indivíduos são nativos dos biomas da região, logo é necessário melhorar esta percentagem, uma vez que espécies autóctones apresentam melhor adaptação ao plantio, além de valorizar a flora regional, com a qual a população possui melhor relacionamento.

Em relação ao aspecto fitossanitário, copa com presença de lesão foi o maior caso de ocorrência com 83,78%, outros problemas encontrados foram tronco com presença de lesão com 43,24% dos indivíduos afetados, lesão de casca com 40,54% e copa com presença de galhos secos com 27,03%.

A lesão de copa é causada principalmente por podas agressivas, sendo assim é importante o plano de manejo que deve ser realizado pelo poder público garantido assim o crescimento saudável das árvores urbanas. A lesão de casca e tronco foi provocada por vandalismo e veículos, sendo assim é importante a educação ambiental assim como a proteção das espécies.

Quanto ao sombreamento a maioria das espécies apresentaram pouca sombra, ou sombra mediana, no entanto deve-se levar em consideração a data do levantamento de dados, visto que, este ocorreu no período seco (agosto 2017). Sendo assim a escolha das espécies arbóreas deve atender a demanda por sombreamento, característica que está relacionada a arquitetura da copa e ao *comportamento caducifólio*, de forma a contribuir para o conforto térmico e bem-estar da população.

Ao analisar o porte das árvores, constatou-se que a maior quantidade de indivíduos era de médio porte com 55,10%, seguido por grande com 38,78%, e pequeno com 6,12%. A escolha da espécie deve sempre ser adequada ao local onde será plantada, pois arvores de grande porte necessitam de espaço para o seu completo desenvolvimento, se disposta em local inadequado poderá causar conflitos com a rede de energia e a danificação da calçada.

O diagnóstico e análise da arborização urbana é de fundamental importância, pois é um indicador para o poder público. Sendo assim um instrumento para muitas cidades se adequarem e incorporarem em sua gestão ambiental, projetos ou programas de arborização para obtenção de um ambiente urbano mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, A.; WOJCIKIEWICZ, C. R.; LUBASZEWSKI, E. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z.; CONCEIÇÃO, J. R.; LEAL, L.; MEDEIROS, M. L. M.; CONTE, P. A.; KARVAT, S. G.; AHRENS, S. **Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana**. Paraná, 2012.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 177 p, 2005.
- BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.2, p.78-97, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais. **Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica**, 2003.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Guia de arborização**. 3 ed. São Paulo: CESP, 1988. 33p. (Coleção Ecossistemas Terrestres, 006).
- FISCHER, G. R. Características positivas de espécies indicadas para arborização pública. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, Porto Alegre, 1985. **Anais...** Porto Alegre, Prefeitura Municipal de Porto Alegre/ Secretaria Municipal do Meio ambiente, p.129-149, 1985.
- FREITAS, W. K.; PINHEIRO, M. A. S.; ABRAHÃO, L. L. F. Análise da Arborização de Quatro Praças no Bairro da Tijuca, RJ, Brasil. **Floram - Floresta e Ambiente**, v. 22, nº1, p. 23-31, 2015.
- GOMES, E. M. C.; RODRIGUES, D. M. S.; SANTOS, J. T.; BARBOSA, E. J. Análise quali-quantitativa da arborização de uma praça urbana do Norte do Brasil. **Revista Nativa**, Sinop, v.4, n.3, p.179-186, 2016.
- HALLÉ, F.; OLDMAN, R. A. A.; TONLINSOM, P. B. Tropical trees and forest: an architectural analysis. **Berlin: Springer Verlag**, 1978.
- IBGE, Brasil. **Mato Grosso: Cáceres: infográficos: evolução populacional e pirâmide etária**, 2010.
- LOCASTRO, J. K.; DE ANGELIS, B. L. D. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização urbana em duas avenidas do município de Maringá – PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria – RS, v.19, n.3, p. 248-255, 2015.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarium, 352p,1992.
- MACÊDO, B. R. M.; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO, F. G. de. Diagnóstico e diretrizes para a arborização do campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.7, n.1, p.35-51, 2012.

- MALAMUT, Marcos. **Paisagismo: Projetando espaços livres**. Lauro de Freitas: Livro.com, n. 1, p.148, 2011.
- MARANHO, A. S.; PAULA, S. L. Q. P.; LIMA, E.; PAIVA, A. V.; ALVES, A. P.; NASCIMENTO, D. O Levantamento Censitário da Arborização Urbana Viária de Senador Guionard, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.7, n.3, p. 44-56, 2012.
- MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Mas quatro, n. 3, p. 212, 2010.
- MATOS, E.; QUEIROZ, L.P. de. **Árvores para cidades**. Salvador: Ministério Público da Bahia: Solisluna, 340p, 2009.
- MOTTA, G. L. O. Inventário da arborização urbana. *Ação Ambiental*, Viçosa, v. 2, n. 9., p.11-33, 2000.
- MOURA, T. A.; SANTOS, V. L. L. V. Levantamento Quali-Quantitativo de Espécies Arbóreas e Arbustivas na Arborização Viária Urbana dos Bairros Centro e Centro Norte, Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.1, n.1, p.97-117, 2009.
- NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 31, n. 2, p.55-68, 2011.
- NOGUEIRA, E. M. de S.; SANTOS, V. C. O. M.; CUNHA, J. S.; ANDRADE, M. J. G. **Poda e Arborização Urbana**. Paulo Afonso: SABEH, 76 p., 2016.
- NUNES, R. L.; MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, J. P.; MELO, A. G. C. Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana do bairro Ferrarópolis na cidade de Garça – SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.8, n.1, p. 65- 74, 2013.
- PATRICIO, P. P. M. **Florística e diagnóstico da arborização da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.
- PEREIRA, G. A.; MONTEIRO, C. S.; CAMPELO, M. A.; MEDEIROS, C. O uso de espécies vegetais, como instrumento de biodiversidade da avifauna silvestre, na arborização pública: o caso do Recife. **Atualidades Ornitológicas**, v.125, 2005.
- PERIOTTO, F.; PITUCO, M. M.; HELMANN, A. C.; DOS SANTOS, T. O.; BORTOLOTTI, S. L. Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.11, n.2, p. 59-74, 2016.
- PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. **Arborização Urbana**. Boletim Acadêmico Série Arborização Urbana UNESP/FCAV/FUNEP. Jaboticabal-SP, 2002.
- PINHO, R. T. Entre monumentos e documentos: Reflexões sobre os tombamentos de Cáceres- MT. **Anais XXVII Simpósio nacional de história**. Natal-RN, 2013.

- REDIN, C. G.; VOGEL C.; TROJAHN C. D. P.; GRACIOLI, C. R.; LONGHI, S. J. Análise da arborização urbana em cinco praças do município de Cachoeira do Sul, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.3, p. 149-164, 2010.
- RICHTER, B. D.; DAVIS, M. M.; APSE, C.; KONRAD, C. Short communication a presumptive standard for environmental flow protection. **River Res. Applic.** v. 28, p. 1312-1321, 2012.
- SANCHOTENE, M.C.C. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Porto Alegre, 1985. **Anais...** Porto Alegre, Prefeitura Municipal de Porto Alegre/ Secretaria Municipal do Meio Ambiente, p.105 – 111, 1985.
- SANTOS, T. O. B.; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO, F. G. Análise da Arborização Viária do Bairro de Petrópolis, Natal, RN: Uma Abordagem para Diagnóstico e Planejamento da Flora Urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.7, n.4, p.90-106, 2012.
- SEITZ, R. A. Considerações sobre a poda de árvores na arborização urbana. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 3., Curitiba, 1990. **Anais...** Curitiba, FUPEF, p.87-100, 1990.
- SOUZA, H. S.; *et al.* Processo de amostragem para estimativa de produção em plantio de teca. **Agrarian academy**, Centro científico conhecer, v. 02, n.03, p.81-89, 2015.
- STRASBURGER, E., *et al.* **Tratado de Botânica**. 7. Ed. Barcelona: Ed. Omega S.A., 1098p, 1988.
- TEIXEIRA, I. F. Compatibilidade da Arborização de Ruas em Centros Históricos: Estudo de Caso de São Gabriel – RS. **Revista R. RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba – SP, v.34, p.246-268, 2015.

## **Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos?**

**Jonas Guimarães Paulo Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Sobral* (IFCE)  
(jonasgui1@hotmail.com)

**Antônio Nunes de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Sobral* (IFCE)  
(nunesifsobral@gmail.com)

**Marcos Cirineu Aguiar Siqueira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Maracanaú* (IFCE)  
(mccirineu@gmail.com)

**Resumo:** A presente pesquisa aborda o ensino de Física no Ensino Médio (EM) contrastando as realidades vivenciadas por professores e alunos na medida em que se verificam as expectativas dos estudantes e seus desejos quanto à abordagem de Física Clássica (FC) e de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Considerando a bibliografia existente sobre o tema, o trabalho partiu do interesse em conhecer as aspirações discentes sobre tópicos de FC e FMC para identificar os temas de FMC que os alunos já estudaram, assim como questões relacionadas ao ensino de Física. Para tanto, foi elaborado um questionário estruturado e aplicado aos alunos de quatro escolas da região norte do Ceará, sendo três públicas e uma particular, visando coletar suas concepções acerca do objeto de pesquisa. Observou-se que há um declínio sucessivo na preferência por tópicos de FMC ao longo das séries do EM e que no 1º e 2º ano a preferência por FMC supera a de FC. Constatou-se também que os livros didáticos nem sempre favorecem a compressão dos conteúdos e que cerca de 37% dos alunos questionados afirmam não conseguir entender ou aplicar os conteúdos de Física ensinados.

**Palavras-chave:** Física Clássica, Física Moderna e Contemporânea, Ceará.

### **Teaching modern and contemporary physics in high school: what do those involved think?**

**Abstract:** The present research approaches the teaching of Physics in High School while contrasting the realities experienced by teachers and students and check the expectations of students along with their desires regarding the approach of Classical Physics (CP) and Modern and Contemporary Physics (MCP). Considering the existing bibliography on the subject, the work started from the interest in knowing the students' aspirations about CP and MCP topics and which MCP topics the students have already studied, as well as issues related to Physics teaching. For that, a structured questionnaire was elaborated and applied with students of four schools of the northern region of Ceará, being three public schools and one particular, aiming to collect their conceptions about the object of research. It was observed that there is a decline in preference for MCP topics and that in the 1st and 2nd year MCP preference overcomes CP. It was also found that textbooks do not always favor content compression and that about 37% of the students questioned say they can not understand or apply the physics contents taught there.

**Key-words:** Classical Physics, Modern and Contemporary Physics, Ceará.

## 1. INTRODUÇÃO

A Física é dividida, segundo a tradição, em três grandes partes de acordo com a sua evolução histórica (DOMINGUINI, 2012). A primeira delas é a Física Clássica (FC), que compreende as teorias clássicas da Mecânica, Termodinâmica e do Eletromagnetismo, fundamentada nos trabalhos desenvolvidos por cientistas como Kepler (1571 – 1630), Galileu (1564 – 1642), Newton (1643 – 1727), Carnot (1796 – 1832), Gauss (1777 – 1855), Faraday (1791 – 1867), Ampère (1775 – 1836) e Maxwell (1831 – 1879). Em seguida, vem a Física Moderna (FM), que por sua vez originou-se das tentativas de explicar as assimetrias detectadas, no final do século XIX, entre as teorias clássicas da Mecânica e do Eletromagnetismo e entre este último e os resultados experimentais da Termodinâmica. Os pressupostos básicos da FM (Teoria Quântica da Radiação e da Matéria e as Teorias da Relatividade) surgem a partir dos trabalhos revolucionários de cientistas como Max Planck (1858 – 1947), Albert Einstein (1879 – 1955), De Broglie (1891 – 1987), Niels Bohr (1885 – 1962), Erwin Schrödinger (1887 – 1961) e Werner Heisenberg (1901 – 1976). Por fim, vivenciamos atualmente a construção da chamada Física Contemporânea (FCO), que se desenvolve a partir dos fundamentos da FM e inclui, em seu campo de estudo, a investigação e discussão de assuntos como nanotecnologia, computadores quânticos, bóson de Higgs, ondas gravitacionais, dentre outros. A FCO não possui um marco teórico formalizado como a FM. Atualmente, consideramos que a FCO se iniciou em cerca da década de 40 do século passado, assim, as próximas gerações também vivenciarão a FCO. Trata-se, portanto, de uma “parte” da Física que é marcada pelo tempo em que a sociedade vive, de maneira contínua.

Comparando o estágio atual de desenvolvimento científico e tecnológico com a situação do ensino de Física nas escolas do Ensino Médio (EM), percebe-se por meio de uma análise panorâmica dos seus currículos que, embora estejamos no século XXI e que muitas descobertas relevantes e construções revolucionárias tenham sido concretizadas desde o final do século XIX, grande parte das escolas continuam com um currículo onde a Física ensinada é predominantemente (e quase que exclusivamente, em algumas escolas) aquela desenvolvida anteriormente ao século XX, fato que pode trazer prejuízos aos estudantes quanto à compreensão do

mundo atual. Segundo Terrazzan (1992), a maioria dos tópicos abordados em sala de aula são referentes à Física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850. Para Jardim, Guerra e Chrispino (2011):

Focada basicamente em estudos que vão pouco além da mecânica clássica, a Física do Ensino Médio não apresenta agentes motivadores para um aluno que se vê diante de uma física que não se dispõe à discussão ou modificações e, não lhe permite compreender a atualidade que lhe é exposta no cotidiano. Questões científicas mais interessantes a esse alunado podem ser encontradas na internet, revistas de divulgação, reportagens exibidas em telejornais e documentários na televisão (...), mas não em sala de aula. Essa distância parece incoerente com os interesses atuais. Além dos PCN+ e da motivação gerada nos alunos, os professores também compartilham as ideias do ensino de FMC nas salas de aula como importância de uma Física que é extremamente necessária para se entender as grandes inovações teóricas e tecnológicas atuais e que poderia trazer mais sentido ao aprendizado em sala de aula (JARDIM; GUERRA; CHRISPINO, 2011, p.3).

É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido nas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da FM, não como uma mera curiosidade, mas como uma Física que surge para explicar fenômenos que a FC não consegue explicar, constituindo uma nova visão de mundo e, sobretudo, como uma Física que hoje é responsável pelo atendimento de necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais relevante para o homem contemporâneo. Nesse sentido, os vários campos abertos pela Física do século XX devem ter sua presença garantida nos currículos de nossas escolas de Ensino Médio (EM), particularmente a Física Quântica e a Física Relativística, que abriram novos horizontes de exploração científica inimagináveis aos olhos dos cientistas clássicos (PINTO; ZANETIC, 1999).

Para Júnior e Cruz (2003), várias propostas têm sido apresentadas objetivando a inclusão da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no EM. Apesar disso, ainda há vários questionamentos acerca dessa inclusão:

Os tópicos de FMC devem apenas informar de forma que amplie a cultura científica dos alunos, ou pretende-se dar ao aluno todo o embasamento conceitual da FMC para que ele seja capaz de pensar e modelar os diversos temas que a constituem? Se o objetivo for mais formativo, qual a profundidade adequada para alunos do EM? (JÚNIOR; CRUZ, 2003, p. 1).

Ostermann e Moreira (1998), através de uma técnica de consulta conhecida como Delphi, tentaram estabelecer junto à comunidade brasileira de pesquisadores

em ensino de Física, os tópicos de FMC que poderiam ser ensinados no EM, sendo eles: Efeito Fotoelétrico, Átomo de Bohr, Leis de Conservação, Radioatividade, Forças Fundamentais, Dualidade Onda-Partícula, Fissão e Fusão Nuclear, Origens do Universo, Raio-X, Metais e Isolantes, Semicondutores, Laser, Supercondutores, Partículas Elementares, Relatividade Restrita, Big-Bang, Estrutura Molecular, Fibras Ópticas.

Apesar de haver muitas considerações acerca da importância e da necessidade da presença de tópicos de FMC no EM, observa-se que muitas vezes não é possível essa presença por outras razões, como ressalta Menezes (2000):

É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e os textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja, primeiro, compreendida e, mais tarde, aceita (MENEZES, 2000, p. 7).

Os conhecimentos de FMC podem despertar a curiosidade científica dos alunos e os motivar para aprender Física, e desta forma, compreender fenômenos que ocorrem ao seu redor. Se expostos de forma sistemática e experimental, dentro de uma perspectiva de aprendizagem significativa, os tópicos de FMC podem desenvolver no aluno a capacidade de observação e de análise de questões cotidianas relacionadas à Física, e ainda possibilitaria aos alunos uma reflexão sobre os fatos atuais (RENNER; KRUEGER, 2016).

Carvalho e Vannuchi (1996) defendem que o fator que deveria promover e influenciar a atualização dos currículos de Física no EM deveria estar relacionado com os grandes avanços conquistados por esta Ciência nas últimas décadas. Essas influências seriam, talvez, a porta de entrada para desfazer a contradição latente entre a vivência em um mundo cercado de novas tecnologias de última geração e um ensino de Física praticada por Galileu Galilei (1564 - 1642), Isaac Newton (1643 -1727), Georg Simon Ohm (1789 - 1854), por exemplo.

É importante dizer que este trabalho não tem por objetivo menosprezar os conteúdos de FC, pois ela continua válida e é de essencial conhecimento. O que se defende é mostrar aos alunos a evolução da Física, do conhecimento, transmitir para eles a ideia de que a Ciência está em constante construção. Terrazzan (1994,

p. 70-71) corrobora afirmando que a inserção de tópicos de FMC no EM “não se trata, é claro, de abandonar o estudo da Física Clássica, mesmo porque, em muitos momentos, ela foi o suporte para o entendimento dos conceitos desenvolvidos na Física Moderna, a qual lhe sucedeu historicamente”.

A presente pesquisa pretendeu saber dos estudantes do EM sobre seus interesses acerca de tópicos de FMC, assim como analisar a quantidade de alunos que já tiveram contato com tais conteúdos. A relação com o livro didático também está intrinsecamente ligada ao trabalho. Dessa forma, a pesquisa pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem Física na medida que mostra a quantidade de estudantes que têm interesse em estudar conteúdos mais modernos e a quantidade dos que já estudaram.

## **2. METODOLOGIA**

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de caráter qualitativo que tem por interesse discutir as aspirações de discentes do EM acerca de tópicos de FMC e FC, além de pontos que permeiam o ensino de Física. Realizou-se mediante a elaboração e aplicação de um questionário estruturado aos alunos de todos os anos do EM de escolas públicas e particulares de quatro municípios do estado de Ceará. Seu objetivo foi coletar dados e opiniões dos educandos acerca da problemática deste trabalho e analisá-los de forma crítica, contrastando-os com as pesquisas na área.

A pesquisa foi atestada pelos representantes das escolas e envolveu 215 estudantes das três séries do EM. O quadro 1 denota a relação escola, local e sua natureza, particular ou pública.

**Quadro 1:** Características das escolas participantes.

<b>Nome da Escola</b>	<b>Local</b>	<b>Natureza</b>
<b>Escola A</b>	Sobral	Particular
<b>Escola B</b>	Forquilha	Pública
<b>Escola C</b>	Irauçuba	Pública
<b>Escola D</b>	Viçosa do Ceará	Pública

**Fonte:** Autores.

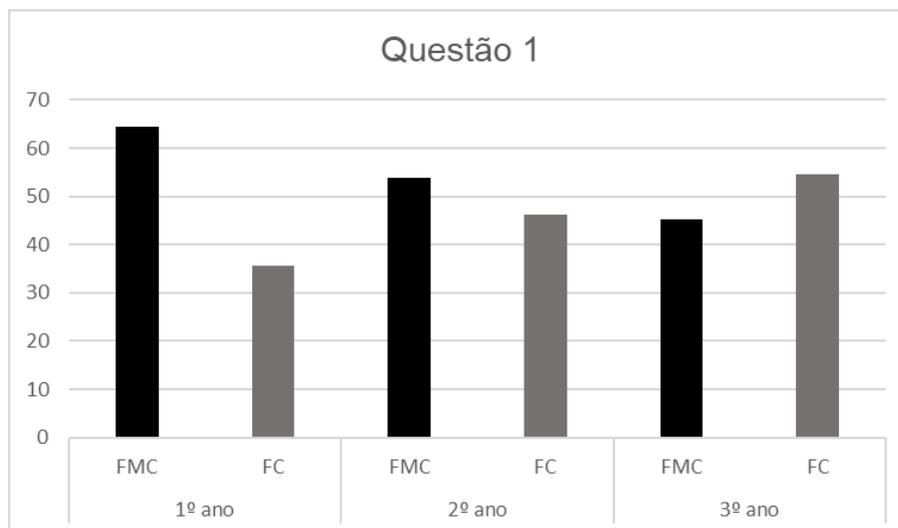
Inicialmente, elaborou-se um questionário com cinco questões direcionadas aos alunos do EM: a primeira questão objetivava saber deles quais conteúdos são postos por eles como de maior prioridade, na qual os estudantes marcaram de 1 a 20, onde os maiores números indicaram as maiores preferências e vice-versa, sendo possível assim verificar quais conteúdos de Física despertam neles maior interesse; a segunda mencionava conhecer quais conteúdos de FMC eles já estudaram, onde foram incluídos tópicos de FMC; a terceira trazia proposições acerca da Física estudada em suas escolas; a quarta pretendia tratar sobre a interdisciplinaridade das matérias do EM; e a quinta visava abordar acerca dos conteúdos de Física ministrados até então. As últimas três questões eram compostas por itens nos quais os alunos poderiam marcar como correto ou falso. A pesquisa ocorreu exclusivamente nas escolas analisadas e foi intermediada pelos professores.

Sobre os conteúdos de FMC que podem ser ensinados no EM, é importante citar que foi encontrada apenas a pesquisa realizada por Ostermann e Moreira (1998), a qual, embora tenha sido realizada há cerca de duas décadas, demonstrou enveredar por uma discussão bastante atual.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 refere-se a análise feita das respostas à primeira pergunta e mostra os resultados dos dados obtidos após comparar as opções escolhidas pelos alunos participantes da pesquisa. Nela é possível perceber que no 1º e no 2º ano os alunos têm maior preferência por conteúdos de FMC, todavia a diferença cai do 1º para o 2º ano. Já no 3º ano, a opção por conteúdos de FC supera a de FMC.

**Gráfico 1:** Comparativo entre os níveis de preferência quanto à aprendizagem de conteúdos de FC e FMC.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

Os dados obtidos corroboram com as falas de Alves e Miltão (2014), Renner e Krueger (2016) e Torre (1998) quando eles ressaltam a necessidade de inserção de conteúdos de FMC no EM, uma vez que, conforme se percebe na pesquisa, é desejo dos discentes aprender sobre tais conteúdos, chegando a superar até mesmo suas expectativas quanto à aprendizagem de temas de FC.

Ao se comparar o fato reportado por D'Agostin (2008) e Menezes (2000), onde foram verificadas as dificuldades enfrentadas pelos professores do EM ao se deparar com a missão de ensinar conteúdos vinculados a FMC, e os resultados da pesquisa, conclui-se que a Física do EM não corresponde às expectativas de aprendizagem dos estudantes e, portanto, como afirmam Jardim, Guerra e Chrispino (2011) e Moreira (2011), ela se encontra defasada e descontextualizada, não tendo acompanhado a evolução científica e tecnológica do nosso século.

A queda na preferência dos alunos pela FMC em comparação com a FC, mostrado no gráfico 1, quando se comparam as respostas dos alunos dos 1º, 2º e 3º anos, consecutivamente, pode estar relacionada a fatos como:

- A má qualidade dos materiais de ensino, pois a maioria dos livros didáticos não traz informações com riqueza de detalhes sobre tais conteúdos. Não há conteúdos de FMC pré-estabelecidos para estarem presentes nas coleções de livros didáticos e nem para serem cobrados dos estudantes. Essa realidade, aliada ao fato de que, quando esses assuntos estão contidos nos livros eles costumam aparecer no final do último volume, colaboram para que

o ensino de FMC não tome espaço nas escolas, pois o dilema entre tempo e conteúdo ainda persiste em sala de aula.

- Os tópicos de FMC não são ensinados como deveriam por conta da deficiência existente na formação dos professores, inicial e continuada, aliada ao tempo insuficiente que é disponibilizado para as aulas de Física, e à extensa programação curricular, principalmente nas escolas públicas, onde o número de aulas da disciplina é reduzido. Quanto à formação de professores, Ostermann e Moreira (2001, p. 146) questionam: “como queremos atualizar o currículo de Física das escolas de Nível Médio se não viabilizamos a atualização da própria formação inicial do professor?”. Os autores ainda acrescentam que é fundamental preparar, nesse nível, os professores para a difícil tarefa de inovação curricular, se o objetivo é implementá-la nas escolas;
- Desmotivação dos professores frente aos baixos salários e à sobrecarga de atividades de preparação e aplicação de aulas e provas;
- Imagem preconcebida que os alunos têm da Física como algo impossível de se aprender;
- A partir do segundo ano do EM, o objetivo principal dos discentes torna-se, quase que completamente, a realização de uma boa prova de vestibular para garantir uma vaga na universidade. A não abordagem de tópicos de FMC em alguns programas dos vestibulares mais visados no país, como por exemplo o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), acarreta um desinteresse imediato nos estudantes pelos aprendizados relativos à FMC, uma vez que tais conteúdos não são focados nos exames. Segundo Zimmermann (2018), os oito assuntos de Física que mais caem no Enem estão dentro dos tópicos: Mecânica, Eletricidade e Energia, Ondulatória, Termodinâmica e Óptica.

A segunda questão tencionou saber dos estudantes quais conteúdos eles já haviam estudado até o momento da pesquisa. Deste modo, seria possível concluir se alguns tópicos de FMC são ensinados no decorrer do EM ou se seu ensino segue a tradição didática, que aborda os conteúdos relativos à FMC no final do último livro (volume 3 das coleções didáticas).

A tabela 1 expressa a quantidade de alunos de cada ano que relataram já ter estudado os tópicos de FMC que foram listados. Nela pode-se perceber que apenas um tópico, Big Bang, foi estudado por mais da metade dos alunos. O segundo tópico que os alunos mais estudaram foi Radioatividade, com cerca de 32% do total de

estudantes. Em seguida, vem a Astronomia com cerca de 21% das respostas. Infere-se ainda que os cinco tópicos restantes foram evidenciados com menos de 20% do total de alunos, dos quais dois não alcançaram nem 10%, a saber, Relatividade Especial e Buracos Negros.

**Tabela 1:** Quantidade de alunos de cada ano que relataram já ter estudado os tópicos de FMC listados.

<b>Questão 2</b>	<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>	<b>Total</b>
<b>Relatividade Especial</b>	4	8	7	19
<b>Relatividade Geral</b>	8	11	10	29
<b>Radioatividade</b>	18	21	30	69
<b>Big Bang</b>	50	28	37	115
<b>Buracos Negros</b>	9	6	6	21
<b>Astronomia</b>	13	15	18	46
<b>Física Quântica</b>	6	12	10	28
<b>Física Nuclear</b>	9	12	17	38

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Quase todos esses conteúdos estão presentes na listagem feita por Ostermann e Moreira (1998), citada anteriormente. Assim, esses conteúdos têm grande potencial para estarem presentes no EM. No entanto, observa-se que, nas escolas pesquisadas, poucos são incluídos e apenas dois se sobressaíram. Incluir os temas de FMC nos três anos do EM, sempre que possível, se mostra uma maneira eficiente de realizar essa inserção. Portanto, é necessário que haja propostas que visem essa introdução e que sejam adotadas pelos autores de livros didáticos, visando, dessa forma, que esses conteúdos sejam abordados de forma sequenciada nesse nível de ensino. Desse modo, o professor pode fazer links entre os conteúdos de FMC e FC, ou utilizar outra metodologia que julgar melhor, e o fato de esses tópicos estarem concentrados no final do volume 3 das coleções didáticas não será mais desculpa para que a FMC não seja ensinada no EM.

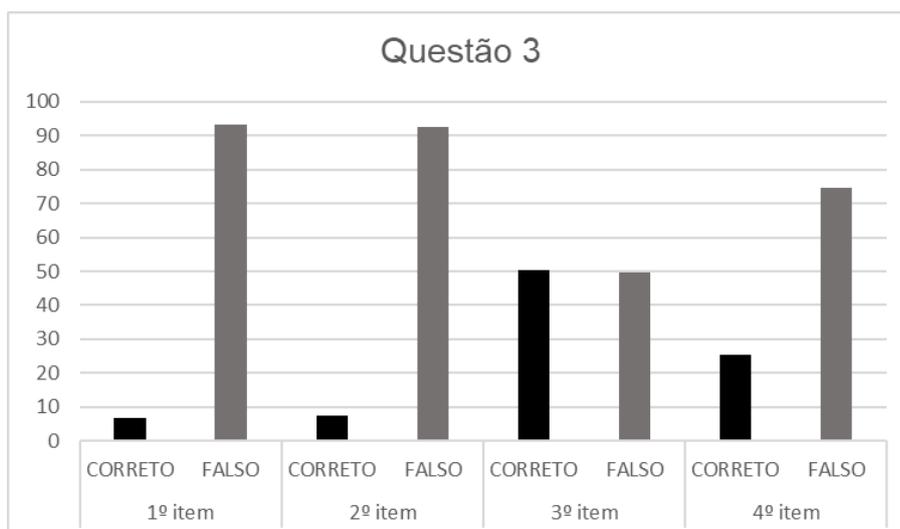
As respostas dos alunos alinham-se com o pensamento de Pereira e Aguiar (2006) e Alvetti (1999) quando afirmam que o ensino de Física no nível médio tem se limitado, principalmente, a temas da FC, pois dificilmente são trabalhados os conceitos da Física desenvolvidos no século passado, já que, conforme se pode observar nos dados, a grande maioria dos alunos não têm contato com assuntos

relativos à FMC. Terrazzan (1992) colabora afirmando que, para uma grande maioria de estudantes, a Física discutida no EM será o único contato do estudante, na sua vida escolar formal, com os princípios físicos, então, qualquer que seja a interpretação dada, todos os aspectos da construção dos conhecimentos e teorias físicas necessitam ser contemplados no EM.

Loch (2011, p. 77) acrescenta que “o dilema entre quantidade e profundidade dos conteúdos, entre tentar cumprir o programa previsto para o Ensino Médio ou aprofundar alguns tópicos parece incomodar um pouco os professores [...]”. Essa realidade é observada devido ao pouco tempo das aulas de Física, logo, os professores se veem obrigados a excluir alguns conteúdos e selecionar outros. Some-se a isso, o fato de que a ausência de materiais de apoio de FMC é muito enfatizada pelos professores quando se trata de sua inserção no EM.

Vale ainda ressaltar que os dois tópicos que tiveram maior quantidade de alunos são comuns a outras disciplinas. No caso, o Big Bang também é estudado na Biologia e a Radioatividade é estudada na Química. Embora ambos tenham abordagens diferentes dentro do escopo da Física, é certo que uma parte das respostas obtidas se deve originariamente a essas duas disciplinas, o que diminui ainda mais a quantidade de alunos que estudaram tópicos de FMC dentro da disciplina de Física.

A terceira questão versava sobre a opinião dos alunos acerca da disciplina de Física de uma forma ampla, na qual objetivava-se discutir sobre os conteúdos dos livros didáticos, a metodologia dos professores e a relação da Física com o cotidiano dos discentes. O gráfico 2 expressa os percentuais das respostas verdadeiro e falso de cada item da questão, com base nas respostas dos 215 alunos.

**Gráfico 2:** Comparativo das proposições corretas e falsas segundo a opinião dos alunos

**Fonte:** Dados da pesquisa.

A proposição do primeiro item tinha como objetivo saber se é verdade que os alunos não sentem segurança da parte do professor quanto aos conteúdos de Física e, através do gráfico, conclui-se que a grande maioria, aproximadamente 93%, assinalou o item como falso. Considerando o fato que foi constatado anteriormente de que a maioria dos alunos não têm contato com temas de FMC, conclui-se que esse percentual se refere aos conteúdos de FC. No que tange à preparação dos professores para lecionar conteúdos de FMC, Forquin (1993) defende que é muito importante a autonomia e participação do professor na confecção de propostas metodológicas pertinentes, assim como seu preparo em buscar sempre conhecimentos novos, pois a participação e capacitação do professor fica bem demonstrada a partir do fato de que “ninguém pode ensinar verdadeiramente se não ensina alguma coisa que seja verdadeira ou válida a seus próprios olhos”, qualquer que seja a área de ensino (FORQUIN, 1993, p. 9). D’Agostin, Garcia e Leite (2007) garantem que os estudantes do EM estão preparados para receber conteúdos de FM. Entretanto, concluem que “é necessário antes disso dar subsídios para os professores para que eles possam trabalhar de forma significativa esses conceitos” (D’AGOSTIN; GARCIA; LEITE, 2007, p. 1).

O segundo item perguntava se os professores não possuem boa didática nas suas aulas. Observa-se novamente que a grande maioria, cerca de 92%, apontou o item como falso, o que permite concluir que a didática dos professores não é um obstáculo à aprendizagem dos alunos. Os dados correspondem macroscopicamente à didática das aulas da disciplina de Física. Quando tratamos sobre o estudo de

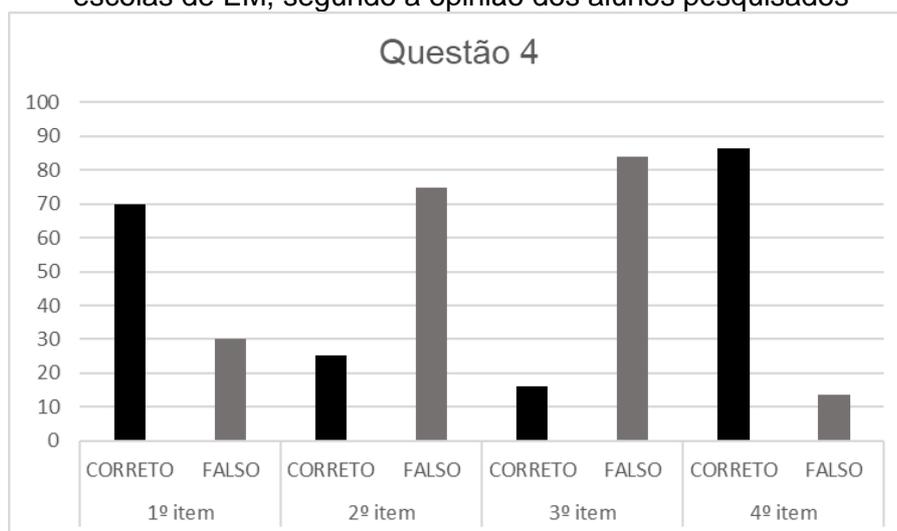
FMC, Forquin (1993) ratifica que a inclusão de conteúdos mais modernos no currículo escolar precisa ser cautelosa, pois novos conteúdos impõem novos desafios didáticos.

No terceiro item objetivou-se saber se os livros didáticos, na maioria das vezes, não favoreciam a compreensão dos conteúdos e se esses são repassados muito rapidamente na sala de aula. Através do gráfico, verifica-se que há um empate na quantidade de proposições verdadeiras com a quantidade de proposições falsas. Daí, conclui-se que a forma do livro didático usado, na qual se insere a abordagem dos conteúdos, a metodologia utilizada, a qualidade dos exercícios e aspectos gráficos, ou a maneira como ele está sendo usado atualmente podem ser empecilhos nas aulas de Física, levando a metade dos alunos a percebê-lo como um instrumento que não favorece o processo de ensino-aprendizagem. Esses números assessoram Souza (2002) quando certifica que os autores de livros didáticos dão excessiva ênfase aos vestibulares como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno, acarretando uma confusão no julgamento crítico dos alunos ou até mesmo não permitindo que eles saibam diferenciar adequadamente a Física da Matemática. Portanto, conclui-se que é necessária uma readequação dos livros didáticos para que eles possam atender às necessidades discentes, cabendo, nesse processo, a definição dos conteúdos de FMC pertinentes ao EM, a sua inserção e distribuição ao longo dos três volumes das coleções.

O quarto e último item dessa questão ambicionou saber dos alunos se a Física não estava relacionada com o cotidiano deles. Como se observa na figura, um percentual significativo dos respondentes, aproximadamente 25%, indicou como correto, concluindo que a Física deve ser mais interligada com o dia a dia dos discentes, pois essa desconexão pode gerar um desinteresse por parte dos alunos, por não verem a aplicabilidade dos conteúdos. Os dados colaboram com Xavier (2005) quando afirma que muitos estudantes têm em mente a imagem de que a Física é algo impossível de se aprender, não reconhecendo até mesmo que ela é uma ciência experimental de grande aplicação no dia a dia. Dessa forma, ressalta-se a importância de relacionar a Física com o cotidiano dos alunos para que atribuam significado a cada um dos conceitos aprendidos em sala de aula. Os conteúdos de FMC são aplicáveis e passíveis de links com a realidade em que se vive tanto quanto os de FC, o que corrobora mais ainda o seu ensino no EM.

A quarta questão versava sobre a interdisciplinaridade, na qual se almejava saber se os conteúdos das matérias das escolas do EM estão interligados, de forma que alguns deles sejam tratados simultaneamente em mais de uma matéria, ou se o conteúdo de uma disciplina complementa o de outra disciplina. O gráfico 3 mostra as porcentagens das respostas dos alunos para as proposições feitas.

**Gráfico 3:** Comparativo das proposições corretas e falsas sobre a interdisciplinaridade nas escolas de EM, segundo a opinião dos alunos pesquisados



**Fonte:** Dados da pesquisa.

O primeiro item perguntava aos estudantes se alguns temas são tratados simultaneamente por professores das diversas matérias. Como mostra os dados, cerca de 70% dos alunos afirmam que alguns assuntos são tratados por mais de uma disciplina. As respostas dos estudantes concordam com os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 2000) quando orientam ao desenvolvimento de um currículo que contemple a interdisciplinaridade como algo que vá além da justaposição de disciplinas e, concomitantemente, evite a diluição das mesmas, de modo a se perder em generalidades. A interdisciplinaridade no ensino precisa “partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários” (BRASIL, 2002, p. 88-89). Os dados ainda ilustram Bonatto et al. (2012) quando afirmam que a interdisciplinaridade é um elo entre o entendimento das disciplinas nas suas mais variadas áreas, constituindo-se importante, visto que abrangem temáticas e conteúdos, permitindo recursos inovadores e dinâmicos onde as aprendizagens são ampliadas.

O segundo item perguntava aos discentes se as matérias não se comunicam, se eles não veem relação entre elas, ou seja, se todas discorrem acerca de

assuntos diferentes. Com um valor maior que o do item passado, mais de 74% dos estudantes marcaram como falso. Dessa forma, para a maioria dos alunos, há uma relação entre as disciplinas de sua grade curricular. Embora sejam matérias diferentes, algumas abordam o mesmo conteúdo com perspectivas diferentes, mas que se complementam. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCNEM (BRASIL, 2002) agregam valor, garantindo que a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Bonatto et al. (2012) colaboram afirmando que, para ocorrer a interdisciplinaridade, não se trata de eliminar as disciplinas, e sim de torná-las comunicativas entre si, concebê-las como processos históricos e culturais e torná-las necessárias à atualização mútua quando se referem às práticas do processo de ensino-aprendizagem. A interdisciplinaridade implica um novo modo de pensar e agir, privilegiando a abertura para uma vivência interativa mediada por conhecimentos diversificados.

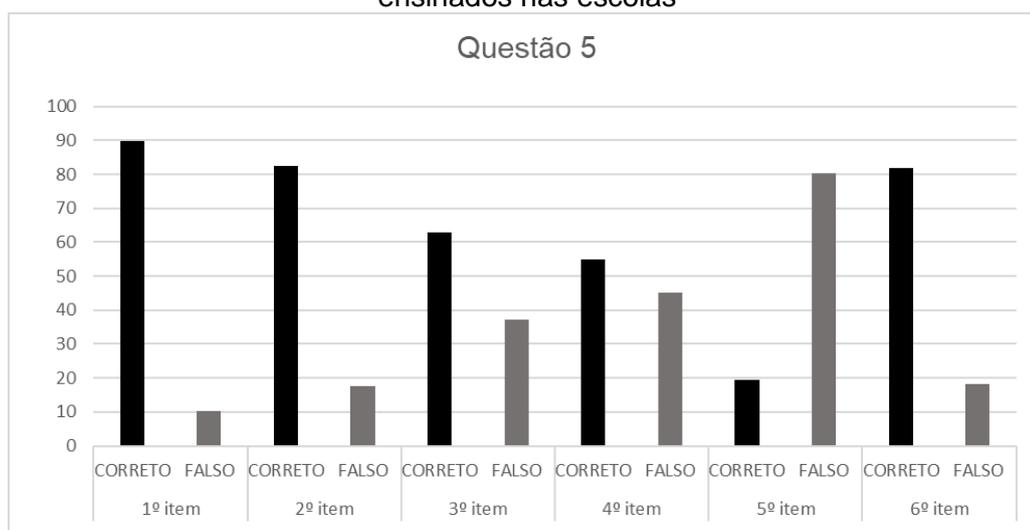
No terceiro item, o objetivo era saber dos alunos se eles acham as matérias interessantes, porém tendo dificuldades em todas. Observou-se que cerca de 16% disseram que a proposição era correta. Considera-se o valor baixo, entretanto, isso significa que ainda há alunos que, embora achem os conteúdos da escola interessantes, têm dificuldades com todos. Quanto a essa questão, Oliveira, Andrade e Siqueira (2018) penhoram que um ponto em comum entre os professores é a preocupação em motivar os alunos para a aprendizagem, sendo esse um processo onde despertar o interesse para aprender se reveste de um clima de cumplicidade e forte conotação afetiva. Segundo Campos (1996), o achar difícil é a condição para o não gostar. Para o autor, há também uma relação de causa-efeito, contudo, em sentido contrário, na qual os alunos acham a Física um assunto maçante e, por isso mesmo, não se interessam em aprender, gerando dificuldade, ou seja, o não gostar implica o achar difícil, ao não querer entender. Sobre a Física, seu estudo revela que a dificuldade na disciplina é tida como natural, gerando nos alunos insegurança e medo, às vezes não decorrente da falta de estudo, mas de terem assimilado ou aceitado a Física como algo realmente difícil e que somente quem tem aptidão consegue aprender.

No quarto item buscou-se saber dos estudantes se eles acham as matérias do EM interessantes e têm afinidade apenas com algumas. Os dados mostram que

mais de 86% dos discentes assinalaram como certo. Os números mostram que os alunos reconhecem a importância das disciplinas, porém não conseguem se identificar com todas, havendo preferências. Silva (2008) concorda afirmando que quando o aluno participa mais da aula, o conteúdo acaba se tornando menos complicado, cabendo ao professor fazer com que exista interesse e gosto pelo estudo da disciplina. Segundo o autor, o professor deve atentar para a motivação do aluno, aproveitando a oportunidade para mostrar a importância da disciplina para a vida do mesmo. No que tange à Física, tão ligada ao nosso cotidiano, Lara e Souza (2007) ratificam que relacionar o conhecimento ensinado ao cotidiano do aluno facilita o processo de ensino-aprendizagem, tornando esse conhecimento potencialmente significativo. Dessa forma, visto que os conteúdos de FMC são passíveis de muitas relações com o cotidiano, sua inserção no EM justifica-se como um fator preponderante para que os estudantes se interessem pelo estudo da Física.

A quinta questão versava sobre os conteúdos de Física ensinados nas escolas do EM. Desejava-se saber se há relação entre eles e o cotidiano dos discentes, conhecer a concepção e compreensão dos alunos acerca dos conteúdos estudados, verificar se conseguem associar a Física com as novas tecnologias e os desejos e aspirações dos estudantes sobre conteúdos novos e possíveis de compreender. O gráfico 4 representa as respostas objetivas dos alunos acerca das seis proposições feitas e a interpretação de cada uma vem em seguida.

**Gráfico 4:** Comparativo das proposições corretas e falsas acerca dos conteúdos de Física ensinados nas escolas



**Fonte:** Dados da pesquisa.

O primeiro item almejava saber dos alunos se os conteúdos de Física ensinados em sala de aula lhes possibilitam compreender os fenômenos do dia a

dia. Como se pôde observar, quase 90% dos estudantes optou por correto. Os dados corroboram com Pereira e Aguiar (2006) quando citam que o cotidiano desempenha papel fundamental, pois o ensino de Física deve estimular ideias nos estudantes, permitindo-os pensar e interpretar o mundo que os cerca. No tocante ao ensino de FMC, os autores afirmam ainda que o cotidiano vivenciado pelos estudantes é fundamental na definição dos conteúdos relevantes de FMC. Pinto e Zanetic (1999) acrescentam que é preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido nas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da FM como uma Física que surge para explicar fenômenos que a FC não explica, constituindo uma nova visão de mundo e sendo responsável pelo atendimento de novas necessidades que surgem a cada dia.

O segundo item perguntava aos estudantes se os conteúdos de Física ensinados lhes possibilitam compreender as tecnologias, as quais estão tão presentes na vida do homem atual. Cerca de 82% dos alunos assinalaram como correto. Alves e Miltão (2014) defendem que, com a inovação tecnológica e o fácil acesso às informações, o entendimento físico sobre determinados aparelhos corriqueiramente utilizados pela sociedade se torna fundamental. Essas tecnologias e seus embasamentos teóricos, em geral, levam os indivíduos ao desenvolvimento intelectual, adaptando-os às inovações do século XX e XXI. Grande parte dessas novas tecnologias não podem ser explicadas pela FC. Daí, faz-se necessária a inserção dos conceitos fundamentais de FMC no EM, capacitando os alunos a conhecerem mais sobre o significado físico associado aos bens, instrumentos e dispositivos que povoam o seu cotidiano.

No terceiro item, ambicionou-se saber se os alunos conseguem entender e aplicar os conteúdos ensinados de Física. Pelos dados do gráfico, constata-se que menos de 63% dos estudantes conseguem. Dessa forma, um percentual significativo de alunos ainda tem muita dificuldade em compreender os conceitos físicos, assim como em aplicá-los. Sobre isso, os PCNEM (BRASIL, 2000) colocam que

(...) espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 2000, p. 22).

Porém, na realidade, não é o que se observa. De acordo com Terrazzan (1994),

Deve-se proporcionar aos estudantes uma visão da ciência física, por exemplo, como um corpo unitário de conhecimentos que possui uma estruturação interna em grandes sistemas conceituais interrelacionados. Assim, todos estes sistemas devem comparecer como conteúdos específicos de ensino na escola média, é claro com os recortes e as adequações metodológicas necessários para possibilitar a sua compreensão pelos estudantes. Aqui abre-se espaço de imediato para a introdução dos tópicos referentes à física moderna e contemporânea (TERRAZZAN, 1994, p. 162).

O quarto item buscou saber, na concepção dos alunos, se eles acham que os conteúdos de Física são bons, mas depois das provas esquecem, ou seja, embora reconheçam sua importância, a aprendizagem se dá de forma mecânica. Verificou-se que quase 55% declararam o item como verdadeiro. Segundo um texto da Universidade Católica de Brasília (UCB, 2018), na Aprendizagem Mecânica os novos dados e informações possuem pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes já disponíveis na estrutura mental, não sendo possível a interação entre eles. O conhecimento adquirido dessa forma será arbitrariamente distribuído pela estrutura cognitiva, sem “ligar-se” a conceitos subsunçores específicos nesta estrutura. Na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, os conceitos subsunçores são os conhecimentos prévios que os alunos já possuem no momento do aprendizado. Parisoto, Moreira e Moro (2012) citam que, na teoria desenvolvida por Ausubel, é imprescindível considerar o conhecimento que o aluno já possui para que ocorra de fato uma aprendizagem significativa e não mecânica, defendendo que o conhecimento apenas se constrói a partir da interação de conhecimentos antigos e novos. O resultado deste processo Ausubel chama assimilação.

No que diz respeito à FMC no EM, Ostermann e Moreira (2000) citam que a inserção dos conceitos básicos de FMC é de extrema relevância para os alunos do nível médio, possibilitando que o professor possa ensinar de forma significativa e interligando a Física da sala de aula com a Física do cotidiano. Os alunos do EM, mostram-se interessados em conhecer como funcionam algumas tecnologias que estão presentes no seu dia a dia, entre as quais destacam-se o GPS, a computação quântica, sensores fotoelétricos, entre outros. Todos esses exemplos necessitam da compreensão dos conceitos fundamentais de FMC e de sua importância para a sociedade de uma forma geral.

O quinto item procurou saber se os alunos não veem aplicação dos conteúdos ensinados, julgando-os como teorias e fórmulas, apenas. Os dados mostram que pouco mais de 80% dos estudantes julgou a proposição como falsa. Dessa forma,

observa-se que os alunos reconhecem a aplicação da Física, assim como reconhecem que ela é importante na construção do seu conhecimento. Sendo assim, dado o reconhecimento de Física pelos educandos, Alvetti (1999) colabora salientando que as discussões a respeito da inserção da FM no EM vêm se acentuando com a justificativa de que a maioria dos alunos não ingressam no ensino superior após conclusão dessa etapa escolar, demonstrando que este estágio de aprendizado pode ser o único encontro sistematizado entre eles e o conhecimento advindo da FM. Pereira e Aguiar (2006) defendem que abordar temas de FM e a aplicação tecnológica dessa ciência na escola minimizaria os desafios relacionados à tecnologia, valendo-se deles para otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

O sexto item tencionou saber se os discentes têm desejo de estudar os conteúdos relacionados às novas tecnologias, suas aplicabilidades e princípios. O gráfico mostra que mais de 81% assinalou verdadeiro. Observa-se que há um desejo pulsante dos alunos por novos conteúdos de Física, conteúdos estes que ainda não são amplamente abordados em sala de aula como deveriam ser. Quanto a isso, Wilson (1992) corrobora afirmando que a inserção de FMC pode ser instigante para os jovens, pois não significa somente estudar o trabalho de cientistas que viveram centenas de anos atrás, mas também assistir cientistas falando na televisão sobre seus experimentos e expectativas para o futuro. Estudar problemas conceituais existentes na FMC envolve os estudantes nos desafios filosóficos de alguns aspectos da Física. O fato de que nem tudo, no mundo científico, é sabido ou entendido, modifica a ideia que os estudantes em geral têm de Física, um assunto que é uma “massa” de conhecimentos e fatos, um livro fechado. Ou são mostrados aos alunos os desafios a serem enfrentados pela Física no futuro, ou eles não serão encorajados a seguir carreiras científicas. O autor defende que assuntos de FMC nas escolas pode provocar nos alunos o interesse pela carreira de Física e suas variações.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para a realização desse trabalho, foi pesquisada a problemática da inserção de tópicos de FMC junto aos alunos do EM, tendo como objetivo geral obter

informações acerca de suas preferências quanto aos temas de FMC e FC, acerca de quais assuntos foram estudados pelos alunos até o momento da pesquisa e se eles têm desejo de aprender novos conteúdos, bem como outras questões relacionadas à disciplina de Física, como a implementação prática das abordagens interdisciplinares e a relação dos seus conteúdos com o cotidiano. Para a sua concretização, foi aplicado um questionário estruturado a 215 alunos de quatro escolas da região norte do Ceará.

A pesquisa global possibilitou reafirmar a necessidade de reformulação do currículo de Física da educação básica com vistas a introduzir conteúdos de FMC, uma vez que os estudantes mostram interesse em estudá-los. Constatou-se também que dos oito tópicos de FMC constantes em tal currículo, apenas dois se sobressaíram, os quais são abordados interdisciplinarmente.

Cumpre, também, enfatizar a necessidade de análise dos motivos que levaram metade dos alunos a afirmarem que o livro didático não está contribuindo devidamente com o processo de ensino-aprendizagem, posto que sua compreensão, segundo a pesquisa, apresenta visível déficit.

Constatou-se que um percentual significativo de estudantes (25%) ainda não vê relação entre a Física e o seu cotidiano. Tal fato está intrinsecamente ligado à falta de motivação dos alunos e pode ser a causa do fato de alguns alunos (37%) terem afirmado não conseguirem entender e aplicar os conteúdos de Física ensinados na resolução de problemas. Portanto, visto a quantidade de estudantes que não conseguem relacionar a Física com o dia a dia, ressalta-se aqui o grande potencial que os tópicos de FMC têm de atrair os estudantes e relacionar o que se aprende em sala de aula com o mundo em que se vive.

A pesquisa também mostrou que 55% dos alunos julgam os assuntos de Física como bons, mas, depois das provas, esquecem os conteúdos. Portanto, entende-se que a aprendizagem de Física costuma se dar de forma mecânica, não contribuindo para a formação discente, e que alguma fase do processo de ensino e aprendizagem está sendo comprometida. A aversão à Física que muitos estudantes têm advém de fatos como esse, onde os estudantes são “obrigados” a decorar os conteúdos para a realização de testes escolares.

Salienta-se o poder da interdisciplinaridade na formação de um cidadão crítico, que percebe as relações e conexões daquilo que estuda e daquilo que o cerca, cuja presença foi constatada nas escolas pesquisadas.

A maior parte dos estudantes (81%) afirma ter curiosidade em estudar conteúdos que os possibilitem compreender os fenômenos do dia a dia e as novas tecnologias, conteúdos esses que se encontram dentro dos tópicos de FMC citados neste trabalho, aumentando ainda mais a sua importância e a necessidade de sua inclusão em ambientes reais de ensino, na educação básica.

Portanto, através dos dados do questionário aplicado aos alunos, pôde-se concluir que os estudantes do EM têm interesse em estudar conteúdos relacionados à FMC, chegando ela a se sobressair frente à FC no 1º e 2º ano. No entanto, ainda é preciso desenvolver metodologias de ensino próprias para esses assuntos, pois alguns tópicos de FMC não são de compreensão simples como na FC, fazendo-se necessário que o professor saiba a “melhor” maneira de abordá-los e os torne mais “fáceis”, e que pesquisadores da área de ensino de Física estabeleçam, junto aos autores das coleções didáticas, os temas que são pertinentes e devem estar presentes nesse nível de ensino, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e atentos com o mundo em que vivem.

Uma das maneiras mais práticas de inserir a FMC de forma eficiente é sua distribuição nos três anos do EM, onde esses temas podem ser ensinados sempre que houver uma relação com conteúdos de FC, cabendo ao professor escolher a metodologia e julgar mais viável. Não é necessário esperar o fim do 3º ano para se ensine FMC, pois muitas vezes os professores não conseguem dar conta de todo o conteúdo programático.

Considerando o caráter incessante da pesquisa por novos conhecimentos, propõe-se aqui algumas sugestões de continuidade para a abordagem feita neste trabalho:

- Estudar quais tópicos de FMC são pertinentes ao EM e podem estar presentes nas coleções dos livros didáticos de Física, visto que o último trabalho com esse objetivo foi realizado há 20 anos;
- Elaborar propostas para abordagem de tópicos de FMC que possibilitem a inserção de conteúdos específicos desses assuntos aliados aos de FC ou, em meio a eles, de forma a possibilitar disseminá-los ao longo dos três livros destinados ao EM. Propostas deste tipo podem tornar mais viável a abordagem da FMC nesse nível de ensino, uma vez que, na estrutura vigente, eles estão no último capítulo do último volume dos livros, aqueles

que, segundo Oliveira e Almeida (2013), não dá tempo de serem abordados pelos professores, justamente por estarem dispostos no final do último livro.

## REFERÊNCIAS

- ALVETTI, M. A. S. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a revista Ciência Hoje**. 1999. 170 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- ALVES, Y. de M.; MILTÃO, M. S. R. **Programa para formação continuada de professores na modalidade presencial**: O curso de Licenciatura em Física e a Física Moderna e Contemporânea. *Caderno de Física da UEFS*, Salvador, v. 12, n. 2, p. 11-20, jul./dez. 2014.
- BONATTO, A. *et al.* **Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar**. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL*, 9., 2012, Caxias do Sul. Anais... Caxias do Sul: 2012.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- CAMPOS, D. M. S. **Metodologia do ensino da matemática**. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.
- CARVALHO, A. M. P. de; VANNUCHI, A. **O currículo de Física**: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 3-19, mar.1996.
- D'AGOSTIN, A.; GARCIA, N. M. D.; LEITE, A. E. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**: revisitando artigos de revistas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS*, 6., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- D'AGOSTIN, A. **Física moderna e contemporânea**: com a palavra professores do ensino médio. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- DOMINGUINI, L. **Física moderna no Ensino Médio**: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 2502, jun. 2012.
- FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura**: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Tradução Guacira Lopes Louro. 1993. 208 f. *Artes Médicas*, Porto Alegre, 1993.

- JARDIM, W. T.; GUERRA, A.; CHRISPINO, A. **Revisão de bibliografia: Física Moderna e sua relevância no Ensino Médio.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2011, Manaus. Atas... 2011.
- JÚNIOR, M. R. F.; CRUZ, F. F. S. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: do consenso de temas à elaboração de propostas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Atas... 2003.
- LARA, A. E.; SOUSA, C. M. S. G. **A construção de apresentações em slides como material potencialmente significativo, visando a facilitação da aprendizagem significativa em conteúdos de Física: o tópico de Colisões.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. Atas... 2007.
- LOCH, J. **Física Moderna e Contemporânea no planejamento de professores de Física De Escolas Públicas do Estado do Paraná.** 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- MENEZES, L. C. de. **Uma física para um novo ensino Médio.** *Revista Física na Escola*, São Paulo, v. 1, n. 1, out. 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- OLIVEIRA, A. N.; ALMEIDA, C. A. S. **Ensino de Relatividade Especial no Ensino Médio: uma abordagem progressiva.** In: LIMA, I. B. org. Didática, Educação Ambiental e Ensino de Ciências e Matemática: múltiplos olhares, II: didática e ensino de ciências e matemática, p. 107-117. Fortaleza: Editora UECE, 2013.
- OLIVEIRA, A. N de; ANDRADE, P. A. A; SIQUEIRA, M. C. A. **A motivação em sala de aula: o que dizem os alunos sobre as aulas de Física do Ensino Médio?** *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS*, v.5, n.2, p: 130-150, jul./dez. 2018.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; **Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média: um Estudo com a Técnica Delphi.** In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 6., 1998, Florianópolis. Atas...1998.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio".** *Investigação em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, mar. 2000.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 135-151, 2001.
- PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; MORO, J. T. **Subsunçores para a Física aplicada à Medicina, no contexto do Ensino de Física.** *Ensino, Saúde e Ambiente*, Niterói, v. 5, n. 1, p. 43-62, abr. 2012.
- PEREIRA, D. R. de O; AGUIAR, O. **Ensino de Física no nível médio: tópicos de Física Moderna e Experimentação.** *Revista Ponto de Vista, Florianópolis*, v. 3, p. 65-81, 2006.

- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. **É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio?** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.
- RENNER, G. L. P.; KRUEGER, C. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Um estudo acerca dos fatores que interferem na aplicação dos conceitos relacionados em sala de aula.** *In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 5., 2016, Ponta Grossa. Atas... 2016.
- SILVA, C. O. da. **A concepção de alunos do ensino médio sobre a matemática em uma escola pública do município de Porto Alegre.** 2008. 40 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Licenciatura Plena em Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SOUZA, T. C. F. de. **Avaliação do ensino de Física: um compromisso com a aprendizagem.** Passo Fundo: UPF Editora, 2002.
- TERRAZZAN, E. A. **A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2º grau.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.
- TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média.** 1994. 241 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo 1994.
- TORRE, A. C. de la. **Reflexões sobre o ensino da física moderna.** *Educacion en Ciencias*, v. 2, n. 4, p. 70-71, 1998.
- WILSON, B. **Particle physics at A-level - a teacher's viewpoint.** *Physics Education*, Bristol, v. 27, n. 2, p. 64-65, mar. 1992.
- Universidade Católica de Brasília (UCB). **Aprendizagem Mecânica.** [S.l.], [S.d.]. Disponível em: <<https://cae.ucb.br/tas/tas/tas09.html>>. Acesso em: 18 de mar. de 2018.
- XAVIER, J. C. **Ensino de Física: presente e futuro.** *In: Simpósio Nacional Ensino de Física*, 16., 2005, Rio de Janeiro. Atas... 2005.
- ZIMERMANN, Dara. **Os 8 assuntos de física que mais caem no Enem.** Pró Universidade, [S.l.], 4 maio 2018. Disponível em: <<https://prouniversidade.com.br/aulasonline/blog/os-8-assuntos-de-fisica-que-mais-caem-no-enem/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

## **Aprendendo Física moderna por meio de um experimento de baixo custo: um relato de aula prática**

**Paulo José Pereira de Oliveira**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(paulojoseo@ifes.edu.br)

**Edmundo Rodrigues Júnior**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(edmundor@ifes.edu.br)

**Bruno Fernandes de Souza**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(bfernadessouza@gmail.com)

**Flávio Correa Prêmoli**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(flaviocpremoli@gmail.com)

**Gustavo Figueira Martini**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(gu\_martini@hotmail.com)

**Rafael Figueira Martini**

Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Cachoeiro (IFES)  
(rafaelfmartini@hotmail.com)

**Resumo:** Neste trabalho apresento, utilizando materiais de baixo custo, o experimento de Young e o de difração por uma fenda circular, realizados por estudantes de engenharia com o objetivo de determinar o comprimento de onda de um laser caseiro. Para o experimento de Young, os valores obtidos do comprimento de onda foram 654,7 nm (máximo de primeira ordem,  $m = 1$ ) e 645,84 nm (máximo de quinta ordem,  $m = 5$ ) um desvio de respectivamente 0,71% e 0,65% em relação ao valor de referência de 650 nm, no rótulo do laser caseiro. O valor obtido no experimento de difração por uma fenda circular foi de 639,56 nm, um desvio de apenas 1,6%. Os resultados indicaram que é possível, utilizando qualquer um dos experimentos e materiais de baixo custo, obter com boa precisão, o comprimento de onda da luz. Igualmente esta atividade promoveu uma interação maior entre os estudantes e favoreceu o entendimento do caráter ondulatório da luz.

**Palavras-chave:** difração; interferência; comprimento de onda.

### **Learning modern Physics by means of a low cost experiment: a practical class report**

**Abstract:** Using low cost materials, we present in this work the experiments of the Young's diffraction and of the diffraction by a circular aperture, made by engineering students, in order to determine the wavelength of a laser used at home. For Young's experiment, the values of the wavelength were 654.7 nm (maximum of the first order,  $m = 1$ ) and 645.84 nm (maximum of fifth order,  $m = 5$ ), a deviation of respectively 0.71 % and 0.65% when compared with the reference value of 650 nm from the laser label. The value obtained at the diffraction by a circular aperture was of 639.56 nm, a deviation of only 1.6%. The results indicated that it is possible, using any of the experiments and low cost materials, to obtain with good accuracy, the wavelength of light. Furthermore, this activity promoted greater interaction between students and contributed to the understanding of the ondulatory nature of light.

**Keywords:** diffraction; interference; wavelength.

## 1. Introdução

O uso de atividades experimentais como estratégia didática para ensinar conteúdos de Ciências tem despertado o interesse de muitos pesquisadores. A utilização dos experimentos na sala de aula pode proporcionar aos discentes “um contato real com os conteúdos ensinados, tornando-os, assim, mais interessantes” (MARINHO et. al., 2015, p.1).

Para Silva e Assis (2012) os estudantes podem ser incentivados pelo professor a investigarem o que acontece durante a execução de um experimento. Essa investigação pode acontecer, por meio de questionamentos direcionados aos estudantes para que eles expressem suas concepções alternativas na tentativa de explicarem o funcionamento do experimento proposto. “Cria-se, assim, um ambiente descontraído em sala de aula e estabelece-se uma interação social mais rica entre os alunos e o professor, o que, segundo Vigotsky (2003), favorece a aprendizagem” (SILVA e ASSIS, 2012, p.316).

Dentre os diversos tópicos do componente curricular Física que podem ser explicados com o auxílio das experiências, o entendimento da natureza ondulatória da luz permite a compreensão do espectro eletromagnético como ondas de rádio, Micro-ondas, infravermelho, região do visível, dentre outros; tão presentes no nosso cotidiano por meio das aplicações tecnológicas. A compreensão da natureza ondulatória da luz permite o entendimento da relação entre o eletromagnetismo e a óptica (SOUZA et. al., 2015), obtida por meio das equações de Maxwell no século XIX.

Neste trabalho apresentamos o relato de uma aula prática para a determinação do comprimento de onda de um laser caseiro utilizando o experimento de Young e o da difração por fenda circular; ambos construídos com materiais de baixo custo. A intervenção didática foi realizada durante as aulas de Introdução a Física Moderna, com estudantes do 4º período de Engenharia de Minas de uma instituição federal do Espírito Santo.

## 2. Fundamentação teórica

A formação do arco-íris, a mudança de cor nas asas de uma borboleta e em um CD, as cores em uma bolha de sabão e em uma mancha de óleo em uma pista

são fenômenos provocados pela interferência de ondas luminosas: “A interferência é um dos mais típicos fenômenos ondulatórios, consistindo na superposição de ondas em um ponto do espaço” (RIBEIRO e VERDEAUX, 2012. p.7). Por meio do estudo do fenômeno da interferência é possível determinar, entre muitas coisas, o comprimento de onda da luz e o índice de refração de um dado material.

Em 1678, o cientista holandês Christian Huygens apresentou uma teoria de que a luz apresentava um caráter ondulatório, contrariando Isaac Newton que acreditava que a luz era formada por partículas. Utilizando construção geométrica, Huygens explicou as leis de reflexão e refração e atribuiu um significado físico ao índice de refração. Embora sua teoria seja muito menos completa do que as de James Clerk Maxwell, com a teoria eletromagnética, a teoria de Huygens era matematicamente mais simples e permanece útil até hoje.

Em 1801, Thomas Young demonstrou que a luz sofre interferência como as ondas do mar, as ondas sonoras e todos os outros tipos de ondas<sup>1</sup>. Embora extremamente importante para os estudos dos fenômenos ondulatórios, segundo Silva (2009), a experiência de Young não pode ser considerada definitiva em relação à validação da teoria ondulatória e à queda da corpuscular; mesmo porque na época de Young ainda não existia uma teoria matemática sólida para explicar o caráter ondulatório da onda. Isso viria a acontecer em 1864 com a unificação das teorias elétricas e magnéticas feitas por James Clerk Maxwell.

O fenômeno da interferência luminosa é o resultado da difração da luz.

“A difração ocorre quando a luz atravessa fendas ou se desvia de obstáculos de mesma ordem de grandeza do seu comprimento de onda (RIBEIRO e VERDEAUX, 2012, p.6)”. Segundo Silva (2009) o crédito da descoberta do fenômeno da difração se deve ao físico jesuíta italiano Francesco Maria Grimaldi (1618-1663), que relatou esse fenômeno pela primeira vez na sua obra *Physico-Mathesis de Lumine, Coloribus et Iride*, publicado em 1665.

A compreensão do fenômeno da difração não é simples. Barbosa et. al. (2012) apresentam uma lista de referências que abordam o tema em diferentes níveis de complexidade que vai desde a abordagem mais simples; encontrada em um livro de graduação (vide: Halliday; Resnick e Walker, 2009) a um livro de teoria

---

<sup>1</sup> Sem reportar aos gregos, autores como Hooke, Descartes e Euler, foram também importantes para o desenvolvimento da teoria ondulatória (SILVA, 2009).

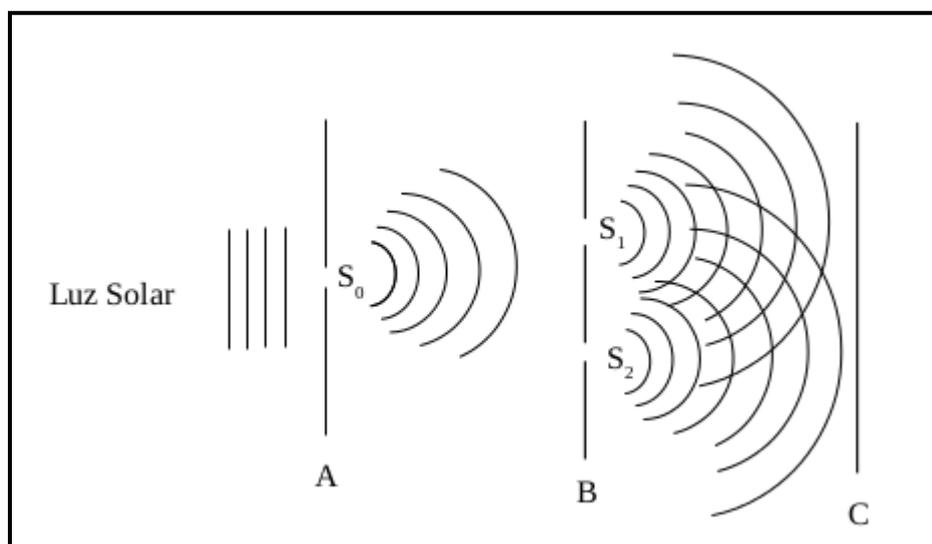
eletromagnética usado em cursos mais avançados (vide: Born e Wolf, 1999).

A fundamentação teórica sobre difração utilizada neste trabalho se baseou no nível do livro de graduação, suficiente para explicar os resultados encontrados nesta aula prática. Além disso, uma explicação menos complexa é mais acessível para os professores de física do ensino médio e até mesmo para docentes da graduação que não possuem especialidade em óptica.

### Entendendo o experimento de Young

A figura 1 abaixo mostra um esboço do experimento realizado por Young:

**Figura 1:** Experimento de Young:



**Fonte:** adaptado de Halliday; Resnick e Walker, 2009

Uma fonte de Luz ilumina a fenda  $S_0$  do anteparo  $A^2$ . A luz difratada pela fenda se espalha e é usada para iluminar as fendas  $S_1$  e  $S_2$  do anteparo B. Uma nova difração ocorre quando a luz atravessa as duas fendas, e duas ondas se propagam simultaneamente no espaço à direita do anteparo B, interferindo uma com a outra. A tela C, é utilizada para observação da figura de interferência. A figura 2 mostra um

<sup>2</sup> A presença do primeiro orifício na tela inicial deixa o feixe de luz mais coerente, e permite consequentemente, que o feixe luminoso proveniente do orifício  $S_0$  encontre com os demais orifícios  $S_1$  e  $S_2$  da segunda tela. Uma fonte de luz é coerente quando a diferença de fase proveniente da onda eletromagnética emitida por essa fonte permanece invariável por todo espaço (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p.86)

esboço de uma figura de interferência produzida por um arranjo como o da figura 1:

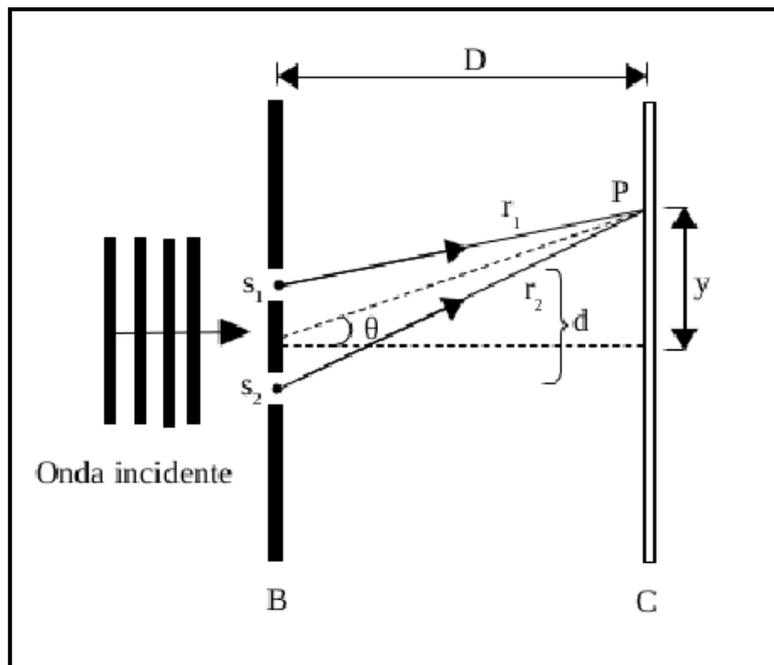
**Figura 2:** Esboço de uma figura de interferência produzida em um anteparo de observação.



**Fonte:** adaptado de Halliday; Resnick e Walker, 2009.

Nesta figura, as faixas claras (brancas) correspondem às interferências construtivas e as faixas escuras as interferências destrutivas. No centro, tem-se uma faixa clara (chamada de máximo central) e a esquerda e direita do máximo central as faixas claras e escuras se alternam. A figura 3 mostra como Young encontrou uma expressão matemática para determinar a localização dessas faixas, também chamadas de pontos claros e escuros.

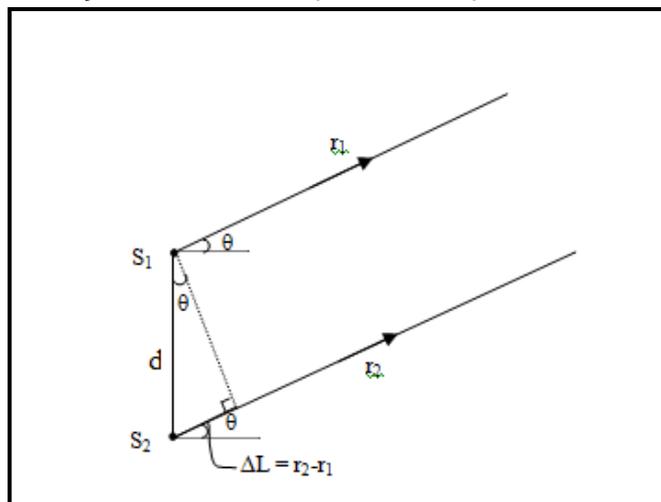
**Figura 3:** Raios luminosos partem das fendas  $S_1$  e  $S_2$  e se interferem em P.



**Fonte:** Halliday; Resnick e Walker, 2009.

Nesta figura,  $r_1$  e  $r_2$ , representam as ondas partindo das fontes  $S_1$  e  $S_2$  e P representa a localização, em termos da altura  $y$ , dos pontos. Considerando que  $D \gg d$ , podemos considerar os raios  $r_1$  e  $r_2$  aproximadamente paralelos (figura 4).

**Figura 4:** Determinação da localização dos pontos de interferência. Nesta figura,  $\Delta L$  é a diferença das distâncias percorridas pelos raios  $r_1$  e  $r_2$ .



**Fonte:** Halliday; Resnick e Walker, 2009.

Conforme a figura 4, temos as seguintes expressões matemáticas para a localização das faixas claras e escuras:

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (\text{pontos claros}) \quad (1) \quad \text{e}$$

$$d \sin \theta = (m + 1/2) \lambda \quad (\text{pontos escuros}) \quad (2)$$

onde  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ , define a ordem ( $m = 1$ , por exemplo, é chamado de ponto claro de primeira ordem e assim por diante).

Utilizando considerações geométricas, para um  $m$  qualquer, é possível associar a distância  $D$ , a altura  $y$ , com o comprimento de onda. Sabendo que:

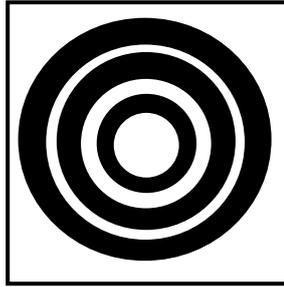
$$\tan \theta = y/D \quad (3)$$

concluimos que  $\theta = \tan^{-1}(y/D)$ . Substituindo  $\theta$  em uma das equações (1) ou (2) podemos encontrar o comprimento de onda, para um  $m$  qualquer.

### Entendendo o experimento da difração por fenda circular

Se no lugar de uma fenda, utilizarmos um orifício circular, a figura de interferência formada pela passagem da luz por este orifício terá uma forma semelhante à mostrada abaixo:

**Figura 5:** Imagem de interferência gerada por um orifício circular.



**Fonte:** Halliday; Resnick e Walker, 2009.

Com um círculo claro no centro (máximo central) e, mínimos e máximos circulares alternados. Para este caso a posição do primeiro mínimo (primeiro círculo escuro após o máximo central) é dada por:

$$\text{Sen}\theta = 1,22\lambda/d. \quad (4)$$

Onde  $\theta$  é o ângulo entre o eixo central e a reta que liga o centro do anel à posição do mínimo circular. O diâmetro do orifício circular é dado por  $d$  e  $\lambda$  é o comprimento de onda da luz incidente.

A seguir apresentamos a trajetória metodológica do nosso trabalho.

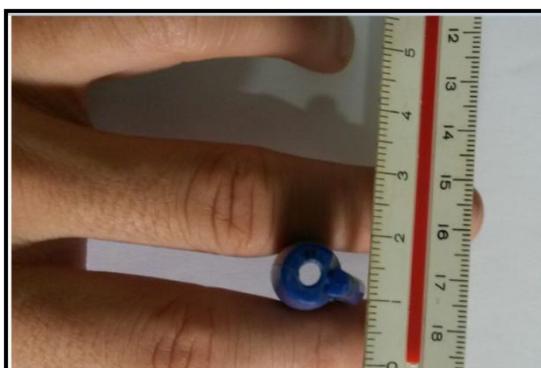
### 3. Percurso metodológico

As atividades práticas foram realizadas no primeiro semestre de 2014 com vinte estudantes distribuídos em quatro grupos de cinco. Cada grupo deveria apresentar um relatório sobre a aula experimental. Para a confecção deste trabalho foi selecionado apenas o relatório do grupo 1. Os critérios de seleção para tal escolha foram: a qualidade das figuras de difração e interferência obtidas nos experimentos; a qualidade das medidas e; clareza e aprofundamento da introdução, desenvolvimento e conclusão.

Para a realização do Experimento de Young e o da difração por uma fenda circular foram utilizados os seguintes materiais: pente de cabelo, fita isolante, mesa, anteparo, laser de luz vermelha, trena e régua e uma tampa de caneta (figuras 6 e 7) O experimento foi realizado em uma sala de aula e uma das paredes foi utilizada como anteparo.

**Figura 6:** materiais utilizados no experimento de Young.

Fonte: arquivo pessoal, 2014.

**Figura 7:** tampa de caneta utilizada no experimento de difração.

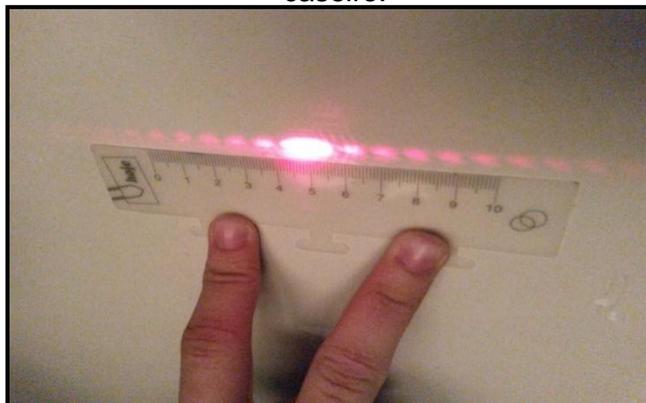
Fonte: arquivo pessoal, 2014.

## Experimento de Young

Cobrimos os dentes do pente com uma tira de fita isolante para formar duas fendas isoladas e separadas por um dente. Com o auxílio de uma régua medimos a distância entre essas fendas e encontramos o valor de ( $d = 2\text{mm}$ ). Utilizando outro pedaço de fita isolante fixamos o pente na vertical apoiado a uma mesa. Equilibramos o laser sobre a mesa e o direcionamos ao ponto médio entre as fendas do pente (como o laser emite uma luz coerente não houve a necessidade da primeira fenda inserida originalmente por Young em seu experimento). Medimos a distância ( $D$ ) entre as fendas do pente e a parede (anteparo). A figura de interferência foi gerada, e com auxílio da régua, medimos a distância ( $y$ ) do ponto central da figura até o 1º máximo ( $m = 1$ ) e também para o 5º máximo ( $m = 5$ )<sup>3</sup> (ver figura 8).

<sup>3</sup> Os valores  $m=1$  e  $m=5$  foram escolhidos de forma aleatória pelos estudantes.

**Figura 8:** franjas de interferência obtidas com o experimento de Young utilizando um laser caseiro.



. Fonte: arquivo pessoal, 2014.

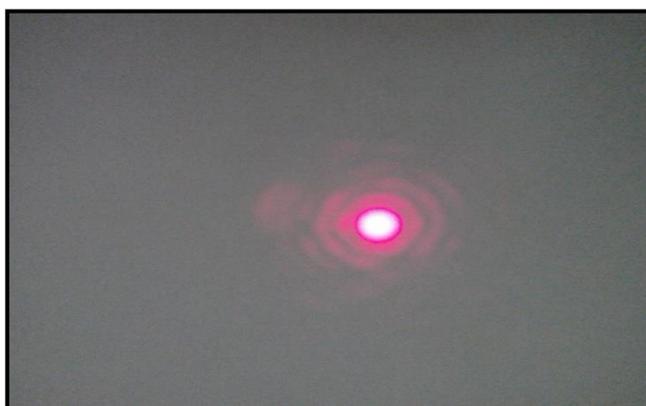
Após encontrar as distâncias, calculamos os valores de  $\theta$  por meio da equação (3): Com os valores de  $\theta$  e utilizando a equação (1) encontramos os valores de  $\lambda$  para ( $m = 1$ ) e ( $m = 5$ ) (ver tabela 1).

### Experimento de difração por uma fenda circular

Conforme mostramos na figura 7, fizemos um furo com diâmetro de  $d = 2$  mm, em uma tampa de caneta circular. Com o auxílio de uma fita isolante, fixamos a tampa à mesa. Equilibramos o laser sobre a mesa, fazendo-o incidir no centro do furo da tampa da caneta. Medimos a distância ( $D$ ) entre a tampa da caneta e a parede ou anteparo.

A figura de interferência foi gerada, e com auxílio da régua, medimos a distância do ponto central da figura até o 1º mínimo ( $m = 1$ ). Abaixo segue uma foto da figura gerada:

**Figura 9:** franjas de interferência gerada por uma fenda circular com o auxílio de um laser caseiro.



Fonte: arquivo pessoal, 2014.

Após encontrar as distâncias, calculamos os valores de  $\theta$  por meio da equação (3). Com os valores de  $\theta$  e utilizando a equação (4), encontramos os valores de  $\lambda$  para ( $m = 1$ ). A seguir apresentamos os resultados e discussões do experimento de Young em fenda dupla e da difração por um orifício circular.

#### 4. Resultados

Foram realizadas quatro medidas por meio do experimento de Young. Cada medida foi realizada por um estudante diferente.

As tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos na realização do experimento de Young para  $m = 1$  e  $m = 5$ .

**Tabela 1:** Medidas da primeira faixa clara de ordem 1 ( $m = 1$ ).

	D (m)	d (m)	y (m)	$\theta$	$\lambda$ (nm)
1ª medida	5,575	0,002	0,0018	0,0185	645,74
2ª medida	5,575	0,002	0,0019	0,0205	681,61
3ª medida	5,576	0,002	0,0019	0,0195	681,49
4ª medida	5,574	0,002	0,0017	0,0175	609,97
Valor médio	<b>5,575</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0190</b>	<b>654,70</b>

Fonte: arquivo pessoal, 2014.

**Tabela 2:** Medidas da quinta faixa clara de ordem 5 ( $m = 5$ ).

	D (m)	d (m)	y (m)	$\theta$	$\lambda$ (nm)
1ª medida	5,575	0,002	0,0090	0,0925	645,74
2ª medida	5,575	0,002	0,0091	0,0935	652,91
3ª medida	5,576	0,002	0,0089	0,0915	638,85
4ª medida	5,574	0,002	0,0090	0,0925	645,85
Valor médio	<b>5,575</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0090</b>	<b>0,0925</b>	<b>645,84</b>

Fonte: arquivo pessoal, 2014.

O valor do comprimento de onda informado no rótulo do laser é de 650 nm ( $n = 10^{-9}$ ). O valor médio do comprimento de onda considerando a tabela 1 e portanto  $m$

= 1 foi de 654,6 nm. Um desvio de apenas 4,6 nm em relação ao valor de referência, que corresponde à aproximadamente 0,71%. Os resultados obtidos a partir da tabela 2 e considerando  $m = 5$  forneceu um valor médio de 645,84 nm. Um desvio de apenas 4,2 nm, que equivale a 0,65%.

Para o experimento da difração por uma fenda circular, realizamos também quatro medidas, cada medida realizada por um estudante diferente.

Na tabela 3 mostramos os resultados obtidos no experimento da difração  $m=1$ .

**Tabela 3:** Medidas para o primeiro mínimo, primeiro anel escuro, de ordem 1 ( $m = 1$ ).

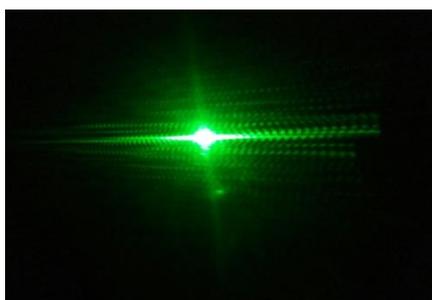
	<b>D (m)</b>	<b>d (m)</b>	<b>y (m)</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b><math>\lambda</math> (nm)</b>
<b>1ª medida</b>	5,575	0,002	0,0022	0,0226	646,92
<b>2ª medida</b>	5,575	0,002	0,0024	0,0247	705,72
<b>3ª medida</b>	5,576	0,002	0,0021	0,0216	617,40
<b>4ª medida</b>	5,574	0,002	0,0020	0,0206	588,21
<b>Valor médio</b>	<b>5,575</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0224</b>	<b>639,56</b>

Fonte: arquivo pessoal, 2014.

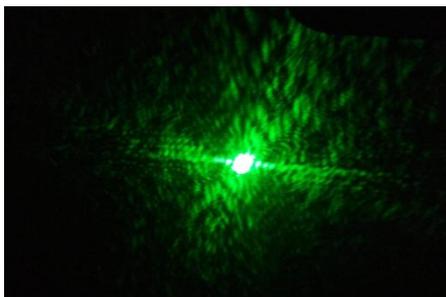
A partir da tabela 3, verificamos um valor médio de 639,56 nm para o comprimento de onda do laser. Comparando com o valor de referência de 650 nm, o desvio foi de 10,44 nm, correspondendo, portanto a apenas 1,6% do valor de referência.

Como justificativa pela escolha do relatório do grupo 1, abaixo apresentamos e interpretamos as figuras de difração, obtidas pelo os outros grupos de estudantes:

**Figura 10:** Experimento de Young



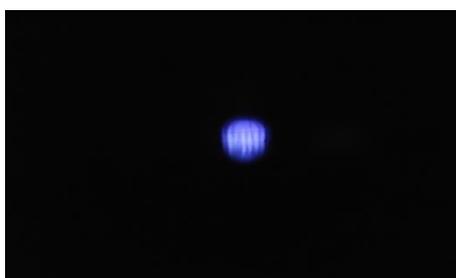
Fonte: arquivo pessoal, 2014.

**Figura 11:** Fenda circular- grupo 2

**Fonte:** arquivo pessoal, 2014.

**Figura 12:** Fenda circular- grupo 3

**Fonte:** arquivo pessoal, 2014.

**Figura 13:** Experimento de Young- grupo 4

**Fonte:** arquivo pessoal, 2014.

Analisando a figura 10, obtida pelo grupo 2, nota-se que a imagem ficou trêmula e, portanto não foi possível identificar claramente as franjas claras e escuras. Isto aconteceu devido porque algumas vezes o laser se movimentava em torno do suporte, provocando assim, uma distorção na imagem observada na figura 10.

Na figura 11, que também foi obtida pelo grupo 2, foi feito um furo em uma folha de papel ofício. A luz emitida pelo laser, além de passar pelo furo atravessa também o papel, justificando o espalhamento da imagem. Os valores medidos do comprimento de onda foram:  $\lambda = 738 \text{ nm}$  ( $m = 5$ ) e  $624 \text{ nm}$  para a difração pela fenda dupla e circular respectivamente. A medida do rótulo do laser era de  $532 \text{ nm}$ , um erro de 38% e 17% respectivamente. Na figura 14 é apresentado o material utilizado pelo grupo 2:

**Figura 14:** Material utilizado pelo grupo 2

**Fonte:** arquivo pessoal, 2014.

Na figura 12, obtida pelo grupo 3, os estudantes fizeram um furo em uma folha de papelão. A utilização da folha de papelão sobrepôs regiões de máximo e mínimo da figura de interferência, prejudicando a visualização nítida das interferências construtiva e destrutiva. Entretanto, neste caso, o valor da medida apresentou boa concordância com o rótulo do laser: 647 nm (medida) e 650 nm (rótulo). Na figura 15 é apresentado o material utilizado pelo grupo 3:

**Figura 15:** Material utilizado pelo grupo3.

**Fonte:** arquivo pessoal, 2014.

Na figura 13 percebe-se a falta de nitidez das franjas claras e escuras. Isto ocorreu devido à espessura da fenda utilizada ( $d = 5,7 \text{ cm}$ ), a medida do ângulo  $\theta = 5,3^\circ$  e a utilização de uma lanterna como fonte. Neste caso, o valor da medida do comprimento de onda foi de  $\lambda = 5,24 \text{ mm}$ ; um erro da ordem de grandeza de  $10^4$ . Na figura 16 é apresentado o material utilizado pelo grupo 4:

**Figura 16:** Material utilizado pelo grupo 4

Fonte: arquivo pessoal, 2014.

### Considerações finais

Para  $m = 1$ , o experimento de Young forneceu o valor médio de 654,70 nm para o comprimento de onda, um desvio de apenas 0,71% em relação ao valor de referência de 650 nm. Para  $m = 5$ , o valor obtido foi de 645,84 nm, com um desvio de apenas 0,65%.

O experimento de difração por uma fenda circular forneceu um valor médio de 639,56 nm para o comprimento de onda, um desvio de apenas 1,6% em relação ao valor de referência.

Concluimos que, mesmo realizando experimentos com materiais de baixo custo, é possível obter uma informação com uma precisão razoável no nível de escala da nanociência (fenômenos que ocorrem da ordem de  $10^{-9}\text{m}$ ).

O experimento de Young e o de difração reproduzidas na sala de aula promoveram uma participação ativa dos estudantes durante a construção da atividade prática e ajudou na compreensão da teoria relacionada ao comportamento da luz:

“Através da prática de Young, conseguimos interagir com as nossas próprias dúvidas sobre a dualidade onda-partícula da luz, chegando a conclusões mais reais que os meros números e fórmulas” (estudante 1).

“Foi de extrema importância a realização desse experimento, pois tornou concreto o que antes era abstrato, colaborando com a construção do nosso conhecimento” (estudante 2)

“Sendo uma disciplina bastante abstrata, a física moderna, é difícil de compreender apenas na teoria, porém se unir a prática e a teoria, tudo fica mais fácil, como nesse experimento, que sendo simples de efetuar foi possível um entendimento mais concreto e eficaz” (estudante 3).

Esperamos que a leitura desse relato de prática incentive professores e estudantes a construir experimentos de física para aprimorar os conceitos da óptica geométrica e o princípio de superposição de ondas. Pode-se ampliar o horizonte dos conhecimentos dos estudantes para o entendimento não somente das posições de alguns máximos e mínimos do padrão de interferência, mas conduzi-los a compreender e determinar as intensidades relativas dos máximos e mínimos em relação ao máximo central (vide: Grober et. al., 2014). Igualmente, este trabalho poderá ser expandido para a construção de atividades práticas que envolvam a formação de figuras de interferências originadas por meio de gotas esféricas de água ou tubos capilares (vide: Hou, Zhao, Xiao, 2012).

As dificuldades encontradas pelos grupos 2, 3 e 4 para a obtenção das figuras nítidas de interferência pode alertar o professor a evitar alguns procedimentos e materiais quando for replicar o experimento de difração com seus estudantes. Recomenda-se afixar bem o laser no suporte e não fazer o orifício em papelão ou folha de papel de ofício branca, na prática da fenda circular.

Por fim, em um trabalho ulterior, pretendemos discutir episódios históricos que elucidam as controvérsias entre a teoria corpuscular da luz e a ondulatória, levando o estudante a um entendimento de alguns aspectos da natureza da ciência como o caráter mutável e dinâmico da ciência, as influências sociais, políticas e econômicas que circunscrevem a ciência e a falibilidade dos cientistas.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, V.C; BREITSCHAFT, A. M. S; MENDONÇA, J. P.R, MOREIRA, L. M; MORAES, P. C. G. Uma visualização do princípio de Huygens-Fresnel na obtenção de um padrão de difração. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012.
- BORN, M.; WOLF, E. **Principles of Optics – Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light**. 7ª ed. expandida. Cambridge University Press, Cambridge, 1999. 936p.
- GROBER, S.; VETTER, M.ECKERT, B.; JODL, H. J. Diffraction and interference — a standard teaching topic using non-standard diffracting objects. **European Journal of Physics**, v. 35, n. 015003, p.1-12, 2014.
- HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. 8ª ed. Tradução e revisão técnica: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 438p.

- HOU, Z.; ZHAO; X.; XIAO, J. A simple double-source model for interference of capillaries. **European Journal of Physics**, v. 33, p.199-206, 2012.
- MARINHO, R.F; VAILANT, C. C. R; COSTACO, I. L.L; SILVA, L. P. V. **Medidas dos comprimentos de onda do espectro visível: uma proposta didática de baixo custo.** (2015) Disponível em: <http://www.ifg.edu.br/jatai/semlic/seer/index.php/anais/article/viewArticle/407>. Acesso em 27 ago. 2016.
- RIBEIRO; J. L. P.; VERDEAUX, M. F. S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.
- SILVA, B. V. C. Young fez, realmente, o experimento da fenda dupla? **Lat. Am. J. Phys. Educ**, v.3, n. 2, 2009.
- SILVA, L.F; ASSIS, A. A física moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2: p. 313-324, ago. 2012.
- SOUZA, L.A; DA SILVA, L; HUGUENIN, J. A.O; BALTHAZAR, W. F. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.

# Aprimorando o desempenho e a segurança das redes locais universitárias com a utilização das técnicas de VLAN

**Ciro Ferreira de Carvalho Júnior Correio**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO)  
(cirofcsr@ifto.edu.br)

**Kely Rejane Souza dos Anjos de Carvalho Correio**

Universidade Federal do Tocantins (UFT)  
(kelyrejanecarvalho@gmail.com)

**Resumo:** Este trabalho consiste em apresentar as características de uma rede de computadores de abrangência local (LAN), assim como também demonstrar o funcionamento de uma Rede Local Virtual – VLAN e mostrar até que ponto as VLANs podem melhorar ou não no desempenho e na segurança de uma rede local corporativa ou universitária. Foi realizado um levantamento bibliográfico para fundamentar e embasar o entendimento de redes locais (LAN) e redes locais virtuais (VLAN), tornando possível ao leitor entender melhor o conceito e funcionamento destas redes. Para a realização deste artigo foram utilizados dois switches da marca 3com com suporte ao protocolo VLAN e um computador, denominado Servidor com o Sistema Operacional – Debian. Ao final, os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que foram verificadas melhorias gerais de desempenho ao reduzir significativamente o domínio de broadcast, e também melhorias na segurança da informação ao segmentar logicamente os usuários por grupos ou funções, podendo inclusive criar regras de acesso para cada rede virtual entre si ou entre as redes virtuais e a Internet, por meio de um *firewall*.

**Palavras-chave:** VLAN; protocolo 802.1q; switch, rede local.

**Abstract:** This paper aims to present the characteristics of a local area network (LAN), as well as demonstrate the operation of a Virtual Local Area Network (VLAN) and show the extent to which VLANs can improve performance and security of a VLAN corporate or university local network. A bibliographic survey was carried out to support the understanding of local area networks (LAN) and local virtual networks (VLANs), making it possible for the reader to better understand the concept and functioning of these networks. To accomplish the objective of this article, it were used two switches of the mark 3com with support to VLAN protocol and a computer, denominated Server with the Operating System - Debian. Ultimately,, the results were satisfactory, since general performance improvements were verified by significantly reducing the broadcast domain, as well as improvements in information security by logically segmenting users by groups or functions, and might even create access rules for each virtual network to each other or between virtual networks and the Internet, through a firewall.

**Keywords:** VLAN; protocol 802.1q; switch, LAN.

## 1. INTRODUÇÃO

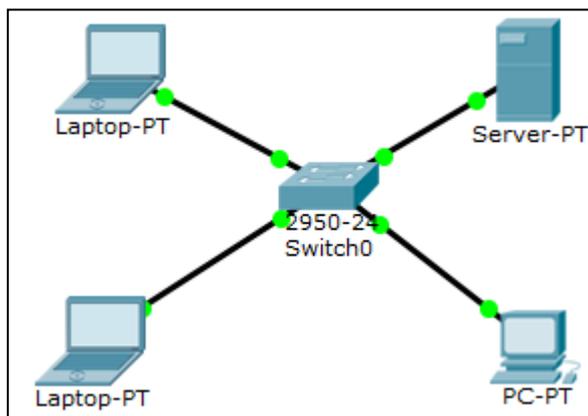
Para entender melhor o conceito de VLAN (Rede Local Virtual) é necessário entender alguns conceitos iniciais, como LAN (*Local Area Network*), e *broadcast*, que é quando uma mensagem emitida por um dispositivo no enlace pode ser recebida por todos os demais dispositivos em um segmento. Kurose e Ross (2006) afirmam que “o **enlace broadcast** pode ter vários nós remetentes e receptores,

todos conectados ao mesmo canal de transmissão único e compartilhado”. (KUROSE E ROSS, 2006, p. 337).

Uma LAN é uma rede de dados tolerante a falhas e de alta velocidade, que cobre uma área geográfica relativamente pequena. Tipicamente interconecta estações de trabalho, computadores pessoais, impressoras e outros dispositivos. As LANs trazem muitas vantagens aos usuários, incluindo acesso compartilhado de dispositivos e aplicações, troca de arquivos entre os usuários conectados, e a comunicação entre usuários por meio de correio eletrônico e outras aplicações. (Cisco Systems, 2012).

Como pode ser visto na Figura 1, a LAN é composta por todos os *hosts* (dispositivos) que estão conectados no mesmo segmento físico através de um comutador e que estão no mesmo domínio de *broadcast*, que é o segmento lógico onde todos os dispositivos possam se comunicar diretamente sem a necessidade de um roteador, e pode ser chamado também de enlace *broadcast*.

Figura 1: Exemplo de LAN



Fonte: próprio autor

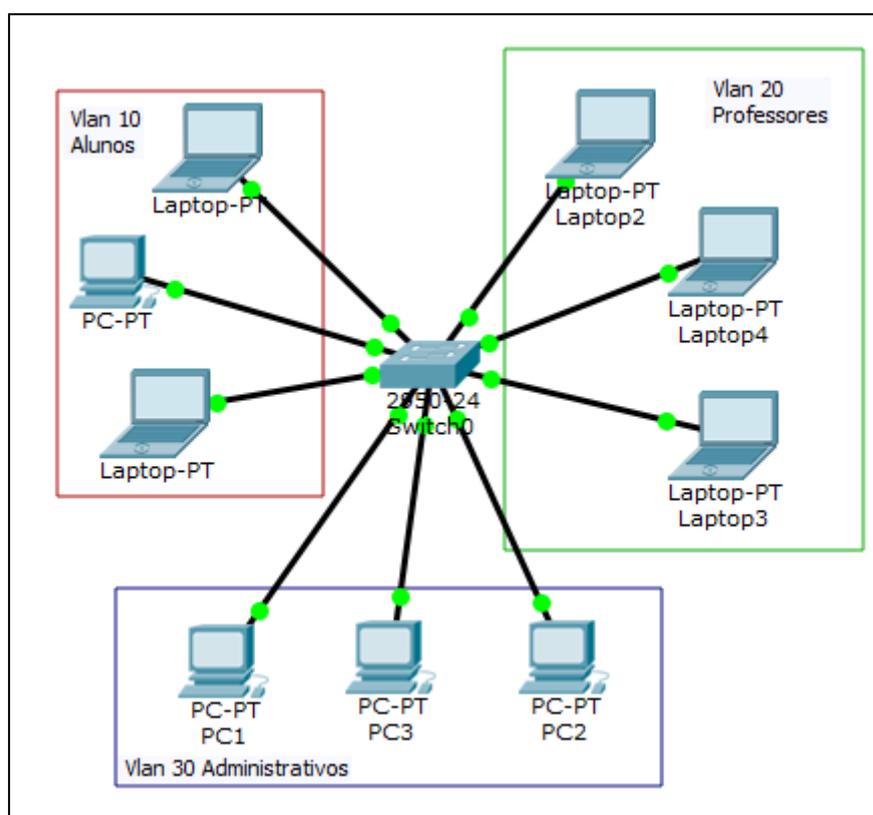
Em redes de computadores o *broadcast* é utilizado, por exemplo, para uma requisição DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol* - Protocolo de Configuração Dinâmica de *Host*) onde o dispositivo cliente envia esta requisição para todos os *hosts* na rede no intuito de descobrir quem é o servidor DHCP na rede. Outro fator relevante é que o *broadcast* normalmente não é transmitido além dos roteadores, já que os mesmos não encaminham tráfego deste tipo. Desse modo tal tráfego é limitado apenas à segmentação da rede local.

As redes locais são necessárias em qualquer empresa, residência ou escritório para o compartilhamento de recursos físicos e lógicos como Internet e

dados digitais em geral e impressoras de rede. Enquanto que a VLAN (*Virtual Local Area Network*), que é formada por várias LANs logicamente segmentadas, é normalmente utilizada em ambientes corporativos.

Podem-se destacar algumas vantagens das VLANs como a segmentação lógica da rede física, a segurança e a flexibilidade de administração da mesma. Observando a figura 2, tem-se o exemplo de uma VLAN básica. Percebe-se que os computadores estão na mesma infraestrutura física, mas segmentados de acordo com cada VLAN.

Figura 2: Exemplo básico de VLAN



Fonte: próprio autor

O conceito de rede local é de um ambiente confiável, em que não é preciso implementar um nível de segurança extremo, por ser considerado um ambiente em que todos os usuários são supostamente conhecidos. Mas a partir do momento em que as empresas ou instituições de ensino passaram a usar os recursos da rede em larga escala, tais como compartilhamento de dados, impressoras e internet, surgiu então a necessidade de uma segurança maior.

Em uma rede local a falta de segurança é evidente. Suponhamos que em uma instituição de ensino houvesse apenas uma LAN e os dados dos alunos

ficassem em um computador nesta rede local, como mostra a figura 1. Percebe-se que estes dados estão sujeitos à interceptação e, até mesmo, à alteração sem o consentimento da instituição.

Uma forma de resolver este problema é fazer uma segregação física e colocar os alunos em outra LAN, diferente da rede dos administrativos ou professores. Só que para isso é necessário ao menos um *switch*, *dispositivo concentrador*, ou um roteador, responsável por definir a melhor rota entre um dispositivo de origem e outro de destino, em cada rede local.

Nesse contexto surge a necessidade de usar VLAN. Uma vez que as redes podem ser segmentadas de forma lógica. Desse modo, pode haver uma melhoria da segurança e a redução da quantidade de equipamentos na rede, facilitando o gerenciamento das redes.

O objetivo principal deste artigo é mostrar uma melhora significativa de desempenho e segurança em redes corporativas com o uso de VLAN. Primeiramente, na seção 2, discute-se a fundamentação teórica. Em seguida, são abordados alguns aspectos relacionados aos protocolos IEEE 802.1q e *Inter-Switch Link* (ISL) da empresa Cisco Systems, ambos tratam sobre VTP (*VLAN Trunking Protocol*) e o cabeçalho ethernet II. Na seção 3, são descritas as metodologias utilizadas. Por sua vez, na seção 4 são apresentados os resultados em gráficos e tabelas para facilitar o entendimento. Por fim, na seção 5, são apresentadas as considerações finais e na seção 6, as referências.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma rede de computadores comutada é definida como a interligação de dois ou mais dispositivos entre si. Esta ligação pode ser com cabo ou com a ausência deste, que são as redes *wireless* ou sem fio. Pode-se ligar os computadores diretamente entre si ou por meio de um dispositivo concentrador.

Esta pesquisa tem como embasamento teórico a comparação entre os protocolos ISL (Cisco Systems) e 802.1q (IEEE). Na parte prática foi implementado um rede utilizando o protocolo 802.1q. Para que não fossem usados vários

roteadores, foi criado um *trunk* (tronco) onde os dados de todas as VLANs trafegam. Economizando, assim, tanto portas dos switches como dispositivos roteadores.

Já a base prática desta pesquisa foi uma configuração de dois *switches* com três VLANs diferentes e um servidor, com a distribuição Linux Debian, onde foram configurados os serviços de DNS, DHCP, *proxy*, *firewall* e roteamento entre as redes virtuais. Essas rotas também poderiam ser configuradas diretamente nos próprios *switches*. Mas foram configurados no servidor para que as regras do *firewall* tivessem efeito e assim uma melhor segurança e controle do que trafega entre as redes.

Dentre os vários protocolos citados nas literaturas para configurar VLAN, foram escolhidos dois para detalhamento (ISL e 802.1q) e um deles, o protocolo 802.1q, foi utilizado a configuração prática.

Segundo Birkner (2003), anteriormente, os comutadores Cisco utilizavam apenas um método patenteado chamado *Link* entre Comutadores (ISL). Na prática isto significava que o emprego de VLAN era patenteado. Além disso, a inclusão do "ID VLAN" no cabeçalho pode resultar em um quadro "gigante", que o Ethernet interpreta como um erro. (BIRKNER, 2003, P. 62).

A problemática maior é que em uma rede de grande porte, a empresa que fosse implementar as técnicas de VLAN em seus equipamentos ficariam reféns de uma marca em específico. Ou seja, se a empresa possuir comutadores da marca Cisco a mesma não poderia agregar à sua rede comutadores da marca 3Com, TP-Link ou Intelbras dentre outras.

Com o advento do protocolo de arquitetura aberta para redes locais virtuais este problema foi sanado. Uma vez que este protocolo possui um padrão aberto em que as diversas empresas podem implementar o mesmo protocolo, tornando-as interoperáveis entre si.

Birkner (2003) afirma ainda que, hoje, felizmente, cada vez mais fabricantes, inclusive a Cisco, estão implementando o padrão 802.1Q. O ISL é um superconjunto de funcionalidades 802.1Q. A solução é que, se precisar de interoperabilidade VLAN entre vários fabricantes, você deve tratar de implementar o 802.1Q em sua rede. (BIRKNER, 2003, P. 62).

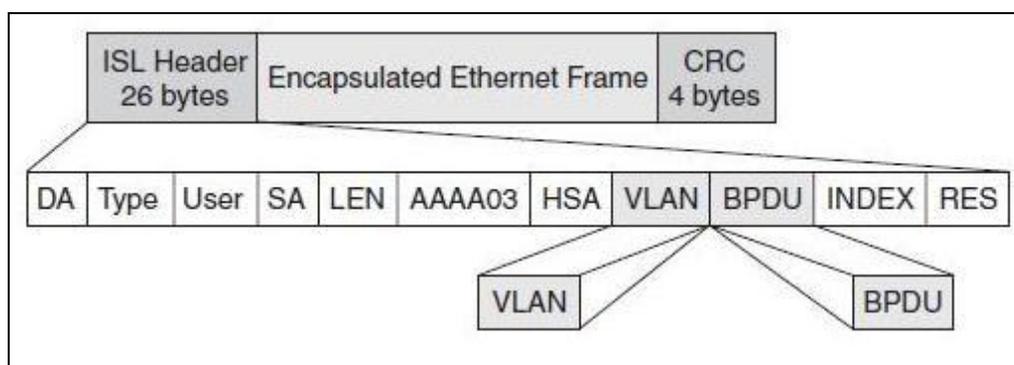
Esta funcionalidade permite o administrador da rede configurar as portas do comutador (*switch*) de forma individual, definindo os tipos de acordo com a

necessidade. Os tipos podem ser definidos como “porta de acesso” (*access port*), onde são ligados os dispositivos finais, como *notebooks*, computadores e impressoras, e a “porta tronco” (*trunk port*) que é utilizada para interligação entre os dispositivos comutadores e podem ser utilizadas para ligação dos comutadores com os roteadores.

## 2.1 O protocolo ISL – Inter-Switch Link

O protocolo *Inter-Switch Link* - ISL é um protocolo proprietário da Empresa Cisco. Ele é usado para manter uma ligação entre *switches* ou entre *switch* e roteador. A desvantagem imediata desse protocolo é porque ele é suportado apenas em *switches* da marca *Cisco*, o que obriga a empresa que adota o protocolo, de forma automática, a adotar a marca *Cisco* para toda a infraestrutura que for utilizar VLAN. Esse protocolo também modifica o cabeçalho *ethernet*.

**Figura 3:** Cabeçalho ISL



Fonte: Cisco.com

O ISL encapsula todo o quadro ethernet e adiciona um novo cabeçalho com 26 bytes, o que o torna consideravelmente mais pesado, uma vez que o tamanho aumenta até 26 bytes em cada quadro em relação ao cabeçalho *ethernet* original. O tamanho do cabeçalho encapsulado com ISL pode variar de 94 bytes até 1548 bytes, considerando estes dados, o aumento no tamanho vai de 1,7% até 27,7% em cada quadro apenas na camada dois do modelo OSI. Atualmente até mesmo a empresa *Cisco* já está com suporte ao protocolo padrão 802.1q da IEEE para seus *switches*.

## 2.2 O protocolo IEEE 802.1q

O protocolo 802.1q foi criado pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos – IEEE e é mantido hoje como o protocolo padrão para a marcação de quadros *ethernet* e segmentação das redes em VLAN. Tem-se como vantagem imediata ser um padrão aberto, ou seja, qualquer empresa pode padronizar em seus equipamentos o suporte a VLAN com este protocolo.

Figura 4: **Modelo OSI**

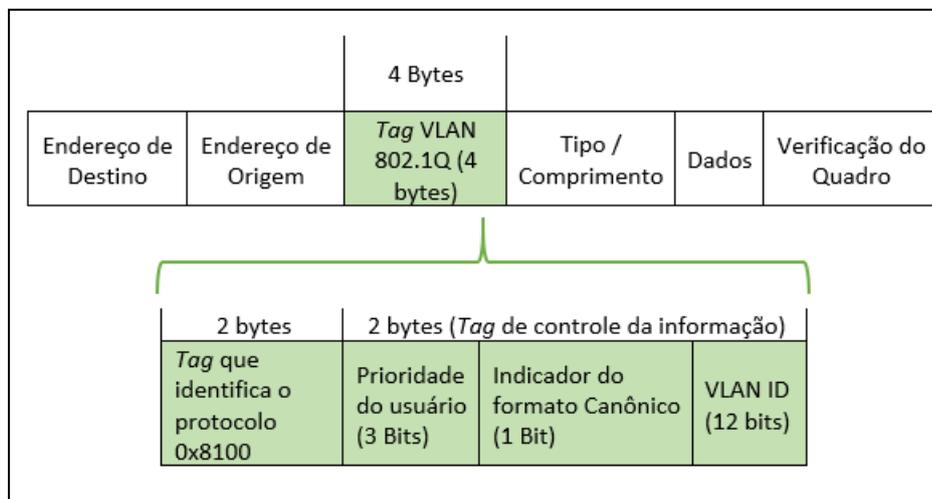


Fonte: próprio autor.

Para ter noção do que estamos falando veja onde fica localizada esta marcação, em relação ao modelo OSI (*Open System Interconnection*), como mostra a figura 4, que é dividido em sete camadas. Como afirma Júnior et. al (2017) “cada camada possui uma função específica para uma efetiva comunicação entre dois dispositivos” (JÚNIOR et. al, 2017, p. 3). O quadro *ethernet* está localizado na camada de enlace e quando o tipo do quadro (opção *Type/Len*) for igual a “0x8100” significa que este quadro está marcado com a *tag* de VLAN, ou seja, será um quadro do tipo VLAN, ver figura 5. Sendo assim será inserida a marcação com o cabeçalho de VLAN.

O protocolo da Cisco, *Inter-Switch Link - ISL*, é uma opção ao padrão IEEE 802.1q. A principal vantagem deste em relação àquele é o fato de não encapsular o cabeçalho, mas fazer a marcação (*tag*) interna no quadro, conforme apresentado na figura 5. Isso significa que quadros identificados também podem ser enviados através de ligações *ethernet* padrão.

Figura 5: Estrutura do cabeçalho ethernet com marcação IEEE 802.1q



Fonte: próprio autor (adaptado do padrão IEEE 802.1Q, p. 1269).

O padrão 802.1q também é suportado em dispositivos da Cisco, que está lançando seus novos *switches* com suporte apenas ao protocolo da IEEE, ver figura 6. O protocolo 802.1q insere 4 *bytes* no cabeçalho *ethernet* e recalcula o “*frame check*” do cabeçalho original. Dos quatro *bytes* que são inseridos, dois deles (16 *bits*) são para identificar o protocolo, exemplo 0x8100, 0x9100 ou 0x9200. Os outros dois *bytes* são divididos da seguinte forma: três bits para indicar o nível de prioridade, que vai de zero a sete. Um *bit* indica se o formato é “*Canonical*” (0 = *canonical* MAC e 1 = *non-canonical* MAC) e os outros doze *bits* são usados para o identificador único da VLAN (VLAN ID) que é representado por um número inteiro que vai de 0 a 4095, assim sendo são 4096 possibilidades de VLANs únicas. (IEEE, 2011)

Figura 6: Modelos de switch da Cisco que suportam *trunking*

See this table for the current list of switch models that support trunking:

Switch Models	Minimum Cisco IOS Software Release Necessary for ISL Trunking	Minimum Cisco IOS Software Release Necessary for 802.1Q Trunking	Current Cisco IOS Software Release Necessary for Trunking (ISL/802.1Q )
WS-C3548-XL	Cisco IOS Software Release 12.0(5)XP, Enterprise Edition	Cisco IOS Software Release 12.0(5)XP, Enterprise Edition	Cisco IOS Software Release 12.0(5)WC(1) or later
WS-C3524-PWR-XL WS-C3524-PWR-XL	Cisco IOS Software Release 12.0(5)XU	Cisco IOS Software Release 12.0(5)XU	Cisco IOS Software Release 12.0(5)WC(1) or later
WS-C2940-8TF-S WS-C2940-8TT-S	No support for ISL	Cisco IOS Software Release 12.1(13)AY	Cisco IOS Software Release 12.1(13)AY or later for 802.1Q No support for ISL
WS-C2950-12 WS-C2950-24 WS-C2950C-24 WS-C2950T-24 WS-C2955T-12 WS-C2955C-12 WS-C2955S-12	No support for ISL	Cisco IOS Software Release 12.0(5)WC(1)	Cisco IOS Software Release 12.0(5)WC(1) or later for 802.1Q No support for ISL
WS-C2970G-24T-E	Cisco IOS Software Release 12.1(11)AX	Cisco IOS Software Release 12.1(11)AX	Cisco IOS Software Release 12.1(11)AX or later

Fonte: cisco.com

Fonte: cisco.com

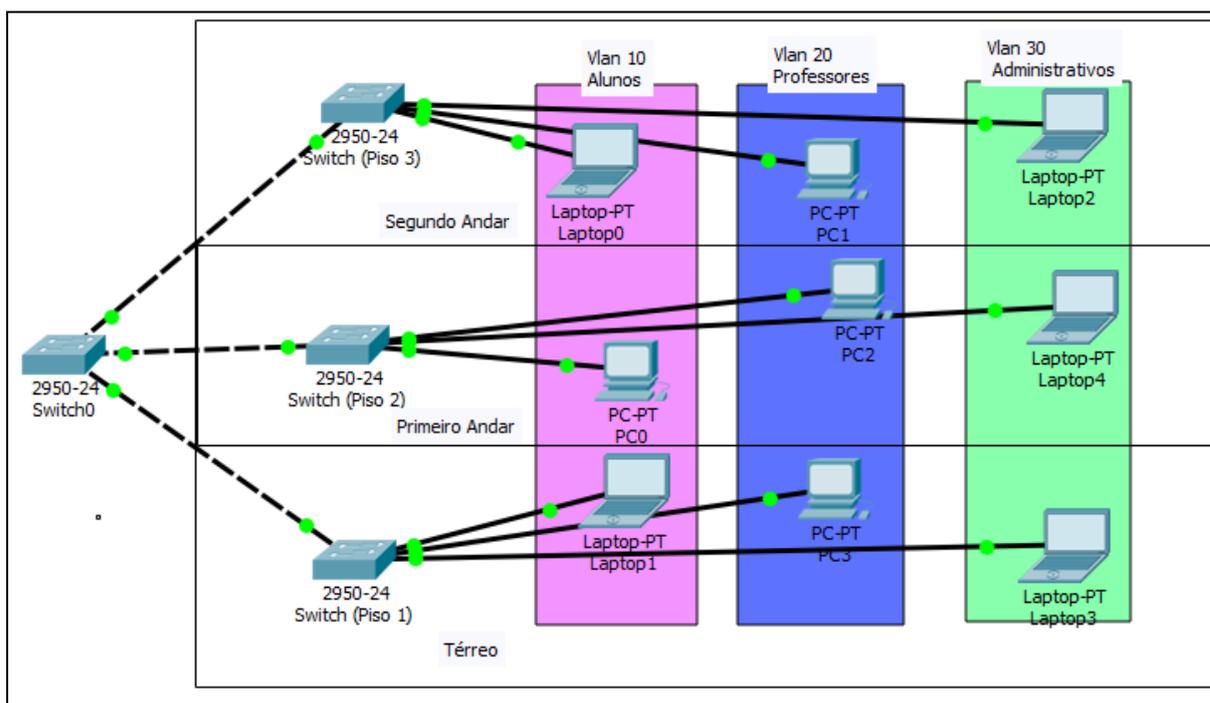
### 2.2.1 Tipos de Porta

Conforme IEEE (2011) são definidos dois principais tipos de portas nos *switches* para a efetivação da comunicação entre dois hosts. A porta *access*: porta comum que liga um dispositivo ao comutador (*switch*). É uma porta que tem tráfego comum sem a necessidade de marcação do quadro. O outro tipo é a porta *trunk* (tronco), que tem a função de enviar e receber quadros identificados em todas as VLANs, exceto na VLAN nativa. Ela é usada para ligar um *switch* ao outro ou o *switch* ao roteador. Por essa porta, há o tráfego de todas as “*tagged VLANs*”, ou seja, todas as VLANs que estiverem associadas a este tronco com uma marcação. Este tronco lógico é composto por todas as portas *trunk* de todos os *switches* que estiverem interligados.

### 2.3 VLAN Trunking

O padrão 802.1q especifica encapsulamento para multiplexação de VLAN em um único link e os quadros podem ser identificados ou não. Na figura 7, observamos um *trunk* entre várias VLANs. Neste exemplo, pode-se perceber que dispositivos em que estão localizados desde o primeiro piso até o terceiro piso podem se comunicar normalmente entre si, desde que estejam na mesma VLAN. Do contrário, só poderiam se comunicar se houvesse uma regra de roteamento entre as VLANs diretamente nos *switches* ou com uma configuração no *firewall* para este fim. Apesar de estes dispositivos estarem conectados fisicamente no mesmo concentrador, estes *hosts* estão segmentados em “VLAN ID” diferentes e cada uma delas identifica uma rede em que os dispositivos, por padrão, só se “falam” entre si.

Figura 7: Exemplo de “trunk” entre redes virtuais



Fonte: Próprio Autor

Se um host quer se comunicar com o outro em uma VLAN distinta, sem a configuração de *trunk* e com as redes virtuais no mesmo *switch*, deve-se usar a função de roteador no switch para rotear os pacotes de uma rede (VLAN 10) para a outra (VLAN 20) como mostra a figura 2. Do contrário, seria necessário que ligasse um cabo fisicamente de uma interface que está na VLAN 10 para uma interface que

se encontra na VLAN 20, para que dispositivos de ambas as VLANs pudessem se comunicar.

Diante do exposto, os *hosts* se comunicariam e o tráfego *broadcast* das duas redes seria compartilhado. Mas para o caso de haver várias redes virtuais e vários concentradores, esta solução ficaria inviável, porque para cada rede virtual que fosse se comunicar com outra, seriam necessárias duas interfaces: uma em cada *switch* e um cabo interligando as duas redes.

Como solução intermediária, poderia ser instalado apenas um *switch* para interligar as duas sub-redes. E, caso a configuração da VLAN abrangesse faixa de endereço IP (*Internet Protocol*) diferente, os computadores compartilhariam o mesmo domínio broadcast, mesmo assim não se comunicariam. Seriam necessários roteadores entre os *switches*, o que aumenta o custo-benefício.

A solução definitiva, para resolver os problemas elencados acima, foi criar um modo de comunicação com *hosts* de VLANs distintas de forma lógica. Surge então a necessidade de simular também estes cabos que ligam todas as redes. Para resolver isto, utiliza-se um *trunk* entre os *switches* para a comunicação, como pode ser observado na figura 7.

Na figura 7, observamos um dispositivo “PC2” que está no “andar 2” e associado à “VLAN 20” se comunica com o dispositivo “PC1” do andar 3 da mesma VLAN. Sabe-se que ambos estão conectados em uma porta *access* (porta de acesso ou porta comum) de *switches* diferentes, mas ambos pertencem a mesma VLAN, o que faz com que a comunicação aconteça.

## 2.4 A configuração prática

Esta configuração se dá em um ambiente em que há uma possibilidade frequente de haver grande quantidade de *hosts* conectados nessa mesma rede. E os *hosts* produzem tráfego de vários tipos, como tráfego de voz, vídeo ou dados.

Nessa rede também há vários tipos de usuários com funções distintas. Como ela é uma rede corporativa universitária, possui usuários do tipo: alunos, professores, administrativos, e usuários ainda mais críticos em relação à segurança, como setor de gestão de pessoas, contabilidade e o gabinete da administração geral. Surge a necessidade de segmentar as redes em VLAN pelo fato de ser mais

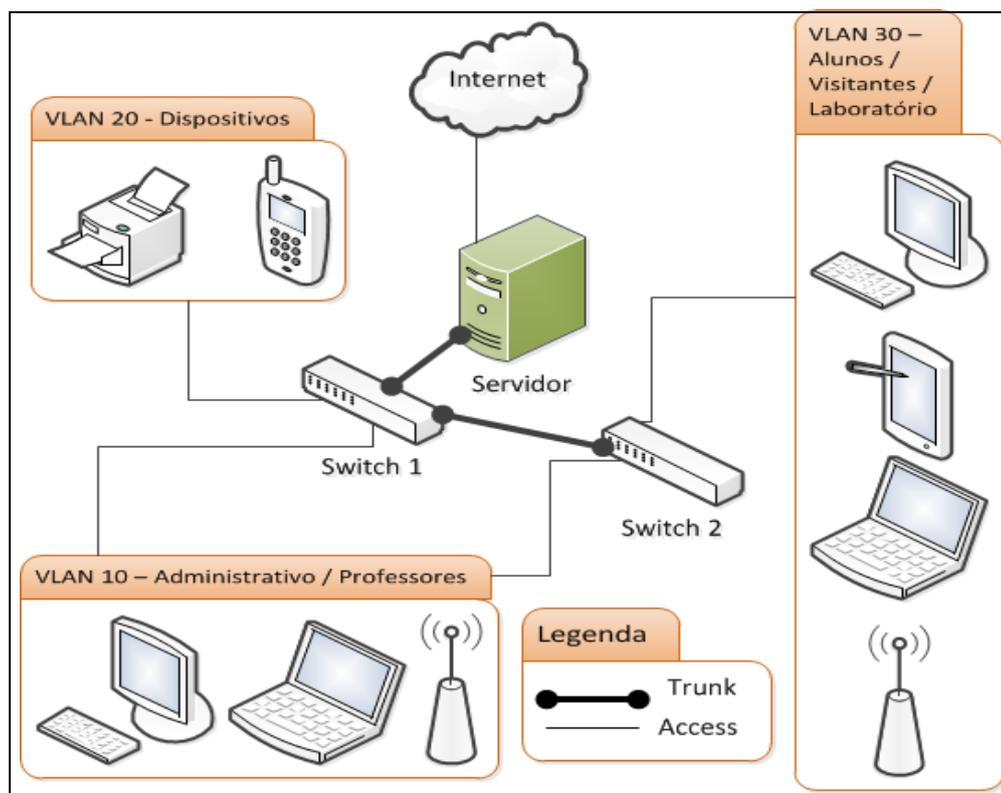
seguro e de alocar cada tipo de dispositivo em uma rede com usuário que tenha interesses afins.

A rede antes de ser configurada VLAN, onde todos os computadores compartilham o mesmo domínio de *broadcast*, está representada na figura 1. Enquanto que a rede com VLAN pode ser representada nas Figuras 2 e 7. Com as redes virtuais, cada equipamento só se comunica com os demais que estão associados à mesma VLAN por padrão ou com outras redes virtuais ao utilizar as devidas configurações. Nesta configuração usa-se também um servidor Linux com vários serviços configurados: DNS, DHCP, Firewall e Proxy.

### 3. METODOLOGIA

O método desta pesquisa consta da utilização de uma topologia de rede com algumas VLANs. Os testes foram executados no mês de março de 2013. Com uma estação de trabalho, duas redes virtuais, dois switches e um tronco entre ambos. Utilizou-se também um servidor de rede, com sistema operacional Linux, configurado os serviços de DNS, DHCP, Roteamento, Firewall e Proxy.

Foram utilizadas também as ferramentas Wireshark e LibreOffice Calc. A primeira para capturar o tráfego da rede em tempo real e organizá-lo por protocolos assim como salvar estes dados em formato CSV (*comma-separated values* ou valores separados por vírgula). Já a segunda foi utilizada para segmentar os dados em colunas e para remover os valores duplicados na coluna "IP de origem", para descobrir quantos computadores participaram desse teste e também para tabular os dados. Foram feitas cinco capturas de dados: três delas usando a estação de trabalho e duas delas direto no servidor.

**Figura 9:** Topologia da Rede com VLAN

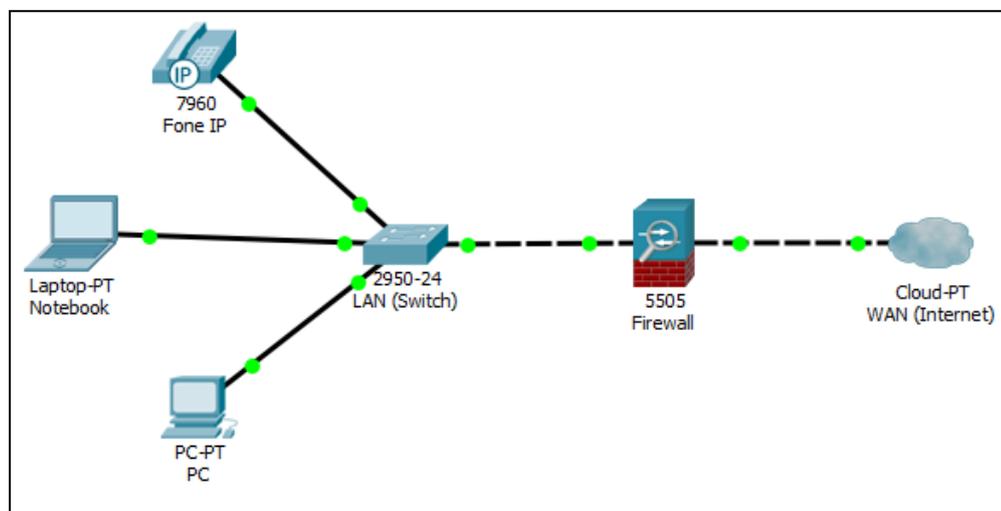
**Fonte:** próprio autor

Para desenhar a topologia da rede foram usadas as ferramentas Microsoft Visio e Cisco Packet Tracer Student. Os *switches* são da marca 3Com, modelo “3Com Switch 5500G-EI 48-Port”, configurados via interface web. No computador “Servidor” foram instalados o Sistema Operacional Linux Debian e os serviços de DNS, respondendo consultas nas redes virtuais, e DHCP para distribuir a configuração automática em todas as redes virtuais locais. Também configurado o roteamento e o encaminhamento de pacotes entre as redes. Um *proxy* para filtrar os acessos à internet e o firewall, peça fundamental para a segurança desta topologia e que pode ser visto na Figura 10.

Para Tanenbaum (2003), os *firewalls* são apenas uma adaptação moderna de uma antiga forma de segurança medieval: cavar um fosso profundo em torno do castelo. Este recurso forçava todos aqueles que quisessem entrar ou sair do castelo a passar por uma ponte levadiça, onde poderiam ser revistados por guardas. Nas redes é possível usar o mesmo artifício: uma empresa pode ter muitas LANs conectadas de forma arbitrária, mas todo o tráfego de saída ou entrada da empresa

é feito através de uma ponte levadiça eletrônica (*firewall*). (TANENBAUM, 2003, p. 825).

Figura 10: Topologia da Rede com *Firewall*



Fonte: próprio autor.

É no firewall, Figura 10, onde foram configuradas as rotas e as regras de acesso entre as redes. Por exemplo, a regra que diz que a rede dos “Alunos” acessa apenas a internet, mas não dá acesso aos compartilhamentos da rede “Administrativo”.

Recomenda-se que os dispositivos como impressoras e telefones IP fiquem em uma VLAN separada. Pois uma ligação de voz sobre IP pode ser interceptada facilmente usando um *sniffer* (analisador de rede, como o *Wireshark*) e decodificada em tempo real, ou gravar para possível utilização maliciosa. O acesso a estes dispositivos é liberado ou bloqueado por meio de regras no *firewall*.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados serão exibidos em forma de gráficos e tabelas para facilitar o entendimento. Este trabalho relata sobre melhoria da rede em desempenho e segurança, e apresenta a segmentação da rede como uma possível solução que poderia ser realizada por equipamentos físicos, como roteador, switch dentre outros. Mas como foco principal, esta segmentação foi disposta de forma lógica com redes virtuais locais.

As tabelas 1 e 2, mostram que foram feitas cinco capturas de pacotes na rede. (duas no servidor e três no cliente). Foram realizadas as capturas em dois modos de configuração: utilizando uma LAN (Tabela 2) e posteriormente em uma VLAN (Tabela 1).

**Tabela 1:** Quantidade de pacotes capturados na rede com VLAN

#	Local da Captura	Máquinas	Tempo (minutos)	Total pacotes	Destinado ao Computador
1	Servidor	16	2	38.393	0 (0%)
2	Cliente	11	2	11.762	7.740 (66%)

**Fonte:** próprio autor.

A tabela 2 representa as capturas de dados realizadas no servidor e no cliente, ambas na VLAN “Alunos” e com duração de dois minutos. Deve-se atentar que a quantidade de pacotes capturados no computador cliente foi de 11.762 pacotes e, neste momento haviam 11 dispositivos na rede. Já no momento em que foi feito a captura por diretamente no servidor, haviam 16 máquinas na rede e foram capturados 38.393 pacotes, sendo que estes pacotes não possuíam como destino final o próprio Servidor, mas sim outros computadores na rede.

**Tabela 2:** Quantidade de pacotes capturados na rede sem VLAN

#	Local da Captura	Máquinas	Tempo (min)	Total pacotes	Destinado ao Computador
3	Cliente (Stand by)	184	3	10.650	82 (1%)
4	Servidor	400	2	427.870	0 (0%)
5	Cliente	103	4	12.174	2.143 (18%)

**Fonte:** próprio autor.

Na tabela 2 percebemos algo similar à tabela 1. Mas como não havia uma segmentação por VLAN, o item 4 (quatro) demonstra que, no momento em que a captura foi efetuada a partir do servidor, haviam 400 máquinas na rede interagindo com o mesmo e foram 427.870 pacotes capturados. Já os itens 3 e 5 representam capturas feitas nos computadores clientes onde haviam 184 e 103 máquinas, respectivamente, que capturaram 10.650 e 12.174 pacotes respectivamente.

**Tabela 3:** Quantidade de pacotes em porcentagem de *broadcast*

#	Broadcast	%	ARP	%	255.255.255.255	%	Total	%
1	15	0,04%	115	0,30%	2	0,01%	132	0,34%
2	92	0,78%	83	0,71%	2	0,02%	177	1,50%
3	2.596	24,38%	6.062	56,92%	344	3,23%	9.002	84,53%
4	1.842	0,43%	5.326	1,24%	212	0,05%	7.380	1,72%
5	1.490	12,24%	5.934	48,74%	257	2,11%	7.681	63,09%

**Fonte:** próprio autor.

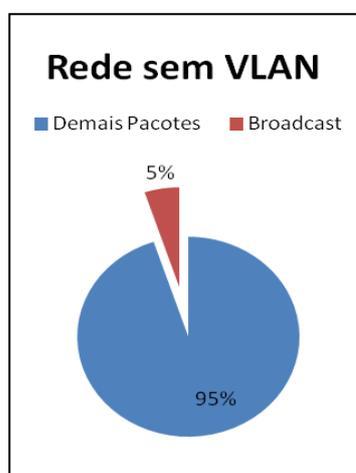
Na tabela 3 são apresentados os pacotes que foram destinados ao domínio de *broadcast* da rede. O domínio de *broadcast* da rede é representado pelo endereço IP 10.0.255.255 e o endereço da rede é 10.0.0.0/16. São apresentados também os pacotes do protocolo ARP (*Address Resolution Protocol* - Protocolo de Resolução de Endereço) e os pacotes destinados para o IP 255.255.255.255 (*broadcast* geral).

A tabela 3 complementa as tabelas 1 e 2 e representa a quantidade de pacotes de *broadcast* em cada um dos itens relacionados nas tabelas 1 e 2. Nos itens 1 e 2 da tabela 3, vemos que totalizaram 132 e 177 pacotes de *broadcast* respectivamente, ou seja, pacotes que chegam sem ser solicitados por essas máquinas. Já nos itens de 3 a 5 da tabela 3, onde não há segmentação por VLAN, eles chegam, em média, a mais de sete mil pacotes em cada computador. Esses pacotes são enviados a todos os computadores do segmento físico, independente

de pertencerem a mesma faixa de rede. Isto posto, percebemos que quando a quantidade de *hosts* na rede aumenta, a quantidade de pacotes de *broadcast* tem aumento exponencial. Prejudicando assim o desempenho.

No gráfico 1, observa-se que em uma rede sem VLAN a quantidade de broadcast é de 5% (24.063 pacotes) do total de pacotes que chegam na máquina. Parece pouco quando se fala em porcentagem, mas isso é o total de pacotes que chega em cada dispositivo da rede e gera em cada máquina mais de 24 mil interrupções, que são tratadas uma a uma e pode acarretar na redução do desempenho do dispositivo.

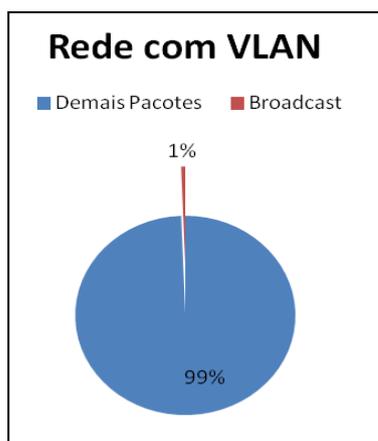
**Gráfico 1:** Rede sem utilizar VLAN



**Fonte:** próprio autor.

Em linhas gerais, percebe-se que quanto menor a quantidade de *hosts* em uma rede local, menor serão as colisões (caso utilize um *hub*), e menor ainda será a quantidade de pacotes não solicitados, mas que serão tratados por cada máquina.

No gráfico 2, percebe-se que apenas 1% (309 pacotes) é direcionado a todas as máquinas na rede. Assim, cada máquina gera menos interrupções e trata menos pacotes que não são direcionados diretamente a essa máquina. Isso melhora a rede em performance e os dados podem ser transferidos com uma menor quantidade de interrupções possíveis. Para o usuário "leigo", isso se traduz em maior velocidade de *download* ou da Internet.

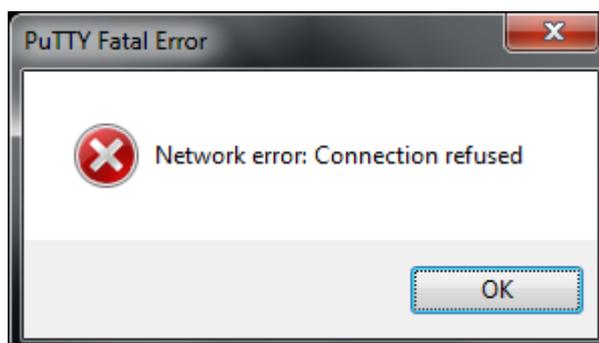
**Gráfico 2:** Rede que utiliza VLAN

Fonte: próprio autor.

Cada pacote que chega à placa de rede gera uma interrupção e o mesmo deverá ser tratado pelo sistema operacional, mesmo que o pacote não seja destinado ao computador. Ou seja, o computador para de trabalhar para tratar o pacote. Quanto mais máquinas na rede, maior será o número de pacotes de *broadcast*, e quanto mais pacotes, mais interrupções, quanto mais interrupções, menor desempenho a rede terá.

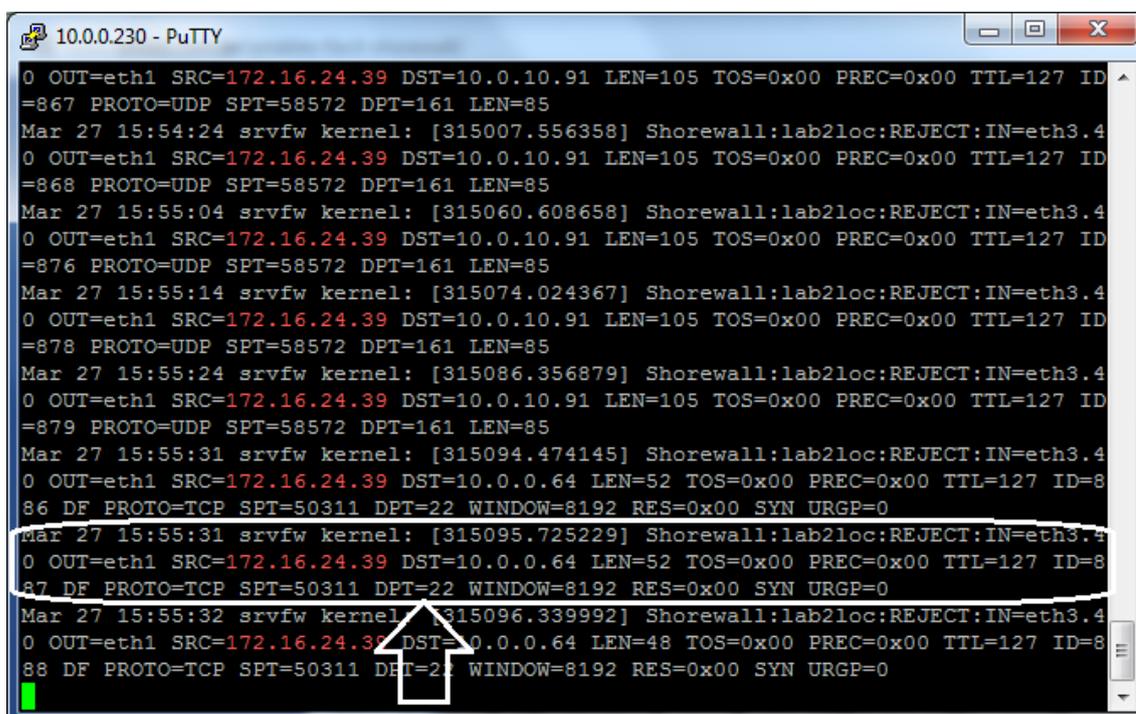
Ao observar as tabelas 1 e 2, percebe-se que quanto menor a rede (menos dispositivos por segmento), menor será a quantidade de interrupções. Assim percebemos a ideia central da VLAN: segmentar a rede para melhorar o desempenho e a segurança.

Com base na topologia da rede apresentada na figura 9, percebe-se que há apenas um servidor. Neste servidor estão configurados os vários serviços citados. Um destes serviços é o de firewall, que complementarmente a segurança entre as redes. Por padrão os *hosts* das redes virtuais diferentes não comunicam entre si. Mas como todas as VLANs da topologia da figura 9 estão interligadas através do servidor, então será nele onde as regras de segurança serão implementadas.

**Figura 11:** Erro, conexão recusada pelo firewall na porta 22, visão do Cliente

Fonte: próprio autor.

O roteamento entre as redes virtuais está habilitado, assim uma rede pode comunicar-se com a outra, inclusive acessar a Internet. Para demonstrar uma das regras do firewall funcionando, foi bloqueado o acesso via SSH (*Secure Shell*), que faz o acesso remoto ao terminal de servidores e dispositivos. A figura 11 mostra a visão do cliente, localizado na rede “Laboratório”, denominada “lab”, que tenta acessar um servidor na rede local, denominada “loc” por meio da ferramenta PuTTY. Já a figura 12 mostra a visão por parte do servidor, apresentando o log (registro de eventos relevantes) do firewall.

**Figura 12:** Erro, conexão recusada pelo firewall, visão do Servidor

Fonte: próprio autor.

A figura 12 mostra a porta 22, que é a porta padrão referente ao protocolo SSH, bloqueada para os *hosts* da VLAN 'lab' em direção à VLAN 'loc' [lab2loc:REJECT]. Assim o servidor rejeita toda solicitação que vier da rede 'lab' para a rede 'loc', se a porta de destino for igual a 22.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que o uso das técnicas de VLAN em redes universitárias ou corporativas pode impactar significativamente em uma melhoria de desempenho e de segurança em uma infraestrutura de rede de computadores. Com a segmentação da rede, problemas como infecção por vírus em um dispositivo podem ficar restritos apenas a uma parte da rede (VLAN), deixando todas as outras redes virtuais funcionando plenamente. Por exemplo, a rede "Alunos" e a Rede "Financeiro". O mesmo vale para problemas de *loop* e ataques de negação de serviço. Já com as regras de *firewall*, como bloqueios e filtros, podem ser permitidos somente tráfegos autorizados de uma rede virtual para outra. Pode-se também limitar o que cada rede virtual acessa na Internet, como serviços ou portas. Outro motivo para usar as redes virtuais em detrimento as redes tradicionais é a economia em quantidade de equipamentos e uma melhora do gerenciamento da rede, uma vez que serão menos equipamentos para comprar e gerenciar. Tem-se como vantagem, se comparando a utilização de VLAN em detrimento da rede tradicional, que praticamente toda a estrutura ficará com uma administração centralizada. Nota-se também que o nível de capacitação do pessoal técnico necessariamente deverá ser maior para se ter uma estrutura de redes virtual em pleno funcionamento e com qualidade ao utilizar as técnicas de VLAN definidas no protocolo 802.1q.

## REFERÊNCIAS

BIRKNER, Matthew H. **Projeto de Interconexão de Redes – Cisco Internetwork Design – CID**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.

KUROSE, James F., ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 3. Ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

- SYSTEMS, Cisco. **Internetworking Technology Handbook**. Disponível em: < [http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetworking\\_Technology\\_Handbook](http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetworking_Technology_Handbook)>. Acesso em: 22 dez. 2012.
- SYSTEMS, Cisco. **Virtual LANs/VLAN Trunking Protocol (VLANs/VTP)**. Disponível em: < [http://www.cisco.com/en/US/tech/tk389/tk689/technologies\\_configuration\\_example09186a008009441a.shtml](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk389/tk689/technologies_configuration_example09186a008009441a.shtml)>. Acesso em: 15 fev. 2013.
- IEEE, Computer Society. **IEEE Std 802.1Q: Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridge Local Area Networks**. New York: IEEE Standards, 2011. 1375p.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- JUNIOR, Ciro F. C.; ARRAIS, Ciro M. C.; CARVALHO, Kely R. S. A.; RIBEIRO, Antônio J. M. **A evolução da internet: uma visão geral**. JICE: Jornada de Iniciação Científica e Extensão, 2017.