A photograph of an astronaut in a white spacesuit working on the exterior of a large, cylindrical space station module. The module is covered in silver thermal insulation and has various antennas and equipment attached. The astronaut is positioned on the right side of the frame, reaching towards the module. The background shows the Earth's blue and white clouds from space. The text is overlaid on the right side of the image.

Entre caminhos:
**reflexões
sobre
educação,
arte,
ciência e
tecnologia**

**Organizadores
Rubens Pantano Filho
Kelly Cristina de Oliveira
José Erick Souza Lima
Gabriele Franco**

***Entre caminhos:
reflexões sobre educação, arte, ciência e
tecnologia***

Organizadores

*Rubens Pantano Filho
Kelly Cristina de Oliveira
José Erick Souza Lima
Gabriele Franco*

2023

© 2023, FoxTablet

Título: Entre caminhos: reflexões sobre educação, arte, ciência e tecnologia

Autores: vários

Organizadores: Rubens Pantano Filho, Kelly Cristina de Oliveira, José Erick Souza Lima e Gabriele Franco

Revisão de texto: Gabriele Franco e Kelly Cristina de Oliveira

Coordenação editorial: Rubens Pantano Filho

Imagem da capa: Askeuhd. **Astronauts Musgrave and Hoffman during servicing of HST.** 1993. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS061-98-050_-_Astronauts_Musgrave_and_Hoffman_during_servicing_of_HST_\(Retouched\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS061-98-050_-_Astronauts_Musgrave_and_Hoffman_during_servicing_of_HST_(Retouched).jpg). Acesso em: 2 out. 2023.

Arte da capa: Ademilson Francisco Couto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E61	Entre caminhos [livro eletrônico]: reflexões sobre educação, arte, ciência e tecnologia / Organizadores: Rubens Pantano Filho... [et al] - Salto, SP: FoxTablet, 2023. 198 p.: il. Formato PDF Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN: 978-85-66799-67-5 1. Educação – Pesquisa - Brasil. 2. Prática de ensino. I. Pantano Filho, Rubens. II. Oliveira, Kelly Cristina de. III. Lima, José Erick Souza. IV. Franco, Gabriele <p style="text-align: right;">CDD 370.71</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Índices para catálogos sistemáticos:

Proibida a reprodução total ou parcial desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico, mecânico, inclusive por meio de processos xerográficos, sem a permissão expressa do editor (Lei nº 9.610, de 19/02/1998).

Todos os direitos desta edição reservados pelos autores.



Rua Toscana, 176 – Bairro Vila Romana – Salto/SP – CEP 13321-440
www.foxtablet.com.br / contato@foxtablet.com.br / (11) 98689-1789

Sumário

Prefácio.....	5
Marcello Damy de Souza Santos e a gênese da Física no Brasil.....	6
<i>Rubens Pantano Filho</i>	
Os Raios-X, de Röntgen ao hospital: uma abordagem histórica sobre a Física aplicada aos exames radiológicos.....	17
<i>Fernando Moreira / Reginaldo de Abreu</i>	
Construção de um motor de foguete de propelente sólido no Ensino Médio.....	26
<i>Rodrigo Felipe Raffa / Álefe Massamitsu Otaki / Gabriel Toscano Marques / João Pedro Camargo Corrêa / Leonardo Leme dos Santos</i>	
Joseph Black e a descoberta do calor específico: contribuições para o ensino de Física.....	36
<i>Wingley Borssali Miorali Vital</i>	
Muros de vidro: ferramenta para melhora da permeabilidade visual e caminhabilidade em vias públicas.....	46
<i>Bruno Candido Cardoso da Silva / João Alexandre Paschoalin Filho</i>	
Programa de Coleta Seletiva: estudo de caso do Município de Pinhais.....	55
<i>Adailton Marcos Regly / João Alexandre Paschoalin Filho</i>	
A influência da Revolução Tecnológica na Indústria 4.0 e na Cadeia de Suprimentos.....	67
<i>Dyego S. Menezes / Leticia Souza Netto Brandi</i>	
Mapeamento de itens utilizados para medição e avaliação da arquitetura corporativa nas diferentes perspectivas.....	81
<i>Luiz Carlos Pereira Filho / Cristina Correa de Oliveira</i>	
A integração da IOT com a RFID para sistemas de pedágios.....	91
<i>Felipe da Costa Santos / André Marcelo Panhan</i>	

A importância do uso da tecnologia para o fomento do MEI e o desenvolvimento econômico-social.....	100
<i>Thyago Arthur Higgins Domingues / Talita de Paula Cypriano de Souza</i>	
Desenvolvimento de dispositivo eletromecânico para auxílio no tratamento da Doença de Parkinson via neuroestimulação por vibrações mecânicas..	1100
<i>Hiram C. Capozzoli / Pedro Luís Calheiros da Silva / José Erick Souza Lima</i>	
A Inteligência Artificial aplicada aos aplicativos de relacionamentos para deficientes visuais.....	118
<i>Fernando Cintra Appezzatto / Cristina Corrêa de Oliveira</i>	
O encontro de Eduardo Coutinho com seus personagens.....	138
<i>Tamiris Batista Leite</i>	
Modalizadores e operadores do discurso na confissão de Custódia de Faria.....	152
<i>Gabriele Franco / Kelly Cristina de Oliveira</i>	
Visões da educação judaica por meio da arte de Marc Chagall.....	164
<i>Carolina Birenbaum / Olívio Guedes</i>	
O ensino religioso no contexto escolar de um Estado laico: uma contribuição para a discussão sobre a diversidade.....	174
<i>Armando Silvestre</i>	
Conhecimento pedagógico do conteúdo do tópico específico (TSPCK): uma breve revisão.....	188
<i>Rolién José Vieira Cirilo / Elaine Angelina Colagrande</i>	

Prefácio

A presente coletânea reúne artigos que, em sua maioria, foram apresentados na 15ª Semana Nacional Tecnologia – 15ª SEMTEC, edição de 2023, que contempla o 13º Congresso Científico – 13º CONCISTEC do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus Bragança Paulista – IFSP-BRA.

Em sua programação, a SEMTEC vem promovendo ciclos de palestras, minicursos e mostras de trabalhos, em parceria com as indústrias da região bragantina e com várias instituições nacionais de ensino e pesquisa.

Já o CONCISTEC é uma destacada conferência nacional, vinculada à Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do governo federal (MCTI), representando o estado da arte e as tendências das novas tecnologias em diversas áreas do conhecimento.

Com mais de uma década de existência, os dois eventos já se tornaram tradicionais para além do nosso campus, propiciando importantes períodos de intercâmbio científico-cultural entre estudantes, professores e pesquisadores de várias instituições e centros de estudos do Brasil, e possibilitando abordagens metodológicas e práticas inter e transdisciplinares. Assim, há a concretização da produção, distribuição e consumo de trabalhos de pesquisas acadêmicas, permitindo o avanço da arte, da ciência e da tecnologia.

Desejamos que o conjunto dos materiais aqui apresentados seja de grande valia para os colegas professores/pesquisadores, bem como para estudantes em fase de formação profissional ou de especialização.

Boas leituras!

Prof. Dr. Rubens Pantano Filho

Prof.ª Dr.ª Kelly Cristina de Oliveira

Prof. Dr. José Erick Souza Lima

Prof.ª Dr.ª Gabriele Franco

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo –
campus Bragança Paulista – IFSP-BRA.*

Marcello Damy de Souza Santos e a gênese da Física no Brasil

Rubens Pantano Filho¹

Introdução

Na história da Física do Brasil, Marcello Damy de Souza Santos é reconhecido como um dos maiores cientistas brasileiros. O início de sua vida acadêmica praticamente coincide com o despertar da Física no cenário nacional. Considerado um homem de visão e um empreendedor científico bem-sucedido, seu nome está associado a um período marcante do progresso da Física em nosso país.

Com trabalhos de destaque internacional na área de Raios Cósmicos e Física Nuclear, foi introduzido no universo das pesquisas pelo renomado cientista russo-italiano Gleb Wataghin. Para o igualmente prestigiado cientista brasileiro, César Lattes, Marcelo Damy era considerado o mais importante físico brasileiro.

Marcello Damy de Souza Santos pode ser colocado no rol dos grandes cientistas, ou seja, na lista das mais importantes figuras da ciência brasileira. De certa maneira, sua história como pesquisador coincide com a gênese da Física no Brasil.

Sua trajetória acadêmica iniciou-se na mesma década da criação da Universidade de São Paulo (USP), onde ele começou sua brilhante carreira em 1937. Dedicou-se à pesquisa e também ao ensino da Física até quase o final de sua vida, vindo a falecer aos 95 anos de idade, em 29 de novembro de 2009.

Os primeiros passos

Marcello Damy de Souza Santos nasceu em Campinas/SP, em 14 de julho de 1914. No antigo ginásio (hoje ensino fundamental), realizado no Colégio Culto à Ciência da mesma cidade, foi aluno do Prof. Aníbal de

¹ Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais. Docente e Coordenador de curso no IFSP-BRA. *E-mail*: rubenspantano@ifsp.edu.br

Freitas, docente a quem admirava e com quem teve os primeiros contatos com a Física básica nesse nível de ensino.

Desde a tenra idade, era um garoto curioso, tendo como hobby consertar rádios, atividade que o ajudou posteriormente quando mudou para a capital paulista, quando ingressou na universidade.

Posteriormente, no começo dos anos 1930, o jovem estudante ingressou na Escola Politécnica, que posteriormente foi agregada à USP, onde passou a cursar Engenharia Eletricista (denominação da época). Uma vez no ensino superior, segundo seu próprio relato, passou a ter contato com temas da Física sobre os quais nunca tinha ouvido falar.

A época em que ele iniciou seus estudos universitários também coincide com o nascimento da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), por ocasião da fundação da USP, em 1934. Nessa instituição foi então criado o curso de Física, que contou em seus quadros docentes iniciais com o renomado físico russo-italiano Gleb Wataghin, que havia chegado ao Brasil naquele ano para lecionar na universidade recém-criada, trazido para o país pela Missão Teodoro Ramos (Lamarão, 2016).

Essa mesma missão também foi responsável pela vinda de outras figuras importantes, tal qual Giuseppe Occhialini, em 1938, para o Departamento de Física, Luigi Fantappiè e Giacomo Albanese para a Matemática, Heinrich Hauptmann e G. Rheinbaldt para a Química e Felix Rawitscher para Botânica. Além deles, também vieram Claude Levy-Strauss, Ferdinand Braudel, Roger Bastide para a área de humanas (Lopes, 1994).

Uma vez na universidade, Damy ficou amigo de alguns poucos colegas que cursavam Física na instituição, entre os quais Mário Schenberg, que se tornaria outro importante físico brasileiro, e com quem desenvolveu e manteve estreita amizade ao longo de sua vida.

Naqueles anos de estudos universitários, juntamente com Schenberg e outros colegas, passou a assistir algumas palestras e aulas do Prof. Wataghin. No final de um semestre, Damy resolveu assistir aos exames finais dos colegas na disciplina do referido professor. Ao término dos exames dos companheiros, o Prof. Wataghin o chamou para realizar sua avaliação final. Ao responder que não era aluno do curso, que estava ali apenas como ouvinte, o professor o convidou assim mesmo para fazer o exame, tendo em vista ter ele frequentado a matéria durante todo o semestre.

Com o bom resultado obtido – sem ter estudado especificamente para realizar a tal prova oral -, foi chamado e então convidado pelo Prof. Wataghin para cursar Física na FFCL. Num primeiro momento ele recusou o convite, argumentando que já tinha cursado três anos de engenharia e que

precisava concluir o curso para trabalhar e, assim, ajudar sua família (Santos, 1994).

O Prof. Wataghin, uma vez tendo observado o talento do jovem estudante, fez a ele uma proposta. Disse que tentaria ajudá-lo da seguinte maneira: ele estudaria os temas das disciplinas faltantes para completar o curso de Física, uma vez que vários outros eram comuns aos dois cursos e, se obtivesse sucesso num conjunto de avaliações, ele poderia graduar-se nas áreas, bem como passaria a trabalhar como seu assistente (Santos, 1994).

Tendo obtido sucesso nos exames propostos pelo professor, Damy formou-se em 1936 na primeira turma do curso de Física da USP e, desde então, tornou-se assistente do Prof. Gleb Wataghin com quem passou a trabalhar na área de Raios Cósmicos. Naquele ano, juntamente com ele também concluíram o curso seus colegas Mário Schenberg, Paulus Pompeia e Abrahão de Moraes, que posteriormente também se tornariam três figuras igualmente de destaque na física brasileira. Na Figura 1 a seguir, o Prof. Damy já atuando na USP, como membro da equipe de Gleb Wataghin.

Figura 1 – Marcello Damy recém formado.



Fonte: Departamento de Física da USP. Disponível em: <http://acervo.if.usp.br/bio03>. Acesso em 01 jul. 2023.

Nos anos iniciais, seção de Física da FFCL, a equipe do Prof. Gleb Wataghin era composta por Giuseppe Occhialini, Luiz Cintra do Prado,

Marcello Damy e Francisco Bentivoglio. Na época, o tópico de tendência das pesquisas em Física era os raios cósmicos, área em que os cientistas brasileiros se destacaram, com importantes contribuições científicas (Tabacniks, 2020).

Já na Figura 2 a seguir, tem-se uma foto da equipe de funcionários e professores do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, no final dos anos 1930 na Avenida Tiradentes, n.º 11.

À sombra da jabuticabeira, da esquerda para direita, podem ser observados: Roberto Xavier de Oliveira, Dona Maria (caseira), Giuseppe Occhialini, Marcello Damy de Souza Santos, Sr. José (caseiro), Yolande Monteux, Abrahão de Moraes, Mario Schenberg, Gleb Wataghin, Francisco Bentivoglio Guidolin (técnico).

Figura 2 – Funcionários e professores da FFCL da USP, final dos anos 30.



Fonte: Tabacniks, 2020.

Um primeiro importante trabalho

Em 1938, já trabalhando como assistente de Wataghin, com uma bolsa de estudo do Conselho Britânico, Marcello Damy seguiu para a Universidade de Cambridge para realizar pós-graduação e estagiar no Laboratório Cavendish, sob a supervisão do Prof. William Lawrence Bragg, cientista agraciado com o Prêmio Nobel de Física, em 1915, juntamente com

seu pai William Henry Bragg pelo trabalho de análise de estruturas cristalinas através da difração de raios-X (Lamarão, 2016).

Devido ao início da guerra e ao consequente fechamento temporário da Universidade de Cambridge, Damy retornou ao Brasil onde continuou suas pesquisas sobre Raios Cósmicos na equipe do Prof. Wataghin, da qual também já fazia parte seu colega Paulus Pompeia.

Em 1939, eles publicaram um importante trabalho na revista *The Physical Review*, n.º 1, v. 57. Realizado juntamente com Gleb Wataghin e Paulus Pompeia, a publicação versava sobre *a célebre descoberta da componente penetrante da radiação cósmica, a produção múltipla e simultânea de mesons constituintes dos chamados chuviscos penetrantes* (Studart; Oliveira, 2022; Lopes, 1994). Segundo Vieira e Videira (2007), parece ter sido esse trabalho o começo da inserção do Brasil na comunidade científica internacional.

Os primeiros experimentos conduzidos por eles foram realizados no túnel da Av. 9 de Julho, na capital paulista, na época ainda em fase de construção. Posteriormente, os experimentos foram confirmados em outros lugares, tal como como a mina de ouro de Morro Velho, em Minas Gerais. (Moura; Marcolin, 2010). Na Figura 3, a seguir, destaca-se o Prof. Damy no período de experimentação na mina do Morro Velho/MG.

Figura 3 – Damy na mina de Morro Velho/MG, 1939.



Fonte: Pesquisa FAPESP. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/talento-e-energia/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

O sucesso do feito desses três pesquisadores se deve muito ao trabalho experimental que Damy realizou anteriormente na Inglaterra, quando desenvolveu uma técnica pioneira para medição de tempos extremamente curtos, da ordem de 1 centésimo de milionésimo de segundo (Moura; Marcolin, 2010). Em entrevista concedida a Schober e Belisário (2003), ele contou que ao voltar ao Brasil trouxe na bagagem o detector que havia construído quando estagiou no Laboratório Cavendish. Na mesma entrevista, ele também comentou, inconformado, que infelizmente aquele aparelho histórico foi jogado no lixo.

Pesquisas para a Marinha brasileira

Uma vez de volta, durante a 2ª Guerra Mundial, tendo o Brasil ingressado no conflito bélico em 1943, Damy foi convidado pelo Ministério da Marinha para dirigir as pesquisas para construção de um sonar ultrassônico que alertasse os navios brasileiros, detectando e localizando submarinos inimigos. Assim, Damy e Pompeia passaram a realizar pesquisas tecnológicas envolvendo acústica, ultrassons, fenômenos elétricos com frequências muito elevadas, quartzo piezoelétrico, entre outros temas, e então construíram o primeiro sonar brasileiro. Segundo ele, os estudos com quartzo piezoelétrico tiveram influência na indústria de relógios e de pedras preciosas (Moura; Marcolin, 2003). Por esse trabalho muito bem sucedido, recebeu a Medalha do Mérito Naval no grau de Comendador.

O Betatron

No ano de 1945, convidado pela Fundação Rockefeller, permaneceu nos Estados Unidos da América por um período de nove meses, trabalhando na Universidade de Illinois juntamente com o Prof. Donald Kerest, inventor do Betatron. Estudando as particularidades para construção e funcionamento do Betatron, projetou e construiu um espectrômetro magnético de pares. Os resultados de pesquisas obtidos com esse aparelho foram apresentados em vários seminários nos Estados Unidos (Lopes, 1994).

Ao retornar ao Brasil depois daquele período, a partir de 1946, construiu o Betatron da USP (Figura 4), o primeiro acelerador de partículas a funcionar na América Latina, em 1950 (Silva, 2006). Assim, com esse acelerador capaz de acelerar elétrons a energias de 22 MeV e frequência de 360 Hz, sob a direção de Damy, iniciaram-se as pesquisas sobre Física Nuclear no Brasil (Vieira; Videira, 2007).

Ainda sob esse tema, segundo Lopes (1994), com a equipe de pesquisadores que Damy montou, o Brasil colocou-se entre os países que realizavam pesquisas de vanguarda na área de Física Nuclear.

Figura 4 – Montagem do Betatron, com José Goldemberg, então assistente de Damy.



Fonte: Tabacniks, 2020.

Fundação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

Um dos pioneiros na área, foi encarregado pela USP e pelo CNPq como responsável pela instalação do reator de piscina do Instituto de Energia Atômica (IEA), hoje Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), que começou a funcionar em 1957 (Moura; Marcolin, 2003). Mais tarde, a partir de 1988, voltou a atuar como consultor do IPEN, a partir de um convite do Prof. Rex Nazaré Alves.

Hoje o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN) é uma instituição pública de pesquisa técnico-científica, desenvolvimento e ensino, gerido técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia estadual vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo e também é associado à USP, para fins de ensino e pós-graduação.

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Marcello Damy também foi Presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) no período da presidência e Jânio Quadros, permanecendo após a renúncia deste, durante a presidência de João Goulart. Antes que ele pudesse reorganizar o setor nuclear brasileiro, foi destituído do cargo com o advento do golpe militar de 1964. (Marques, 2009)

A CNEN é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), criada para o desenvolvimento da política nacional de energia nuclear. Atuando como órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, estabelece normas e regulamentos em radioproteção e ainda é responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso da energia nuclear no Brasil.

Agência Internacional de Energia Atômica

Marcello Damy ainda foi membro da Junta de Governadores da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) entre 1961 e 1964. Mais tarde, entre 1969 e 1972, foi membro do Comitê Internacional de Dados Nucleares da mesma instituição.

A AIEA, com sede em Viena, foi estabelecida como uma organização autônoma no âmbito da Organização das Nações Unidas em 29 de julho de 1957, com o objetivo de promover o uso pacífico da energia nuclear e o desencorajamento dos usos para fins militares de armas nucleares. Conta ainda com 137 Estados-membros, cujos representantes se encontram anualmente para uma Conferência Geral onde elegem 35 membros para o Conselho de Governadores. Este Conselho reúne-se cinco vezes por ano e prepara as decisões que serão ratificadas pela Conferência Geral.

Atuação como professor

Na USP, foi Professor Catedrático e Emérito, aposentando-se em 1968. Nessa universidade, destaca-se que foi professor de outros importantes físicos brasileiros: César Lattes, Oscar Sala, José Goldemberg e Amélia Império Hamburger (Moura; Marcolin, 2010).

Logo a seguir, após sua aposentadoria na USP, foi convidado pelo Prof. Zeferino Vaz para ocupar o cargo de diretor do Instituto de Física e também ficar encarregado de sua implantação, na recém criada Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

O Instituto foi formado com as áreas de Física de Altas Energias (Cesar Lattes), Estado Sólido (Sergio Porto) e Física Nuclear Aplicada (Marcelo Damy). Além deles, também vieram Rogério Cesar de Cerqueira Leite, Nelson Parada, Carlos Arguello, José Ellis Ripper Filho, Paulo Sakanaka, entre outros que atuavam no exterior (Lopes, 1994).

Esse Instituto, criado e dirigido por ele em seus inícios, recebeu posteriormente a denominação Instituto de Física Gleb Wataghin, em homenagem ao renomado físico que deu início às pesquisas em Física no Brasil. Na Figura 5, a seguir, Prof. Damy observa o descerramento da placa pelo Prof. Wataghin.

Figura 5 – Gleb Wataghin descerra a placa com seu nome no Instituto da Física da UNICAMP.



Fonte: Instituto de Física Gleb Wataghin da Unicamp. 1971. Disponível em: <https://portal.ifi.unicamp.br/a-instituicao/noticias/71-portal/portugues/ifgw/historia-do-ifgw/199-cronologia>. Acesso em: 01 jul. 2023.

Em 1973, após desligar-se da UNICAMP, passou a atuar como Professor Titular de Física Nuclear da Pontifícia universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), instituição na qual se aposentou em 1994 como Professor Emérito.

Comendas e honrarias

Marcello Damy de Souza Santos, em reconhecimento pelo seu admirável trabalho de ensino e pesquisa na área de Física, foi homenageado por importantes instituições. Foi condecorado com Ordem Nacional do Mérito Científico, conferido pela Presidência da República e Ministério da Ciência e Tecnologia; prêmio IBM de Ciências e Tecnologia; Medalha Tamandaré, conferida pelo Ministério da Marinha; Colaborador Emérito do Instituto de Pesquisas do Exército; Ordem do Mérito Nacional do Paraguai, com grau de Comendador, proferida pelo governo paraguaio; Ordem do Mérito Naval, grau de Comendador, proferida pelo ministério da Marinha do Brasil e Cidadão Paulistano (Silva, 2006).

Considerações finais

As pesquisas em Física no Brasil tiveram seu limiar na década de 1930, particularmente com a criação da seção de Física da FFCL da USP. Capitaneada pelo físico Gleb Wataghin, a instituição deu início às pesquisas com Raios Cósmicos, formando, na época, alguns destacados físicos brasileiros, entre os quais destacam-se: Marcello Damy de Souza Santos, César Lattes, José Goldemberg, Mário Schenberg, Oscar Sala, Paulus Pompeia.

Marcello Damy de Souza Santos foi o primeiro físico formado no Brasil, na Universidade de São Paulo, tendo sido aluno de Giuseppe Occhialini e também de Gleb Wathagin, seu orientador e, depois, parceiro de pesquisas.

Precursor nas pesquisas dos raios cósmicos e altas energias, destacou-se também na área de Física Nuclear, sendo o responsável pela construção do primeiro acelerador de partículas da América Latina. Nessas áreas, deixou enormes contribuições para a física.

Damy fundou o IPEN e o Instituto de Física da UNICAMP. Com mais de 80 trabalhos importantes publicados no país e no exterior também foi membro de várias sociedades científicas do país e do exterior. Pelos seus trabalhos como professor e pesquisador foi homenageado por várias instituições importantes. É considerado no meio científico como um dos maiores físicos brasileiros.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Tendo em vista o apoio recebido, fica aqui registrado o agradecimento do autor.

Referências

LAMARÃO, Sergio. Pesquisa científica e circulação do conhecimento: Gleb Wataghin e a constituição do campo da física no Brasil. **Anais eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Florianópolis, Santa Catarina, 16-18 nov. 2016. p. 1-14.

LOPES, José Leite. Marcello Damy de Souza Santos: Prêmio IBM de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico. **Ciência e Sociedade**. 1994. p. 1-7.

MARQUES, Alfredo. Marcelo Damy. **Ciência e Sociedade**. 2009. p. 1-4.

MOURA, Mariluce; MARCOLIN, Neldson. Opiniões atômicas. **Ciência – Pesquisa FAPESP**. 2009. p. 51-55.

SANTOS, Marcello Damy de Souza. Depoimentos. **Estudos Avançados**, v. 8 (22), 1994. p. 79-95.

SCHOBER, Juliana; BELISÁRIO, Roberto. Marcello Damy de Souza Santos. **Ciência e Cultura**. V. 55, n.º 4, out-dez 2003, pp. 10-12.

SILVA, Valdir Carlos da. **Contribuições para a Ciência Brasileira: Marcello Damy de Souza Santos**. 108 f. 2006. Dissertação (mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2006.

STUDART, Nelson; OLIVEIRA, Marcelo A. Leigui. Gleb Wataghin e a pesquisa sobre chuveiros penetrantes de raios cósmicos em São Paulo (1939-1949). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 4, e20220151, 2022, p. 1-18.

TABACNIKS, Manfredo H. (Org.). **Origens e formação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**. São Paulo: instituto de Física, 2020.

VIEIRA, Cássio Leite; VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. História e Historiografia da Física no Brasil. **Revista de História e Estudos Culturais**, v. 4, ano IV, n.º 3, p. 1-27.

Os Raios-X, de Röntgen ao hospital: uma abordagem histórica sobre a Física aplicada aos exames radiológicos

Fernando Moreira²

Reginaldo de Abreu³

Introdução

A história da ciência carece de abordagens concretas e intencionais nos livros didáticos e de muitas aulas do ensino médio. Existem professores que possuem interesse na área, mas carecem de materiais e boas fontes de pesquisa. Este trabalho tem como objetivo contextualizar historicamente a evolução dos conceitos físicos associados aos Raios-X e suas aplicações médicas, bem como fornecer ao professor de física do ensino médio subsídios e ferramentas úteis para a abordagem propositiva de tais fundamentos. Espera-se que, ao final da leitura, o docente tenha condições de aplicar em sequências didáticas, planos de aula, atividades interdisciplinares e uso de simuladores e aplicativos os contextos históricos e conceitos físicos aqui abordados, buscando aproximar as ideias científicas do cotidiano dos estudantes e também promover a atenção deles a possíveis enganos e informações incorretas a respeito do uso e manipulação desse tipo de radiação ionizante.

História da Ciência e Ensino de Física

Quando se considera a introdução da História da Ciência como ferramenta de apoio ou fio condutor para o ensino de algum conceito de Física, um dos dilemas a ser enfrentado é o recorte que será usado. Uma das fontes de desconforto, ao se avaliar as tentativas de introdução da História

² Mestrando em Ensino de Física (MNPEF) na Universidade Federal de São Carlos - campus Sorocaba. Professor de Física no Colégio Pequeno Príncipe - Ribeirão Preto/SP e do Centro Universitário Adventista de São Paulo - Engenheiro Coelho/SP. E-mail: moreira.fernando@acad.unasp.edu.br

³ Mestrando em Ensino de Física (MNPEF) na Universidade Federal de São Carlos - campus Sorocaba. Professor de Física e Coordenador Pedagógico do Colégio Pequeno Príncipe - Ribeirão Preto/SP. E-mail: reginaldofisica@gmail.com

da Ciência na rotina escolar, é a falta de contextualização e encadeamento, quando essa estratégia é levada para a sala de aula.

Entendemos que um dos desafios a ser vencido reside em encontrar um ponto de partida adequado, sem prejudicar o entendimento, mas também sem tornar a tarefa inexecutável, principalmente quando a carga horária disponível é um fator limitante.

Muito se defende a inclusão da História da Ciência no ensino de Física. Entretanto, acreditamos que isso seja muito mais do que apenas incluir notas históricas com datas e imagens de alguns personagens, que os autores consideram os mais importantes - como normalmente se constata em muitos livros-texto de ciências que

[...] usualmente incluem capítulos introdutórios dedicados à história da disciplina correspondente. Esses capítulos destacam grandes realizações, datam grandes descobertas e exaltam os heróis daquele campo. Não estão encadeados ao material que se segue e o que apresentam ... (Kindi, 2005).

Para escapar dessa armadilha, acreditamos ser importante estruturar as aulas ou atividades, de forma que os estudantes possam captar o “clima” que permeia os acontecimentos e, assim, compreender como determinado evento conduziu a outros. Dessa forma, torna-se possível construir um entendimento mais amplo e coerente sobre o fazer científico e a construção do conhecimento.

Röntgen e os Raios-X

A exemplo do que acontece em qualquer comunidade, o meio científico também manifesta um interesse generalizado em torno de algum acontecimento novo, principalmente quando é inesperado. No caso da descoberta dos raios catódicos, no final do século XIX, não poderia ser diferente. Assim, após a divulgação dos primeiros trabalhos sobre esse assunto, muitos pesquisadores passaram a dedicar-se a seu estudo, procurando verificar as informações divulgadas e a descobrir novas propriedades desse fenômeno. Entre os interessados no assunto, encontramos Wilhelm Conrad Röntgen, um físico experimental nascido na província do Reno, atual Alemanha, que nessa época estava ligado à universidade de Würzburg. Nas palavras do próprio Röntgen:

Eu estava interessado há muito tempo no problema dos raios catódicos em tubos de vácuo, estudados por Hertz e Lenard. Eu havia seguido suas pesquisas e as de outros com grande interesse e decidira que logo que tivesse tempo faria algumas pesquisas próprias (Martins, 1998).

O interesse pelos raios catódicos levou Röntgen a repetir alguns dos experimentos de Lenard, durante o ano de 1894. Segundo Martins (1998), Röntgen obteve alguns resultados em junho do mesmo ano. No entanto, nada publicou a respeito, o que pode ter ocorrido devido às atividades burocráticas assumidas por ele, pois foi eleito reitor da Universidade de Würzburg. Esse fato, embora pareça irrelevante, é uma ótima oportunidade para discutir com os estudantes certos aspectos que afetam a vida do cientista, que se ocupa de atividades científicas, mas que, em determinados momentos, também é convocado a assumir atividades de outra natureza, segundo seus próprios interesses ou de seus pares.

Outros entraves que podem ocorrer durante uma pesquisa - atividades administrativas, falta de equipamentos adequados etc. - aparecem como uma das justificativas para que o próprio Lenard não tenha detectado os raios-X antes de Röntgen. Segundo Martins,

Seliger atribui a não-descoberta dos raios-X por Lenard à sua falta de tempo ou de equipamento para pesquisas, na época: no início de 1894, Hertz (de quem Lenard era assistente) faleceu, e Lenard assumiu o cargo de Diretor do departamento de física em Bonn, e dedicou-se à publicação dos trabalhos de Hertz. Depois, em 1895, Lenard aceitou um posto na Universidade de Breslau, onde não tinha a aparelhagem necessária para experimentos com raios catódicos. Apenas no início de 1896 ele conseguiu condições para reiniciar seus estudos sobre raios catódicos, mas então Röntgen já tinha feito sua descoberta (Martins, 1998).

A disputa pelo crédito relativo à descoberta dos raios-X voltou à tona quando Lenard recebeu o Nobel por seus estudos sobre os raios catódicos. Durante a conferência de premiação, Lenard lamenta que sua atividade científica fora interrompida:

Lamento profundamente, portanto, que nesse estágio meus experimentos foram interrompidos por um tempo considerável, primeiro por uma tarefa nada simples que me foi devolvida inesperadamente, devido à morte prematura de Heinrich Hertz – a publicação de seu *Prinzipien der Mechanik* (Princípios da Mecânica)

– e depois quando fui indicado para cátedra de professor teórico (Von Lenard, 1906).

Outro aspecto que merece destaque é que Röntgen detectou algo novo enquanto mantinha um tubo de Hittorf - emissor de raios catódicos - coberto por uma blindagem de papelão preto. No entanto, embora seja quase idêntico ao tubo de Crookes, esse tipo de tubo não permite a passagem dos raios catódicos através das paredes grossas de vidro. Tal fato leva a crer que ele estava realizando uma experiência diferente daquelas efetuadas por Lenard. Fica então a dúvida sobre o que Röntgen estava pesquisando e, sobre isso, existem diferentes versões. Essa incerteza levou à criação de um mito, segundo o qual a descoberta teria ocorrido acidentalmente. Vejamos uma descrição da descoberta dos raios-X extraída de um livro de Física para o ensino médio,

[...] Esse tipo de radiação eletromagnética foi descoberto acidentalmente em 8 de novembro de 1895, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen. (...) Quando o tubo foi posto em operação, ele notou que uma placa recoberta com platinocianeto de bário, esquecida próxima do equipamento, passava a emitir uma luz fluorescente. (grifo nosso) (Ferraro; Soares, 2001).

Segundo Martins, descrições dessa natureza passam uma visão equivocada sobre o processo de pesquisa científica, e é importante desfazer esse tipo de mito. Seria mais construtivo conjecturar que a aparente “fatalidade” seja, na verdade, a manifestação de certa componente criativa que não raramente aparece na atividade do cientista.

Seria plausível pensar que ele idealizou uma hipótese e, para verificá-la, elaborou o procedimento descrito. O que não compreendemos é o motivo pelo qual alguns autores preferem tratar um evento dessa natureza como um mero acidente, enquanto poderiam utilizá-lo para explorar o contexto no qual se dá uma descoberta importante, como é o caso em questão.

De qualquer forma, em 8 de novembro de 1895, Röntgen se deparou com algo novo: um tipo de radiação que apresentava a particularidade de conseguir atravessar uma folha de papelão preta, que cobria o tubo emissor - o que nunca fora observado até então. Röntgen apresenta esse fato sem muitos detalhes:

Eu estava trabalhando com um tubo de Crookes coberto por uma blindagem de papelão preto. Um pedaço de papel com

platino-cianeto de bário estava lá na mesa. Eu tinha passado uma corrente pelo tubo, e notei uma linha preta peculiar no papel (Martins, 1998).

Após intensos estudos experimentais sobre o novo tipo de raio, Röntgen redigiu um trabalho que foi levado para publicação, por volta de dezembro de 1895. Nesse ponto, surge uma questão interessante: a influência de Röntgen no meio científico. Ainda que houvesse critérios para que um trabalho fosse publicado na revista da Sociedade Física e Médica de Würzburg, Röntgen convenceu o presidente dessa instituição a publicar seu artigo sem passar por árbitros ou sem ser apresentado na reunião da sociedade, como era costume. Provavelmente tal fato deve-se à boa reputação do pesquisador, que era reconhecido pela comunidade como um físico experimental de primeira linha. Martins (1998) destaca que, antes mesmo que a revista fosse preparada, Röntgen imprimiu separatas do trabalho, as quais foram enviadas pelo correio a dezenas de correspondentes, acompanhadas por radiografias de diversos objetos, inclusive da mão de sua esposa.

A publicação do trabalho, no qual Röntgen descreve as primeiras propriedades dos raios-X, causou verdadeiro estardalhaço, gerando reconhecimento por parte de alguns (Lorde Kelvin, Stokes, Poincaré) e inveja e ciúmes por parte de outros. Segundo Nitske, *apud* Martins (1998), Lenard teria ficado profundamente desapontado por não ter descoberto os raios Röntgen, que ele tivera quase sob suas mãos.

À revelia dos egos feridos, o interesse despertado por essa descoberta causou grande impacto e interesse, o que gerou uma grande quantidade de trabalhos. Röntgen recebeu o primeiro prêmio Nobel em Física, em 1901, pela descoberta dos Raios-X. Atualmente, esses raios são ostensivamente aplicados na medicina como instrumento de diagnóstico e em centros de pesquisa, em processos de difração de raios-X, que permitem estudar a estrutura atômica de diferentes materiais.

A física dos Raios-X no ensino médio

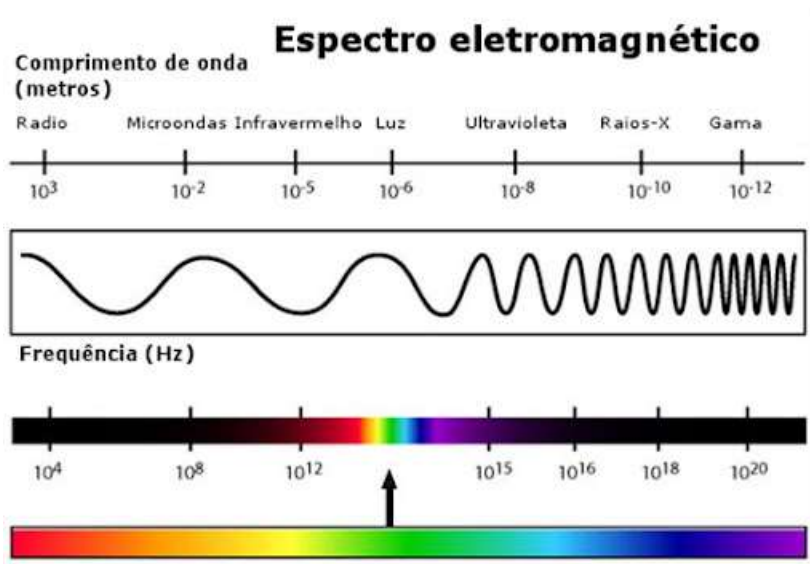
No que se refere à realidade de um estudante do ensino médio, faz-se necessário abordar algumas propriedades essenciais à compreensão do que realmente são os Raios-X. É papel do professor de física, em possível parceria com o docente de química, trabalhar de forma propositiva e intencional no resgate de tais conceitos, buscando alertar os alunos sobre fontes comuns de erros a respeito de muitas ideias difundidas. Atualmente, tal radiação - podendo ser onda ou partícula, outro fato passível de ampliação conceitual por parte do professor - é confundida com um exame

radiológico chamado corretamente de *radiografia*, mas comumente chamado apenas de *raio-X* (no singular, outro erro). Colocações carregadas de falta de informação, associando unicamente *os Raios-X* (e outras radiações) a doenças e a armas de destruição em massa enviesam, de forma perigosa, a construção do saber científico sobre um tema de extrema importância e de muitas aplicações no cotidiano.

Os Raios-X fazem parte de um grupo de ondas que têm propriedades muito próximas às da luz. Tais ondas são chamadas de eletromagnéticas, pois podem se propagar no vácuo e são originárias das oscilações dos campos elétrico e magnético. Ondas de rádio, televisão, micro-ondas e ultravioleta também fazem parte dessa mesma classificação. O que difere uma onda eletromagnética da outra é a sua frequência ν (e por consequência, sua energia, pela relação $E = h \cdot \nu$; h é a constante de Planck) e seu comprimento de onda λ , pois todas as ondas eletromagnéticas possuem a mesma velocidade no vácuo, a saber: $c = 3.10^8 \text{ m/s}$. Os Raios-X possuem comprimento de onda entre 0,01 e 1 Å (1 Å corresponde a 1.10^{-10} m , chamado de Angström) e energia que varia de poucas dezenas a poucas milhares de eV ($1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$) (Salmeron, 2004).

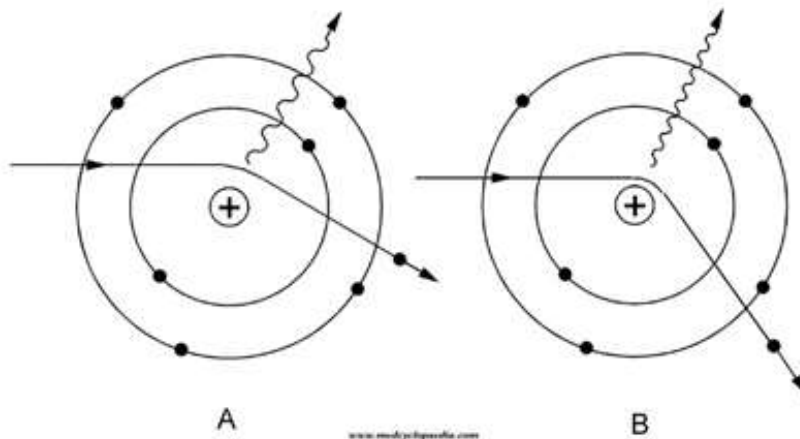
Como $c = \lambda \cdot \nu$, percebe-se uma relação de proporcionalidade inversa entre a frequência e o comprimento de onda. A relação entre tais grandezas medidas para cada onda eletromagnética fica evidenciada no seguinte espectro:

Figura 1 – O Espectro Eletromagnético (Teced/textos/Grupo 8, 2012).



Outra diferença fundamental entre os Raios-X e outras radiações eletromagnéticas é a sua origem. Enquanto os raios gama são originários de processos nucleares, como os decaimentos radioativos e a aniquilação elétron-pósitron, os Raios-X têm origem em transições eletrônicas nos átomos ou na desaceleração de partículas carregadas, fenômeno este conhecido por Bremsstrahlung (Michette; Buckley, 1993).

Figura 2 – Ilustração da formação de Raios-X por Bremsstrahlung (Vanwagener).



Tal fenômeno tem sua aplicação na radioterapia, em que aceleradores lineares produzem elétrons com altas velocidades, graças a uma diferença de potencial aplicada. Quando eles são direcionados a um alvo metálico de elemento específico, freiam e a energia cinética perdida transforma-se, além de calor, em Raios-X. Estes são utilizados para tratamentos mais internos, já que a radiação tem poder de penetrabilidade maior do que o dos elétrons - os quais são usados para situações médicas localizadas mais à superfície do corpo humano. Elementos químicos mais pesados, como o chumbo, são usados como blindagem dos Raios-X, pois atravessam materiais de elementos mais leves (Guimarães, 2011).

Como os Raios-X não têm carga elétrica, não estão sujeitos às interações eletromagnéticas. Geralmente, por causa da sua alta energia, a forma como essa radiação irá interagir com a matéria é por ionização. Isso corresponde à capacidade de arrancar um elétron que estava ligado ao material, alterando a sua carga elétrica. Por esse motivo, os Raios-X são chamados de radiações ionizantes. Como não possuem carga elétrica por si, tal ionização acontece de forma indireta. As radiações com energias mais baixas que os raios ultravioletas são chamadas de não ionizantes.

Quando as radiações ionizantes incidem em materiais biológicos, como tecidos, podem causar desestruturação das moléculas de água e até mesmo do DNA, e os efeitos de tal irradiação estão associados à quantidade de energia absorvida e a fatores bioquímicos específicos de cada indivíduo. O uso clínico favorável das irradiações de Raios-X está associado ao fato da radiação conseguir enegrecer filmes fotográficos, gerando imagens com contraste suficiente para diagnósticos, e conseguir causar danos e/ou mutações em células indesejáveis ao metabolismo humano natural (Guimarães, 2011).

Todo o cenário de melhoria das técnicas envolvidas na Física Médica, desde a aquisição e resolução de imagens, a escolha dos materiais utilizados na construção dos equipamentos, a capacidade de concentrar a radiação na região a ser tratada e minimizar nas regiões sadias do corpo humano, até a formação de profissionais e centros de pesquisa associados, passa por um contexto histórico de sucessivas descobertas no ramo da Física Moderna - que abrangem desde os Raios-X de Röntgen, os radioisótopos de Curie, os raios catódicos de Lenard até a difração de Bragg.

A rotina em sala de aula pode ser muito enriquecida quando uma abordagem interdisciplinar e contextualizada historicamente ganha espaço entre materiais didáticos conteudistas e pouco práticos. Os professores podem, hoje, valer-se de simuladores de exames de radiografia e de difração de Raios-X (Fendt, 2009), bem como de aplicativos que simulam de forma bastante precisa a formação de imagens desses diagnósticos clínicos.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Tendo em vista o apoio recebido, ficam aqui registrados os agradecimentos dos autores.

Referências

FENDT, Walter. Difração de Bragg. **Casa das Ciências**. 2009. Disponível em: www.walter-fendt.de/html5/phpt/braggreflection_pt.htm. Acesso em: 19 jul. 2023.

FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Toledo. **Física, Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2001.

GUIMARÃES, N. A. 143 f. 2011. **Avaliação Metrológica do Tamanho de Campo Irradiado por Aceleradores Lineares**. Dissertação (Mestrado em Metrologia). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, 2011.

KINDI, Vasso. Should Science Teaching Involve the History of Science? An Assessment of Kuhn's View, **Science & Education**, 14, p.721-731. 2005.

MARTINS, R. A. A Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física.**, v. 20, n. 4, dez. 1998, p. 126-37.

MICHETTE, A G.; BUCKLEY, C. J. **X-Ray Science and Technology**. Bristol: Institute of Physics Pub, 1993.

SALMERON, R. A. **Noções sobre condução de eletricidade pelos gases, raios catódicos, raios positivos, raios X e emissão de elétrons**. 2004. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/moderna/universitario/elivro.php>. Acesso em: 19 jul. 2023.

Teced/textos/Grupo 8. Espectro visível. Disponível em: wiki.stoa.usp.br/Teced/textos/Grupo_8. 2012. Acesso em: 19 jul. 2023.

VANWAGONER, Jacob. How is bremsstrahlung radiation produced in the galaxy? **Quora**. Disponível em: [quora.com/How-is-bremsstrahlung-radiation-produced-in-the-galaxy](https://www.quora.com/How-is-bremsstrahlung-radiation-produced-in-the-galaxy). Acesso em: 19 jul. 2023.

VON LENARD, Philipp E. A. On cathode rays. **Nobel Lecture**. May 28, 1906.

Construção de um motor de foguete de propelente sólido no Ensino Médio

Rodrigo Felipe Raffa⁴

Álefe Massamitsu Otaki⁵

Gabriel Toscano Marques⁵

João Pedro Camargo Corrêa⁵

Leonardo Leme dos Santos⁵

1 Introdução

O envolvimento de escolas, professores e estudantes em projetos que abrangem o desenvolvimento de foguetes na educação básica já é algo consolidado. Isso se deve à Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), que desde sua primeira edição em 2007 tem oferecido oportunidades únicas para a concepção, construção e lançamento de foguetes feitos a partir de garrafas PET, com o objetivo de alcançar distâncias horizontais cada vez maiores (Oba, 2023).

No âmbito do ensino médio, destaca-se a categoria de foguetes propulsados por meio de uma reação química entre vinagre e bicarbonato de sódio. Nessa configuração, a reação química gera como subproduto o dióxido de carbono, que atua como agente pressurizador do foguete. Ao ser acionado o gatilho, o foguete é ejetado, demonstrando a aplicação da Terceira Lei de Newton, em que a pressão exercida no solo gera uma força de reação que propuliona o foguete (Fonseca, 2018).

Desde 2021, a MOBFOG introduziu uma categoria para estudantes do ensino médio, a Propelente Sólido. Nela, os motores que impulsionam os foguetes são baseados na reação de oxirredução entre a sacarose (açúcar) e o nitrato de potássio (salitre), que é comumente encontrado em fertilizantes

⁴ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – Campus Sorocaba. Docente do Serviço Social da Indústria - SESI, Itapetininga, SP. *E-mail: rodrigo.raffa@sesisp.org.br*

⁵ Discentes do 3º ano do Ensino Médio do Serviço Social da Indústria - SESI, Itapetininga, SP.

agrícolas. No entanto, é importante destacar que devido ao caráter exotérmico dessa reação, - que resulta na liberação de energia na forma de calor - os cuidados com a segurança devem ser rigorosos.

A nova categoria proporciona uma abordagem mais realista das ciências envolvidas nos foguetes tradicionais. As chamas e o som intenso resultantes da reação do propelente sólido são elementos que adicionam um verdadeiro espetáculo aos olhos dos estudantes durante o lançamento (Alves, 2020).

No ensino médio, é viável integrar os princípios da ciência dos foguetes com os conteúdos das disciplinas de Física e Química. Essa integração abrange tópicos relacionados à cinemática, dinâmica, reações de oxirredução e compostos orgânicos, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais abrangente dos conceitos subjacentes, enriquecendo, assim, sua formação acadêmica na construção do conhecimento. A seguir, a figura 1 do lançamento do foguete:

Figura 1: Lançamento realizado pelos autores na MOBFOG 2023 - alcance 305 m.



Fonte: Dos autores.

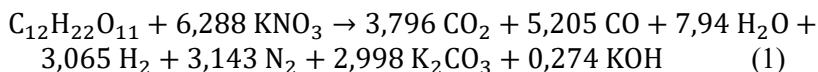
Dessa forma, este artigo tem como objetivo popularizar os foguetes de propelente sólido, inspirando novos participantes. Para tanto, serão apresentadas informações fundamentais relacionadas à construção dos motores de propelente sólido do tipo KSNU.

2 O propelente sólido

O propelente sólido é uma composição complexa e estável de substâncias combustíveis, oxidantes e agentes de ligação que, quando ignizados, passam a queimar de maneira uniforme, contínua e regulada (Alves, 2020).

Neste estudo, objetivamos a replicação do motor especificado no regulamento do Nível 5 da MOBFOG, composto por uma mistura de açúcar, que atuará como combustível e aglutinante, e fertilizante de Nitrato de Potássio, com uma concentração NPK de 12-00-45, o qual será o oxidante da reação (Oba, 2023). A proporção desejada para a queima desse motor é de 66% de Nitrato de Potássio e de 34% de açúcar, não perdendo muito para a proporção 65/35 utilizada neste artigo (Nakka, 2023).

Esse tipo de motor é conhecido como “motor clássico”, referido pela sigla KNSU, sigla para os compostos químicos K (Potássio), N (Nitrato), SU (Sacarose), popularizado pela obra *Rocket Manual for Amateurs* do Capitão Bertrand R. Brinley em 1960 (Nakka, 2023). A fórmula de reação da combustão do KNSU é a seguinte:



Além disso, há o método frio e quente para preparar e carregar o motor. No método quente, o KNSU é aquecido, tornando-se uma massa pastosa que é colocada em fôrmas para esfriar, formando o propelente sólido. No método frio, mistura-se o oxidante e o combustível na temperatura ambiente, necessitando compactação das partículas no motor do foguete (Marchi, 2021).

Embora o método quente ofereça a vantagem de produzir um propelente mais denso, o método frio de mistura é considerado mais seguro. A MOBFOG, em conformidade com diretrizes de segurança, exige que o método frio seja utilizado na construção do motor, sempre com a supervisão de um adulto responsável (Alves, 2020; Oba, 2023).

3 Construção do motor

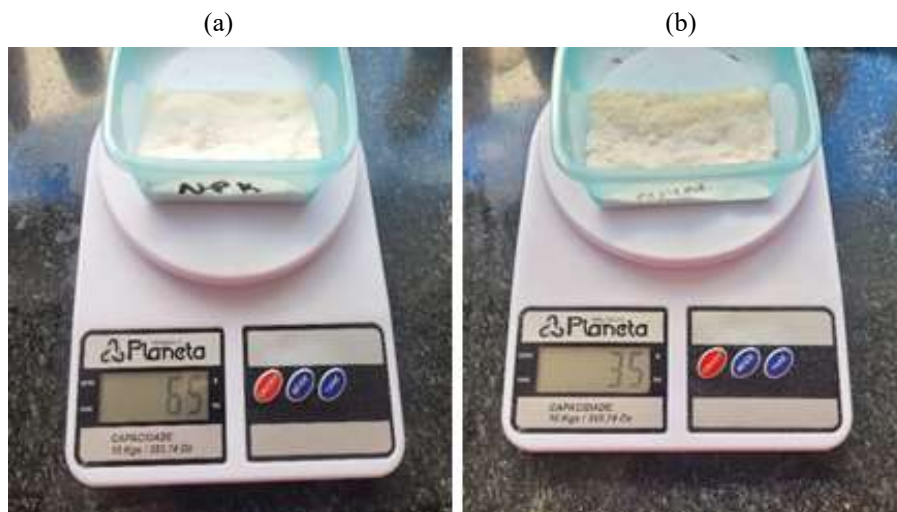
O processo de construção do motor é dividido em 3 partes, a preparação do propelente, a construção da estrutura do motor e a compactação do propelente na estrutura do motor através de um compactador construído com materiais de baixo custo.

3.1 Preparação do propelente

O propelente sólido será uma mistura fria do NPK 12-00-45 com o açúcar, na proporção respectivamente de 65% e 35%. Recomenda-se o uso de açúcar refinado.

Com um moedor de café disponível, uma quantidade de NPK deve ser preparada para ser moída, com o objetivo de torná-lo o mais fino possível, buscando aumentar a pureza para uma queima mais eficiente do propelente. Após moer o NPK, deve-se retirar a quantidade necessária para preparar o propelente nas proporções corretas. Utilize, para isso, um recipiente previamente identificado e posicione-o na balança para pesagem. A seguir a figura 2 com a preparação do material:

Figura 2: Pesagem separa do propelente. (a) NPK com 65g (b) 35 gramas de açúcar.



Fonte: Dos autores.

3.2 Estrutura do motor

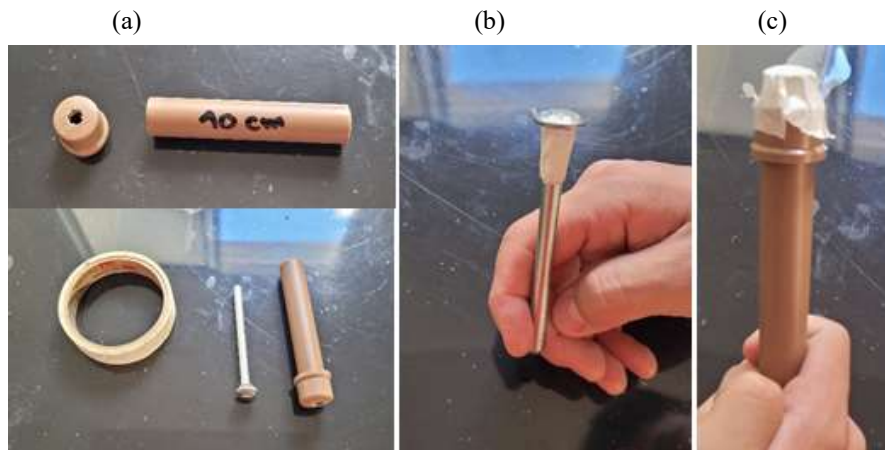
Para a construção do motor, são necessários os seguintes materiais: um tubo de PVC de 20 mm com 10 cm de comprimento, um cap de 20 mm perfurado, um parafuso francês 5/16x7" apenas com a parte lisa (sem rosca) e uma fita crepe ou esparadrapo. A seguir, as etapas para montar o motor:

1. Inserir o cap de 20 mm em uma das extremidades do tubo de PVC;
2. Encaixar o parafuso francês 5/16x7" no orifício do cap;

3. Passar fita crepe ou esparadrapo na cabeça do parafuso, prendendo-o firmemente ao tubo de PVC. Certificar-se de que o parafuso esteja centralizado internamente;
4. Colocar uma pequena quantidade de fita na extremidade do parafuso abaixo da cabeça, para facilitar a centralização.

Após seguir essas etapas, a estrutura principal do motor estará pronta para uso. É importante certificar-se de que todas as partes estejam bem fixadas e centralizadas para garantir o funcionamento adequado do motor. A figura 3, a seguir, ilustra a construção do motor.

Figura 3: Construção da estrutura do motor. (a) Materiais para a confecção da estrutura do motor. (b) Parafuso cortado com fita na extremidade abaixo da cabeça. (c) Estrutura do motor pronta.



Fonte: Dos autores.

Com a estrutura do motor finalizada, o passo final para a construção do motor é a compactação do propelente.

3.3 Compactação do propelente no motor

Após a preparação dos grãos-propelente, avançamos para a próxima fase, que consiste em incorporar os componentes químicos à estrutura do motor. Para realizar essa etapa, utilizamos um compactador construído com materiais de baixo custo.

A compactação é um processo essencial para garantir a densidade e solidificação do propelente. Ao exercer uma força, o material vai se moldando na estrutura do motor. Após a compactação, é importante finalizar o motor com uma “parede de alumínio”. Veja a seguir as figuras 4 e 5 que ilustram esse processo.

Figura 4: Compactador acoplado à estrutura do motor.



Fonte: Dos autores.

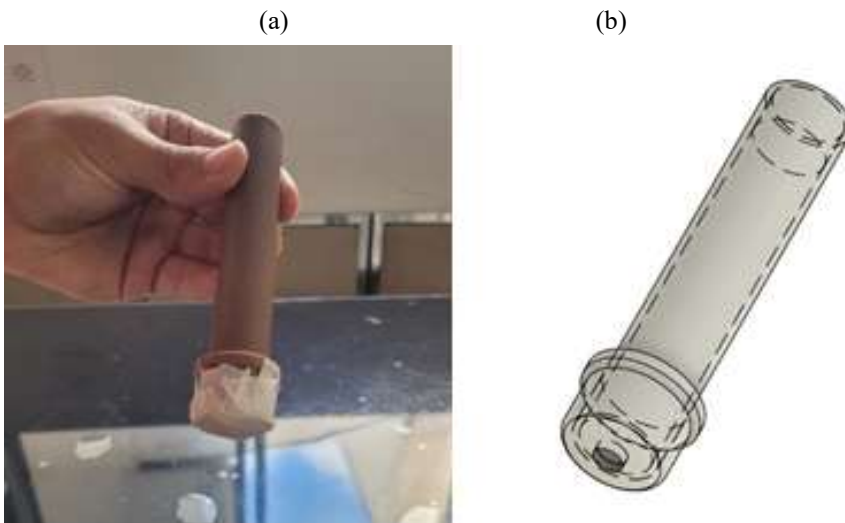
Figura 5: Motor compactado com uma parede de papel alumínio.



Fonte: Dos autores.

É essencial destacar que a “parede” de papel alumínio é de extrema importância para suportar o calor e a queima dentro do motor, evitando que o calor passe para o corpo do foguete, a fim de não queimar a sua estrutura. Na figura 6, adiante, observa-se o motor finalizado com vedação no orifício:

Figura 6: (a) Motor finalizado com vedação no orifício. (b) Desenho técnico em perspectiva do motor.



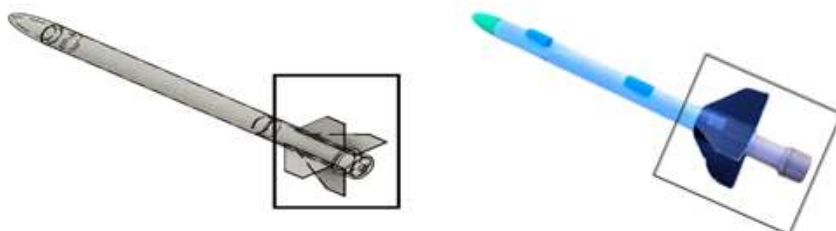
Fonte: Dos autores.

O motor a ser desenvolvido deve obedecer estritamente às diretrizes estabelecidas pelo regulamento da MOBFOG, com a proibição expressa de realizar quaisquer modificações em seus componentes ou compostos. A não conformidade com essa regra resultará na desclassificação do projeto. É fundamental que todas as especificações e requisitos estipulados pelo regulamento do ano vigente sejam estritamente seguidos durante o processo de construção do motor, a fim de garantir a integridade da competição e a igualdade de condições entre os participantes.

O foguete do nível 5, no entanto, pode ser construído com grande flexibilidade em termos de materiais e formatos, permitindo a utilização de garrafas PET, tubos de papel, folhas de Acetato, tubos impressos em 3D, canos de PVC de diversas cores, ou até mesmo uma combinação desses materiais, excluindo apenas os metais. Essa variedade oferece aos estudantes a oportunidade de explorar diferentes abordagens criativas na concepção do foguete.

Após a confecção do motor, ele deve ser acoplado à parte inferior do foguete, como ilustra o desenho técnico na figura 7 a seguir:

Figura 7: (a) Desenho técnico com destaque ao motor acoplado na parte inferior do foguete. (b) Protótipo construído com o motor acoplado no foguete.



Fonte: Dos autores.

Com a utilização dos motores recém-construídos, foram realizados três lançamentos oficiais com distâncias de 305 m, 255 m e 245 m. Essas medidas foram registradas em maio de 2023 na etapa escolar da Mostra Brasileira de Foguetes. Registramos o foguete com o motor acoplado e preparado para lançamento, na figura 8:

Figura 8: Foguete com o motor acoplado, preparado para o lançamento.



Fonte: Dos autores.

Considerações finais

A utilização de foguetes de propelente sólido representa uma via de acesso fascinante para os estudantes do ensino médio adentrarem no mundo da construção de foguetes e familiarizarem-se com os estudos avançados em

astronáutica. Esta escolha se destaca pela sua notável semelhança com os foguetes convencionais, o que facilita a transição do aprendizado teórico para a prática e proporciona uma experiência educacional rica e envolvente.

A queima de KNSU não resulta na emissão de gases nocivos, tornando-se um aspecto crucial a ser considerado para sua utilização em ambiente escolar. Embora existam outras opções com maior eficiência energética, esse tipo de combustível se destaca pela sua segurança, o que justifica a sua escolha pela organização da MOBFOG, que conduziu inúmeros testes para verificar a sua estabilidade.

É importante ressaltar que, embora a construção de motores de propelente sólido, como o KSNU, exija um cuidadoso rigor em termos de segurança, o processo em si é relativamente simples. Além disso, a disponibilidade de materiais de baixo custo torna essa abordagem acessível para uma ampla gama de projetos educacionais. Isso abre as portas para a inclusão de foguetes de propelente sólido em currículos interdisciplinares, abrangendo áreas como física, química, matemática e engenharia.

Aos interessados, o guia completo de montagem do motor encontra-se disponível no blog do Clube de Astronomia Centauri de Itapetinga, acessível através do seguinte link: <https://www.clubecentauri.com.br/blog>.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Tendo em vista o apoio recebido, ficam aqui registrados os agradecimentos dos autores.

Referências

ALVES, A. L. et al. Minifoguete a propelente sólido: aspectos teóricos e propostas experimentais para o ensino de física. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 42, p. e20200390, 2020.

FONSECA, M. V. S. et al. Uma abordagem didática para a pressão interna de foguetes de garrafa PET propulsionados pela reação química entre vinagre e bicarbonato de sódio. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 40, n. 3, p. e3504, 2018.

MARCHI, C. H. Propelente KNSu a frio para minifoguetes: preparo, carregamento, estocagem e uso.

NAKKA, Richard. Potassium Nitrate/Sucrose Propellant (KNSU). **Experimental Rocketry Website**. Disponível em: <https://www.nakka-rocketry.net/sucrose.html>. Acesso em: 1 jul. 2023.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA. **Regulamento da 17ª Mostra Brasileira de Foguetes e Instruções Sobre como Construir e Lançar os Foguetes do Nível 4 (Ensino Médio)**. Disponível em: [http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/REGULAMENTO%20DA%2017%C2%AA%20MOBFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVEL%204%20\(1\).pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/REGULAMENTO%20DA%2017%C2%AA%20MOBFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVEL%204%20(1).pdf). Acesso em: 1 jul. 2023.

Joseph Black e a descoberta do calor específico: contribuições para o ensino de Física

Wingley Borssali Miorali Vital⁶

1. Introdução

A História da Ciência é uma importante ferramenta para o ensino da Física, uma vez que permite aos estudantes compreenderem como as teorias foram desenvolvidas ao longo do tempo.

A termodinâmica, uma área essencial da Física, é amplamente estudada por cientistas e educadores em todo o mundo, sendo que o conceito de calor específico desempenha um papel fundamental nesta área, permitindo a compreensão de como a energia térmica é armazenada em distintos materiais.

Diante disso, este artigo tem como proposta explorar o conceito de calor específico por meio de uma sequência didática destinada a estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

Na grade curricular da segunda série do Ensino Médio, o assunto Termodinâmica é normalmente abordado após o estudo de Cinemática (movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, movimento circular uniforme) e Dinâmica (força, Leis de Newton, trabalho e energia). É importante ressaltar que a organização curricular pode variar conforme a escola e a região do país.

Para a etapa de planejamento, o ponto de partida foi o estudo do desenvolvimento histórico do conceito de calor e as contribuições de Joseph Black na descoberta do conceito de calor específico. O objetivo é fornecer aos estudantes momentos didáticos para estimular o debate sobre a prática científica e promover o desenvolvimento de habilidades, tais como: leitura e interpretação de textos; trabalho em grupo; desenvolvimento de argumentação crítica; entendimento da natureza coletiva da construção da ciência; alterações do conhecimento científico no decorrer do tempo.

⁶ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFSCar – campus Sorocaba. E-mail: wingley@estudante.ufscar.br

O objetivo principal da proposta é despertar o interesse dos estudantes pelo tema e promover uma compreensão mais aprofundada do conceito de calor específico. Para tanto, a estrutura do documento está composta por esta introdução, revisão da literatura sobre o tema, metodologia utilizada, apresentação da sequência didática e conclusão.

2. Revisão da Literatura

2.1. Joseph Black

De acordo com Lima (2004), Joseph Black nasceu em Bordeaux, França, em 16 de abril de 1728, filho de um comerciante escocês e de mãe francesa. Ainda segundo o autor, Black estudou na Universidade de Glasgow e, posteriormente, na Universidade de Edimburgo. Formou-se em medicina e filosofia natural, tornando-se professor de química na Universidade de Edimburgo em 1756. Black viveu até os 70 anos, falecendo em 1799.

Figura 1 – Joseph Black.



Fonte: MARTIN, David. **Retrato de Joseph Black**. 02 jan. 1787. 2021. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Professor-joseph-black-1728-1799-chemist.jpg>. Acesso em: 02 maio 2023.

A trajetória profissional de Joseph Black foi marcada por diversos feitos, entre os quais se destaca a descoberta do conceito de

calor específico. Ele iniciou suas pesquisas na área de química, estudando a fixação de gases em líquidos e sólidos. Foi durante esse período que ele começou a estudar o calor e suas propriedades, o que o levou à descoberta do conceito de calor específico. Black propôs que cada substância teria uma capacidade específica de armazenar calor e que essa capacidade era uma propriedade intrínseca de cada substância. Essa descoberta foi fundamental para o desenvolvimento da Termodinâmica.

Lima (2004) afirma ainda que Joseph Black viveu em um momento de intensas transformações sociais, políticas e econômicas no século XVIII, na Europa. Nesse período, a Revolução Industrial estava em curso e transformava as relações de produção, com a mecanização das atividades e a crescente urbanização. Além disso, o período foi marcado pela consolidação da hegemonia britânica no mundo e pela disseminação dos ideais iluministas, que pregavam a razão, a ciência e o progresso como caminhos para o desenvolvimento humano. O contexto histórico em que Black viveu foi fundamental para a sua formação como cientista, já que ele teve acesso as mais modernas teorias e tecnologias da época, além de ter vivenciado as mudanças sociais e políticas que influenciaram diretamente o desenvolvimento da ciência.

2.2. A descoberta do calor específico

O conceito de calor evoluiu ao longo da história da humanidade. Segundo Bassalo (1995), as primeiras distinções que o homem fez em relação à temperatura eram baseadas na sensação térmica de quente e frio, experimentada na presença do sol e, posteriormente, do fogo. Foi somente no século XVIII que o conceito de temperatura começou a ser estabelecido de forma mais clara, com a distinção entre temperatura e calor, tornando possível a medição precisa das propriedades térmicas dos materiais.

De acordo com Chibeni (2017), na Grécia Antiga, por exemplo, acreditava-se que a matéria era composta de quatro elementos: terra, ar, água e fogo. Nesse contexto, o fogo era considerado uma substância que podia entrar e sair dos objetos. A partir do século XVII, com o surgimento da ciência moderna, os estudiosos começaram a perceber que a ideia de fogo como uma substância não era correta e passaram a entender que o calor era uma forma de energia.

O mesmo autor afirma que, no século XVIII, com os experimentos de Joseph Black, a distinção entre calor e temperatura começou a ficar mais clara. Black realizou experimentos com água

aquecida, descobrindo que a quantidade de calor necessária para aquecer a água dependia da quantidade de água e da temperatura final desejada. Essa descoberta levou ao desenvolvimento do conceito de calor específico, como sendo a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma unidade de massa de uma substância em uma unidade de temperatura.

A partir desse momento, outros cientistas, tais como Antoine Lavoisier e Pierre-Simon Laplace começaram a investigar as propriedades térmicas das substâncias e a desenvolver leis fundamentais da Termodinâmica. Esses estudos levaram à compreensão de que o calor é uma forma de energia em trânsito, que flui de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura.

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2013), o século XVIII foi marcado pelo início do estudo da Termodinâmica e da exploração do comportamento térmico dos materiais pelos cientistas. Os autores destacam a contribuição de Joseph Black como um dos pioneiros no campo e um dos cientistas que foi fundamental para o desenvolvimento da Termodinâmica. Os autores assinalam que Black descobriu o conceito de calor específico, tal qual já definido anteriormente: a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma unidade de massa de uma substância em um grau de temperatura. Essa descoberta foi importante para possibilitar a medição das propriedades térmicas dos materiais de forma mais precisa e rigorosa.

3. Metodologia do ensino

O presente trabalho aborda a metodologia de ensino com o intuito de explorar o conteúdo de forma mais eficiente e alcançar o maior número de estudantes em sala de aula. Com esse propósito, optou-se por uma abordagem diversificada de ferramentas didáticas, dentre elas:

- Exposição de conceitos: por meio da apresentação do conceito de calor específico e da contextualização da importância dos experimentos realizados por Joseph Black;
- Demonstração prática: realização de experimento para exemplificar o conceito de calor específico;
- Discussão em grupo: incentivo à participação dos estudantes na discussão dos resultados obtidos no experimento prático e como eles se relacionam com o conceito de calor específico;
- Avaliação do relatório: análise do relatório do experimento

realizado pelos estudantes, a fim de verificar a compreensão do conceito de calor específico e a aplicação prática do experimento.

A adoção dessa metodologia de ensino proporciona uma melhor compreensão do conteúdo por parte dos alunos, resultando em uma aprendizagem mais significativa e autônoma.

4. Sequência didática

4.1. Tema

Termologia - Estudo do Calor.

4.2 Eixo Organizador

Transformações térmicas.

4.3 Público-Alvo

Estudantes da segunda série do Ensino Médio.

4.4. Objetivos

- Compreender o conceito de calor específico e sua aplicação em situações práticas. Identificar as grandezas físicas envolvidas nas transformações térmicas;
- Analisar as variações de temperatura e suas consequências em diferentes materiais;
- Compreender a importância do estudo da termologia para o entendimento de fenômenos naturais e tecnológicos.

4.5. Plano de fundo - Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Competência de área 2 - Compreender as Ciências Naturais e as tecnologias a elas associadas e aplicar esse conhecimento na vida pessoal e nas relações com o mundo do trabalho.

4.5.1. Habilidades específicas

- EM13CNT201 - Identificar as grandezas físicas envolvidas nas transformações térmicas, reconhecendo o conceito de temperatura e as escalas termométricas, e aplicar a lei zero da termodinâmica.
- EM13CNT202 - Identificar e descrever os modos de transferência de calor - condução, convecção e radiação - e relacioná-los a situações cotidianas e a fenômenos naturais e tecnológicos.

- EM13CNT203 - Analisar a relação entre a transferência de calor e a variação de temperatura em diferentes materiais, incluindo substâncias puras e misturas.
- EM13CNT204 - Identificar o calor específico de diferentes materiais e realizar cálculos envolvendo as quantidades de calor transferidas e as variações de temperatura.
- EM13CNT205 - Analisar a relação entre a transferência de calor e as transformações de fase da matéria, reconhecendo o calor latente de fusão e de vaporização.
- EM13CNT206 - Interpretar e construir gráficos que representem as variações de temperatura em diferentes situações, incluindo a análise de curvas de aquecimento e resfriamento.
- EM13CNT207 - Analisar e interpretar situações que envolvam a transferência de calor em sistemas térmicos simples, como calorímetros e sistemas de refrigeração.
- EM13CNT208 - Compreender a importância do estudo da termodinâmica para o entendimento de fenômenos naturais e tecnológicos, como a dinâmica atmosférica, o funcionamento de motores térmicos e o controle de temperatura em processos industriais.

4.6. Desenvolvimento

Na Tabela 1 a seguir apresenta-se uma visão geral da sequência didática proposta para esse trabalho.

Tabela 1 – Visão Geral da Sequência Didática.

Aulas	Tema	Atividades	Objetivos
1	Introdução	A1	Detectar o conhecimento prévio dos alunos sobre temperatura, calor e calor específico.
2	Conceitos básicos e História da Ciência	A2	Apresentar aos alunos os conceitos e sua importância na termodinâmica, bem como contextualizar historicamente sua descoberta.

Aulas	Tema	Atividades	Objetivos
3-4	Experimento Prático	A3	Aprofundar o entendimento sobre o conceito de calor específico e sua relação com a capacidade térmica dos materiais.
4	Discussão	A4	Análise dos resultados experimentais e aplicação do conceito de calor específico em outros contextos.
5	Avaliação	A5	Avaliar o conhecimento dos estudantes sobre calor específico e sua capacidade de aplicar esse conceito em diferentes situações. Identificar quais pontos do conteúdo precisam ser reforçados e aprimorados em futuras aulas.

Fonte: a autora.

4.7. Atividades

A1 - Questionário para detecção de conhecimento prévio dos alunos

- Você já se queimou ao tocar algo quente? Como sabia que o objeto estava quente? O que sentiu?
- Alguma vez já se sentiu “quente” mesmo estando em um ambiente com temperatura agradável? Como isso aconteceu? Já teve uma sensação de “frio” mesmo estando em um ambiente quente? Explique.
- Você já observou que alguns materiais parecem aquecer ou esfriar mais rapidamente do que outros? Tem alguma ideia do por que isso acontece? Já ouviu falar de algo chamado “calor específico”?
- Você já notou que algumas coisas esquentam ou esfriam mais rapidamente dependendo do ambiente em que estão? Por exemplo, uma bebida quente esfria mais rápido em um ambiente mais frio do que em um ambiente mais quente. Como isso pode ser explicado?

A2 - Aula expositiva

Apresentação do conceito de calor específico e sua importância na termodinâmica, incluindo trecho histórico sobre Joseph Black e seus experimentos com água e calor.

A3 - Experimento prático: calor específico de um sólido

De acordo com Cotta e Mello (2013), o experimento para determinação do calor específico de um sólido consiste em determinar a capacidade térmica de um material sólido, ou seja, a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma determinada massa do material em uma unidade de temperatura.

Os materiais utilizados neste experimento são: um recipiente com água, um aquecedor, um termômetro, uma balança para medir a massa do material sólido e o próprio material a ser testado. O procedimento envolve as seguintes etapas:

- a) Pesar o material sólido a ser testado e anotar sua massa (m);
- b) Medir a temperatura inicial (T_1) do material sólido;
- c) Aquecer uma certa quantidade de água em um recipiente e medir sua temperatura final (T_2) após o aquecimento;
- d) Desligar o aquecedor e colocar o material sólido no recipiente com água quente, de modo que ele fique completamente submerso;
- e) Medir a temperatura do sistema (T_3) após o equilíbrio térmico ser atingido;
- f) Calcular a capacidade térmica do material a partir da equação:

$$C = \frac{m_w \cdot c_w \cdot (T_3 - T_2)}{(T_3 - T_1)}$$

Na equação, C é a capacidade térmica do material, m_w é a massa da água, c_w é o calor específico da água, T_2 é a temperatura inicial da água, T_3 é a temperatura de equilíbrio do sistema água-material sólido e T_1 é a temperatura inicial do material sólido.

Uma vez encontrada a capacidade térmica do material (C), seu calor específico pode ser calculado dividindo-se C pela massa (m) do material sólido.

A4 - Discussão

Consiste na interpretação dos dados obtidos apresentados no relatório da atividade experimental e na discussão dos resultados em relação aos conceitos teóricos de calor específico e capacidade térmica.

Na discussão, é importante enfatizar que diferentes materiais possuem diferentes capacidades térmicas. Além disso, seria possível

aplicar o conceito de calor específico em outros contextos, como na análise de trocas de calor em processos industriais ou na compreensão dos mecanismos de aquecimento e resfriamento em ambientes naturais.

A5 - Questionário de autoavaliação

- Você se sente mais confiante em explicar o que é temperatura, calor e calor específico após a aula expositiva?
- A aula expositiva sobre a história da descoberta do calor específico por Joseph Black contribuiu para sua compreensão do tema?
- Como você avalia o experimento prático para determinação do calor específico?
- Em sua opinião, o relatório do experimento ajudou a fixar os conceitos aprendidos na sequência didática?
- Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu aprendizado sobre temperatura, calor e calor específico após a sequência didática?
 - (1) Não aprendi nada.
 - (2) Aprendi pouco.
 - (3) Aprendi o suficiente para compreender o tema.
 - (4) Aprendi bastante e me sinto confiante para explicar o tema.
 - (5) Aprendi muito e me sinto apto a aplicar os conceitos em outras situações.

Conclusão

O trabalho buscou explorar o conceito de calor específico de forma contextualizada, utilizando como ponto de partida a história da ciência e a contribuição de Joseph Black.

A problematização central foi a constatação da falta de compreensão dos estudantes acerca do conceito de calor específico, muitas vezes tratado de maneira superficial e descontextualizada nas aulas de Física.

Diante disso, o objetivo foi desenvolver uma sequência didática utilizando a história da ciência como ponto de partida para contextualizar o conceito e depois promover uma compreensão mais aprofundada do mesmo. Além disso, buscou-se incentivar a reflexão sobre a prática científica e o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação científica dos estudantes.

Acredita-se que o presente trabalho pode contribuir para

melhorar a qualidade do ensino de Física e despertar nos estudantes o interesse pela ciência, trazendo benefícios para o aprendizado e a formação dos mesmos.

Outra possibilidade poderia ser a exploração da relação entre o conceito de calor específico e outros conceitos da termodinâmica, tais como a capacidade térmica e a condução de calor.

Também poderia ser interessante explorar a aplicação da sequência didática em outras turmas e contextos educacionais, a fim de verificar sua efetividade em diferentes situações.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Tendo em vista o apoio recebido, fica aqui registrado o agradecimento da autora.

Referências

BASSALO, José Maria Filardo. A Crônica do Calor: Calorimetria. **Revista Brasileira de Física**, v. 25, n. 4, pp. 453-462, dez. 1995.

CHIBENI, Silvio Seno. **História da Física**: das teorias ingênuas às teorias relativísticas. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

COTTA, Tathiana Moreira; MELLO, José Luiz Nunes de. **Introdução à Física Experimental**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. V. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

LIMA, Rômulo de Andrade. **A Física no Século XVIII**: Luz, Calor e Eletricidade. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Currículo Paulista. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://curriculopaulista.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 03 maio 2023.

SMITH, John. Retrato de Joseph Black. [Fotografia]. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/community.21321141>. Acesso em: 02 maio 2023.

Muros de vidro: ferramenta para melhora da permeabilidade visual e caminhabilidade em vias públicas

Bruno Candido Cardoso da Silva⁷
João Alexandre Paschoalin Filho⁸

1. Introdução

No meio urbano, de forma geral, percebemos que ruas com grandes muros e fachadas cegas criam sensações de insegurança e fragilidade. Por herança de parte das ideologias do modernismo, que separava usos da cidade e favorecia edifícios individuais autônomos, este modelo de alguma forma ainda se perpétua, sendo o caso de alguns condomínios residenciais, por exemplo, que tomam grandes proporções de quadras, criam grandes muros ao seu redor e isolam-se. Estes geram com uma falsa sensação de segurança, segregando e tornando seu entorno inseguro, além de indiretamente criar maior dependência entre os moradores e automóveis.

Esta questão pode prejudicar a circulação de pedestres nestes perímetros, pois, por conta da sensação de insegurança, estes buscam outras vias mais movimentadas, ou optam pela utilização de automóveis, tornando o percurso menos movimentado e convidativo para pessoas que estão a pé.

Dentro deste contexto, este artigo tem o intuito de estudar o conceito de caminhabilidade, pensando no uso do muro de vidro como ferramenta auxiliar, tornando trajetos mais atrativos, melhorando permeabilidade visual e contribuindo para democratização dos espaços urbanos, outrora ocultados por obstáculos impostos pelos edifícios, possibilitando assim a descoberta de novos lugares e vias mais convidativas aos pedestres, fugindo da premissa que favorece os tradicionais muros altos de alvenaria ou gradis.

Como hipótese de estudo julga-se que quando as pessoas se sentem mais seguras em relação aos seus trajetos de caminhada, é criado um

⁷ Especialista em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela Universidade Nove de Julho/SP. E-mail: bruno_candido1987@uni9.edu.br

⁸ Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho/SP. E-mail: jalexandre@uni9.pro.br

incentivo para que estas o façam a pé ou de bicicleta, gerando assim maior conexão do usuário ao meio urbano adjacente.

Dessa forma, um foi conduzido um estudo de caso tendo em vista o edifício do CREMESP (Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo), situado na esquina entre as ruas Frei Caneca e Luiz Coelho, no município de São Paulo. A obra em questão possuiu por uma reforma, que alterou o layout de seu andar térreo, substituindo as portas de aço e gradis existentes por painéis de vidro sustentado por Spider Glass. Para tal, foi realizada uma visita técnica ao local e entrevista com transeuntes para caracterizar o edifício e verificar a opinião das pessoas acerca da mudança realizada.

2. Permeabilidade visual urbana: aspectos gerais

Este conceito relaciona-se basicamente pela possibilidade de contato visual entre o interior e exterior de edifícios ou comércios. Quanto maior o contato visual com ambiente interno de comércios, ou pela permeabilidade visual criada por janelas, fachadas de vidros e varandas de edifícios, maior a interação entre o local e as pessoas, enriquecendo a vivência do meio urbano. Segundo Gehl (2016), as pessoas vivenciam a cidade por meio dos seus sentidos, focando sua atenção em tudo que seja atrativo do seu entorno. Sendo assim, trechos murados que não permitem contato visual ou que não estimulam o pedestre, tendem a se tornar menos atrativos sensorialmente.

A sensação de pertencimento da população e o contato visual são de extrema importância para este conceito, influenciando a caminhabilidade do bairro e a vitalidade. Jacobs (2011) levanta uma hipótese a respeito disso, na qual descreve os “Olhos nas ruas” como sendo a combinação de fachadas visualmente permeáveis, próximas às vias públicas, onde vizinhança, moradores de edifícios ou comércio teriam contato visual direto com o entorno, melhorando a sensação de pertencimento para quem ali circula.

Renato Saboia (Professor do núcleo de arquitetura na UFSC), em entrevista ao Jornal Estadão, explica e relaciona os moldes dos condomínios atuais com a questão da permeabilidade visual. Segundo Saboia: “Os muros trazem a falta de visibilidade, dificultam a vigilância natural, aquela feita pelos próprios moradores que tentam enxergar o que acontece na rua”. O Professor também cita um estudo elaborado por ele em três cidades diferentes (Blumenau, Florianópolis e Joinville), no qual aponta que não é a renda local o principal fator ligado a índice de crimes, e sim uma relação com densidade de uso, assim regiões com maiores densidade e circulação de pessoas, apresentavam, em média, menores índices de criminalidade.

3. Caminhabilidade em espaços públicos

Para aprofundar a questão de estudo, é necessário entender o conceito de caminhabilidade. Segundo o Instituto de Transportes de Políticas e Desenvolvimento (ITDP), a caminhabilidade está fortemente relacionada às características do ambiente urbano que favorecem o deslocamento a pé por parte do indivíduo.

Este assunto se popularizou entre urbanistas na década de 90, porém mundialmente não tem muitos casos de cidades com este foco, sendo alguns exemplos bem-sucedidos encontrados em: Amsterdam, Barcelona e Nova York. Estas cidades criaram soluções alternativas tirando o foco dos automóveis particulares.

A adoção da caminhabilidade nos projetos urbanísticos pode tornar o ambiente das cidades mais sustentável. Já existem pesquisas relacionando conexão entre o desenho urbano e a qualidade de vida dos indivíduos. Um desses estudos é conduzido por Teran (2017), a autora aponta que pessoas tendem a ser mais saudáveis e ativas em bairros caminháveis, ademais, nestes locais existe maior interação social entre vizinhos, gerando melhor senso de comunidade.

Gehl (2015) menciona que quando caminhar e locomover-se de bicicleta são naturais na rotina diária, há efeitos positivos para a qualidade de vida, para o bem-estar do indivíduo e benefícios ainda maiores para a sociedade. Gondim (2014) cita o final do século XX, como ponto de início da necessidade conscientização acerca da importância da paisagem urbana e da valorização das ruas e espaços públicos. Neste contexto, as cidades se tornariam mais caminháveis.

Jacobs (2011) defende cidades com foco na escala humana e bairros de uso misto. Segundo os autores, isto garantiria maior apropriação e circulação por parte de seus moradores. Vale ressaltar que para caminhabilidade ser uma realidade, são necessários vários fatores, Specks (2016) menciona alguns, como: qualidade das calçadas, arborização das ruas, iluminação natural e o contato visual entre meio externo e interno. Ainda sobre esta questão, o autor menciona o fato de bairros caminháveis e com áreas verdes terem valorização imobiliária até três vezes maior em relação a bairros distantes, não considerados caminháveis ou com mobilidade urbana defasada.

4. Procedimentos metodológicos

4.1 Caracterização da pesquisa

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi o “Estudo de Caso”, com análise qualitativa e abordagem exploratória. Para a obtenção dos dados necessários foram conduzidas as seguintes atividades: análise documental, observação não participante da rotina próxima à obra e estudos e realização de entrevistas estruturadas com os transeuntes locais.

Para aprofundar os conceitos relacionados ao tema foi conduzida revisão de literatura por meio de pesquisa bibliográfica, na qual o objetivo foi analisar alguns assuntos relacionados ao tema abordado, por exemplo, caminhabilidade e permeabilidade urbana, criando um leque de referenciais variados. Essa somatória de referenciais auxiliou no embasamento para confrontar a análise documental e seguir com estudo de caso simples da obra do CREMESP, baseado nos métodos consagrados por Yin (2005) que define o estudo de caso como uma investigação empírica a investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da realidade.

4.2 Realização das entrevistas

Foi elaborado um questionário com intuito de validar algumas opiniões acerca da relação do CREMESP e seu entorno. O objetivo das entrevistas foi obter informações que demonstrassem se a retirada do gradil e a utilização de muro de vidro em seu lugar poderia ter alguma influência na atratividade e segurança do percurso e seu entorno. A partir da definição do objetivo principal do questionário, ficou evidente o público-alvo para aplicá-lo, basicamente os pedestres circulando próximo ao local (esquina entre Rua Frei Caneca e Rua Luiz Coelho).

O questionário foi aplicado em 29 de agosto de 2023, tendo sido abordados pedestres de passagem no local, sendo horário de início da aplicação do questionário às 17h00minh. Optou-se por este horário para ter contato com pedestres indo e voltando do trabalho. Foram inicialmente feitas mais de 30 abordagens, porém a maioria das pessoas estava apenas de passagem pontual, ou seja, não tinham residência, trabalho ou padrão de rotina naquele trajeto.

Tendo em vista esta situação, o público-alvo para o questionário passou a ter um filtro onde seria necessário que tivessem residência, trabalho ou algum padrão de rotina na região de no mínimo dois meses. Após validar quem se encaixava neste filtro, foram conduzidas 60 entrevistas.

5. Resultados obtidos

5.1 Caracterização do edifício do CREMESP

O edifício em estudo foi adquirido pelo CREMESP em 2016 e está localizado na esquina entre Rua Frei Caneca e Rua Luiz Coelho. Após aquisição, os responsáveis pelo CREMESP, optaram por efetuar uma grande reforma, alterando principalmente o layout do térreo para torná-lo mais clean e convidativo.

No layout antigo existiam portas de aço no perímetro interno do térreo e o mesmo não tinha contato visual direto com seu entorno, além desta questão, a barreira que separava lote privado e via pública era composta por um extenso gradil branco, acompanhando todo perímetro externo. Este, por sua vez, criava um segundo empecilho para o contato visual, tanto para pessoas nas áreas de circulação do edifício, quanto para os pedestres em via pública, além de criar uma imagem hostil para a construção. Através da reforma foram retirados os gradis externos e atualizada a fachada do trecho da recepção/entrada principal, que anteriormente não se comunicava visualmente com área externa do edifício.

Atualmente o trecho da recepção é composto por um pano de vidro com aproximadamente 6 metros de pé direito, sustentado por *Spider Glass*, e o trecho onde existia o gradil branco teve execução de um muro de vidro em seu lugar. As fotografias seguintes apresentam o aspecto do edifício antes e depois da reforma.

Figura 1 – Fachada do edifício do CREMESP antes da reforma.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 2 – Fachada do edifício do CREMESP depois da reforma (23/08/2023).

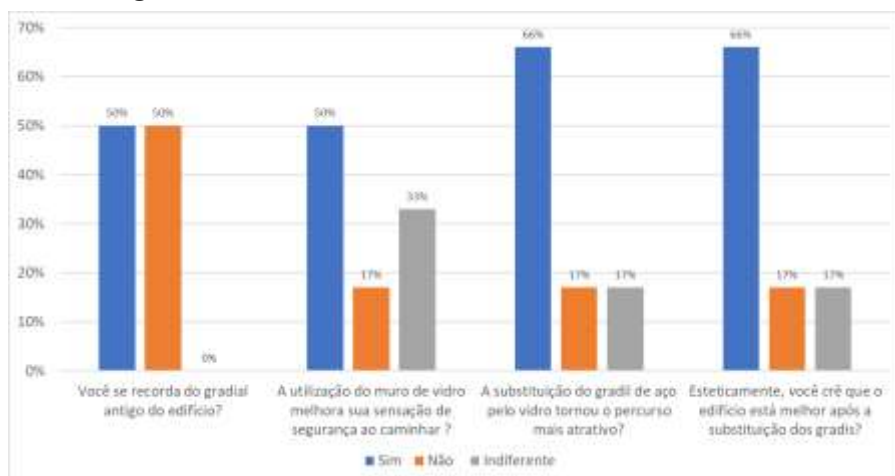


Fonte: Dados da Pesquisa.

5.2 Entrevistas conduzidas

Ao todo, foram entrevistadas seis pessoas, sendo 35 homens e 25 mulheres. As idades dos indivíduos variaram entre 25 e 40 anos. Todos declararam morar próximo ao edifício do CREMESP ou trabalhar próximo deste desde período anterior a sua reforma. As entrevistas foram gravadas e depois transcritas para posterior análise. A Figura 3 seguinte apresenta as questões elaboradas e as porcentagens em relação às respostas obtidas:

Figura 3 – Resultado da entrevista realizada no dia 23/08/2023.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme se observa na Figura 3, pode-se constatar que 50% da população entrevistada declarou que a substituição do gradil pelo vidro melhorou a sensação de segurança ao caminhar no local, principalmente à noite; ou seja, os entrevistados afirmam se sentirem mais seguros sabendo que alguém de dentro do edifício os vê circular na rua. Apesar de todos entrevistados terem informado que já possuíam algum nível de convivência no local antes de 2016 (ano em que o edifício foi adquirido pelo CREMESP), apenas 50% da população declarou se recordar dos gradis anteriormente existentes. Quando se trata em relação a estética do edifício e o incremento da atratividade do percurso proporcionada pela substituição dos gradis, 66% da população entrevistada informaram opiniões positivas.

Outro ponto que vale salientar é que durante as conversas foram surgindo algumas opiniões esporádicas, e uma das que se repetiu algumas vezes foi sobre a iluminação, parte das pessoas elogiou o fato de o CREMESP ser bem iluminado, pois nem todos os locais da região dispõem desse cuidado.

Além do questionário, foram feitas três visitas exploratórias no local, com intuito de analisar e entender melhor este entorno. Porém, após o dia da aplicação do questionário, notou-se um padrão interessante em relação à calçada do CREMESP, e a calçada oposta na própria rua Frei Caneca.

Durante o período noturno, é visível que a calçada do CREMESP, tem um volume superior de pedestres circulando, em relação à calçada ao outro lado da rua, onde existe apenas um grande muro de estacionamento de extensão razoável. Na Figura 4, calçada do CREMESP segue demarcada com flecha vermelha enquanto a calçada com muro contínuo está demarcada com flecha azul, e na própria imagem fica evidente a diferença no número de pedestres circulando em cada uma.

Figura 4 - Comparativo entre fluxo de pedestres (29/08/2023).



Fonte: Dados da Pesquisa.

6. Considerações finais

Por meio deste estudo foi possível entender acerca da caminhabilidade e sua relação com vitalidade urbana. O objetivo principal da pesquisa foi validar a hipótese da utilização de muro de vidro como uma ferramenta complementar para o incremento da caminhabilidade e permeabilidade visual urbana. Para isso foram levantados dados teóricos a cargo de temas relacionados, feita revisão de literatura e, por fim, o estudo de caso da obra CREMESP, onde há alguns anos foi retirado o gradil e atualmente existe um muro de vidro.

No próprio entorno do CREMESP, nos dias de análise exploratória, foi possível notar visualmente que existe maior fluxo de pedestres em sua calçada, em relação à própria calçada oposta, na mesma rua (Frei Caneca), onde existe apenas um grande muro de alvenaria com grande extensão.

E por mais que esta análise seja positiva e corrobore com alguns pontos citados por estudiosos da área de urbanismo, ainda assim após o questionário aplicado no entorno do edifício em estudos, a opinião dos pedestres surpreendeu, pois praticamente todos entrevistados concordaram que o CREMESP torna o percurso mais convidativo. Porém apenas metade considera que o fato de existir um contato visual direto com pessoas através do vidro influencia na segurança do entorno.

Através da somatória de fatores, resultante da análise dos dados obtidos, é possível afirmar que um local atrativo visualmente pode tornar percursos mais convidativos. E, por mais que não exista um consenso entre os próprios pedestres entrevistados acerca da questão da permeabilidade visual agregar mais segurança, o local com muro de vidro demonstrou maior volume de pessoas circulando. Este ponto já seria relevante para segurança local, pois, assim como citados por alguns autores, bairros e locais seguros muitas vezes tem ligação direta com a vitalidade de suas ruas.

Por meio das análises realizadas, é possível considerar que o muro de vidro nesta situação tenha sido benéfico ao seu entorno. Porém vale salientar que a questão da caminhabilidade (a qual o muro de vidro seria complementar) demanda de vários pontos para ser efetiva, tais como: como iluminação pública, calçadas de qualidade, uso misto de fachadas, transporte público próximo às vias de uso.

Portanto, com este estudo é possível informar que o muro de vidro pode ser uma ferramenta complementar à caminhabilidade e não uma solução única, pois empregado isoladamente não têm eficácia.

Referências

- GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.
- GONDIM, M. F. **Transporte não motorizado na legislação urbana do Brasil**. Dissertação (Mestrado - Programa de Engenharia de Transporte). COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2014.
- GHIDINI, R. A caminhabilidade: medida urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, ANTP, n.º 33, 2011.
- JACOBS, J. **Morte e Vida das Grandes Cidades**. 3ª ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.
- SPECK, J. **Cidades caminháveis**. São Paulo: Perspectiva, 2016.
- TERÁN, J.E.L. **A construção da cidade: diretrizes para um projeto no árido cono norte**. Arequipa, Peru. 319 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2017.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Programa de Coleta Seletiva: estudo de caso do Município de Pinhais

Adailton Marcos Regly⁹

João Alexandre Paschoalin Filho¹⁰

Geração e manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: aspectos gerais

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um processo ininterrupto, contínuo, ligado ao crescimento populacional e ao consumo. A gestão dos RSU torna-se, portanto, um grande desafio não somente ao Poder Público, mas para toda a sociedade, visto que são gerados em abundância e são compostos pelos mais variados materiais. Neste cenário, conforme a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), políticas que visem solucionar (ou mitigar) os impactos causados pela geração de resíduos sólidos urbanos devem estar relacionados às seguintes ações: redução da geração de resíduos; aumento da reutilização e reciclagem; tratamento ambientalmente correto e ampliação do alcance dos serviços de coleta (Paschoalin Filho et al., 2014).

No Brasil, uma importante iniciativa no aprimoramento das ações efetivas no sentido de reduzir os impactos causados pelo gerenciamento incorreto do RSU, foi a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei Federal n.º 12.305/2010. Esta legislação dispõe acerca dos princípios, objetivos e instrumentos, bem como acerca das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público.

Segundo Gomes et al. (2014) compete a todos os municípios a gestão dos resíduos sólidos neles gerados. Dessa forma, a PNRS determina o estabelecimento de planos de gestão desses resíduos pelo município, por meio da elaboração de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), no qual deverão estar contempladas as ações contidas na PNRS. As providências tomadas pelos municípios devem fazer parte do conceito de gerenciamento integrado dos resíduos, envolvendo diferentes

⁹ Especialista em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela Universidade Nove de Julho/SP. E-mail: adailton.marcos.regly@uni9.edu.br

¹⁰ Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho/SP. E-mail: jalexandre@uni9.pro.br

abordagens e soluções, incluindo desde a reciclagem até a deposição dos rejeitos em aterros devidamente licenciados. A PNRS estabelece as seguintes prioridades na gestão e gerenciamento de RSU: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a deposição final ambientalmente adequada dos resíduos.

Dentre as ações necessárias ao controle dos efeitos nocivos da geração e da deposição inadequada dos RSU, pode-se destacar a coleta seletiva e a reciclagem. Estas, quando devidamente integradas, podem proporcionar diversos benefícios, tais como: redução dos volumes destinados para aterros, redução de áreas de deposição irregular, valoração e reinserção dos resíduos na cadeia produtiva, redução da necessidade de utilização de recursos naturais, entre outros. Contudo, apesar da importância da adoção destas ações, infelizmente vários municípios não apresentam políticas efetivas referentes a coleta seletiva e reciclagem, mesmo após a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos no ano de 2010 (Paschoalin Filho et al., 2014).

Dados disponibilizados por associações ligadas à coleta seletiva de resíduos sólidos e reciclagem, como a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), demonstram haver um crescimento constante nas atividades de coleta seletiva nos municípios brasileiros. Entretanto, os aterros ainda continuam recebendo um alto volume de material, que poderiam ter outra destinação, como a reciclagem ou compostagem.

Atividades ligadas à coleta seletiva são fortemente encorajadas pela PNRS, a qual demanda que os municípios implantem políticas públicas adequadas para tal. Estas políticas deverão, segundo a PNRS, ser discutidas com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. A coleta seletiva e a reciclagem permitem a inserção de pessoas no mercado de trabalho, muitas vezes ociosas por falta de acesso à educação e capacitação profissional (Alves; Meireles, 2013); além de diminuir a carga destinada aos aterros e a necessidade de extração de matérias-primas naturais (Paschoalin Filho et al., 2014).

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais — ABRELPE, informam que no Brasil, em 2022, foram gerados 81,8 milhões de toneladas de RSU. Destes, 76,1 milhões de toneladas foram coletados, demonstrando um déficit na ordem de 5,7 milhões de toneladas geradas e não coletadas; provavelmente descartadas incorretamente em lixões e vazadouros. Considerando os resíduos coletados, 61% - a maioria deles - foram encaminhados para aterros

sanitários, ou seja, 46,4 milhões de toneladas. Entretanto, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e vazadouros, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam um total de 29,7 milhões de toneladas em 2022 (ABRELPE, 2022).

Ainda segundo a ABRELPE (2022), a geração de RSU no Brasil, nos últimos 12 anos, saltou de 66,7 toneladas em 2010 para 81,8 em 2022, ou seja, um aumento percentual de 22,6% em pouco mais de uma década. Considerando a população total brasileira nos dois períodos, tem-se que a geração per capita foi de 348,3 kg/hab/ano em 2010 para 381 kg/hab/ano em 2022.

A importância da adoção da coleta seletiva como política pública

A definição de reciclagem, dada pelo PNRS, em seu artigo 3º, inciso XIV, diz que:

Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes (Brasil, 2010).

No mesmo artigo, em seu inciso V, a PNRS define a coleta seletiva como aquela realizada em massas de resíduos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (Brasil, 2010).

O resíduo reciclável é composto principalmente por papel, papelão, vidro, plástico (alguns tipos) e alumínio. São ditos “lixos secos” e devem ser separados dos demais resíduos e destinados à coleta seletiva, para serem posteriormente separados conforme o tipo de material, revalorizados e transformados em algum novo produto, sem a necessidade de retirar a matéria-prima da natureza.

A separação dos materiais recicláveis cumpre um papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos sob vários aspectos: estimula o hábito da separação do resíduo na fonte geradora para o seu aproveitamento, promove a educação ambiental voltada para a redução do consumo e do desperdício e gera trabalho e renda (Ribeiro; Besen, 2011).

Bringhenti e Gunther (2011) afirmam que os cidadãos se tornam os principais agentes de transformação quando o tema é gerenciamento de resíduos sólidos, uma vez que sua adesão, quando de maneira efetiva, consiste no alicerce do sistema. O autor também destaca necessidade de

informação e de divulgação dos programas e iniciativas implantadas, além da sensibilização e motivação da comunidade, fatores estes fundamentais para garantir os resultados esperados e sua sustentabilidade.

Besen et al. (2014) destacam que as práticas de coleta seletiva de resíduos integram a gestão de resíduos sólidos nos municípios brasileiros desde a década de 90, principalmente após a Conferência Rio 92, sendo praticadas pelas autoridades locais, empresas contratadas ou organizações de catadores.

Em relação aos catadores de recicláveis, a atividade foi reconhecida como categoria profissional e registrada na CBO (Classificação Brasileira de Ocupação), sob o n.º 5192-05, denominada “Catador de Material Reciclável”. Foi atribuída à categoria de trabalhadores as funções de coletar, transportar, triar, prensar, armazenar e negociar os materiais recicláveis para serem reutilizados.

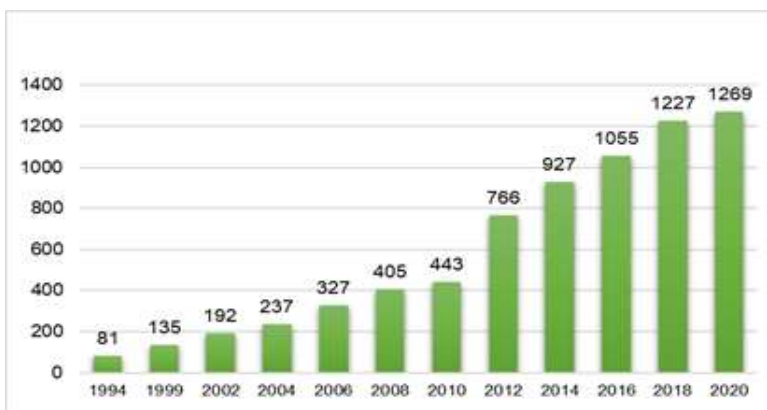
Bosi (2008) afirma que esta ocupação, muitas vezes, não deriva de uma livre escolha por parte do indivíduo, sendo que a maioria dos trabalhadores da reciclagem teve uma profissão ou mais de uma, a qual não pode mais ser exercida por razões diversas. O mesmo autor cita que a expansão da indústria de reciclagem guarda uma estreita relação com o crescimento da população de catadores, tornando-se um negócio viável e lucrativo, visto que encontrou um numeroso contingente de trabalhadores desocupados ou semi ocupados.

Associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis atuam na cadeia produtiva, trabalhando no processo de coleta e beneficiamento de materiais sólidos possíveis de reciclagem. Estas agregam valor por meio da quantidade acumulada, atuam na separação, prensagem e venda desses produtos às empresas de beneficiamento ou reciclagem, comentam Alves e Meireles (2013) e Besen (2011).

A PNRS determinou que os municípios brasileiros devem oferecer a coleta seletiva para população. Pode-se observar no gráfico seguinte (Figura 1) que, após o ano 2010, houve significativo aumento na quantidade de municípios que implantaram coleta seletiva. Na última década, praticamente triplicou o número de municípios com programa de coleta de recicláveis, porém estes representam apenas 22,78% do total de municípios brasileiros.

Cabe frisar que os municípios das regiões sul e sudeste concentram mais de 80% dos programas de coleta seletiva do país. Ainda assim, nem todos os municípios com o serviço implantado atendem a 100% de sua população (CEMPRE, 2020).

Figura 1 - Evolução histórica dos municípios com coleta seletiva



Fonte: CEMPRE (2020)

Quanto a forma de execução, o levantamento da CEMPRE (2020) aponta que 15,3% são realizados diretamente por equipe própria da Prefeitura; 39,4% são realizadas por organizações de catadores; e 45,3% são executadas por empresas licitadas. O modelo de coleta mais utilizado ainda é o realizado porta a porta, seguido pelos pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e Cooperativas. Os programas de maiores êxitos são aqueles em que há combinação de dois ou dos três modelos (CEMPRE, 2020).

No entanto, para um eficiente sistema de coleta seletiva mudanças no comportamento dos indivíduos se fazem necessárias. Para Bringhenti e Gunther (2011), os principais fatores que influem na motivação dos indivíduos para a participação em programas de coleta seletiva são: o meio ambiente e a qualidade de vida associados à melhoria da limpeza urbana, a redução do perigo, representado pela manipulação e disposição inadequada de RSU, a organização e a adequação da estrutura operacional implantada para dar suporte ao programa e a existência de ações continuadas de divulgação, mobilização e informação.

A Cidade de Pinhais e sua relação com a Coleta Seletiva

O município de Pinhais está inserido na Região Metropolitana de Curitiba — RMC. É o menor município do Estado do Paraná em extensão territorial, com área de 60,869 km². É também o município mais próximo da capital paranaense, a cerca de 9 km de distância. Conforme dados do IBGE (2021), a população estimada é de 134.788 habitantes, portanto a densidade demográfica é de 2.214,39 hab/m². Com relação aos setores censitários,

destaca-se que o município apresenta 100% da sua área do tipo urbano e está subdividido em 15 bairros.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) é uma das 14 secretarias que compõe o quadro atual da Prefeitura Municipal de Pinhais. É o órgão responsável pela gestão ambiental do município, incluindo o gerenciamento de resíduos sólidos e a fiscalização das atividades relacionadas aos resíduos. Dentre os departamentos da SEMMA existe o Departamento de Limpeza Urbana e Gestão de Resíduos (DEGER). Os principais serviços do departamento envolvem a coleta e destinação de resíduos, instalação e sinalização de lixeiras, realização de mutirões de limpeza, roçadas em vias e logradouros públicos, varrição de vias públicas, bem como estabelecer diretrizes de gerenciamento de resíduos sólidos em consonância com o estabelecido na PNRS, na Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e Resoluções do CONAMA condizentes.

Em Pinhais existe apenas uma cooperativa de materiais recicláveis, a Associação de Recicladores de Pinhais — AREPI, instituída com o apoio da prefeitura, que cedeu o terreno, realizou a construção do barracão, a compra dos equipamentos de triagem, e realiza o pagamento mensal das despesas com água, luz, manutenções nas instalações prediais e a destinação final dos rejeitos gerados na unidade.

A AREPI é uma associação de direito privado, constituída por tempo indeterminado, sem fins econômicos e com autonomia administrativa, financeira e patrimonial, de caráter organizacional, filantrópico, assistencial, promocional, recreativo e educacional, sem cunho político partidário, para atender a todos que a ela se dirigirem, independente de classe social, nacionalidade, sexo, raça, cor ou crença religiosa (Prefeitura Municipal de Pinhais, 2012).

A Associação possui Alvará de Funcionamento emitido pela Prefeitura Municipal de Pinhais e Licença Ambiental Simplificada (LAS) emitida pelo Instituto Água e Terra (IAT). A LAS da AREPI, de setembro de 2022 e com validade por 2 anos, permite a operação de barracão de triagem de recicláveis para o recebimento dos resíduos provenientes da coleta seletiva.

Todo o resíduo da coleta seletiva do município é realizado por meio de empresa contratada pela Prefeitura e são destinados a AREPI. A unidade recebe diariamente 4 caminhões baús com recicláveis para triagem e destina cerca de 2 caminhões compactadores de rejeitos para destinação final em aterros. Os resíduos não são pesados nem pela AREPI, nem pelo município, portanto os dados apresentados tanto pela Prefeitura quanto AREPI são estimativos. Com o caminhão da Associação os catadores fazem coletas em

algumas empresas e condomínios da região. Realizam também a compra de materiais recicláveis de catadores autônomos que coletam e levam ao barracão. Atualmente são 27 cooperados, número registrado ao final de maio de 2023. A Associação aceita a filiação de pessoas que trabalham como catadores de material reciclável, que estejam em plena capacidade civil, devendo obrigatoriamente ser residente no Município de Pinhais.

No município de Pinhais, a Lei Municipal n.º 761/2006 “dispõe acerca da coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos no município de Pinhais”. Em seu artigo 3º cita a busca por minimizar a geração de resíduos sólidos e pela adoção de processos de reutilização e/ou reciclagem de resíduos sólidos. Tal lei foi regulamentada pelo Decreto Municipal n.º 575/2009, criando o programa de coleta seletiva de resíduos recicláveis no município.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) foi instituído em 2012 por meio da Lei n.º 1335. Estabelece periodicidade máxima de 10 anos para sua revisão, processo que está em elaboração neste ano de 2023. A base para as legislações vigentes é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal n.º 12.305/2010.

Dados de 2017 apontam que no Estado do Paraná, composto por 399 municípios, 301 deles (75,4%) dispõem os RSU em áreas de aterro sanitário devidamente licenciadas pelo Instituto Água e Terra — IAT; 74 (18,5%) dispõem em áreas de aterro controlado e 24 (6,0%) dispõem em áreas de lixão ou vazadouro.

O relatório do IAT mostrou que, no curto espaço de tempo de apenas 4 anos, apesar de ainda não ter sido erradicada, houve redução significativa da deposição de RSU em áreas inadequadas. No ano de 2012, a quantidade de RSU depositada em locais inadequados representava 30% da geração total no Estado do Paraná; todavia, atualmente este valor caiu para 24% da quantidade total de RSU. A PNRS incentiva à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos. Isso justifica os avanços na destinação final dos resíduos sólidos dentre os municípios paranaenses, já que buscaram contratações de forma consorciadas / conjuntas ou em empresas terceirizadas.

Dados da Prefeitura de Pinhais revelam que a coleta de RSU no município variou entre 2485 e 3004 toneladas durante o ano de 2022. A Figura 2 exibe a quantidade mensal de RSU em toneladas, coletada em 2022, e a linha amarela traz a média mensal do período entre 2018 e 2022.

Figura 2. Quantidade mensal de RSU (t) coletada por meio da coleta convencional no município de Pinhais.



Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

As quantidades anuais de resíduos gerados município de Pinhais, para o período de 2012 a 2022, registrou média de 32.018,12 toneladas. Considerando a população do município, estimada em 134.788 habitantes, segundo o IBGE (2021), e considerando a quantidade gerada em 2022, de 31.794,86 ton., obtém-se uma taxa de geração per capita de 0,64 kg/hab/dia. Comparando aos dados da ABRELPE (2022), que apontaram o indicador médio de geração per capita brasileiro de 1,07 kg/hab/dia, conclui-se que Pinhais apresenta índice menor que a média nacional.

Em relação à coleta seletiva no município de Pinhais, o serviço atende todo o território pelo menos duas vezes por semana, em dias alternados aos da coleta convencional. Os resíduos recicláveis coletados por meio da coleta seletiva são destinados diariamente para a unidade de triagem da Associação dos Recicladores de Pinhais (AREPI). Esta separa os materiais e destina aquilo que pode ser reaproveitado e comercializado, e devolve o restante (rejeitos) para a mesma empresa destinar ao aterro sanitário.

A Figura 3 apresenta a estimativa mensal de coleta de resíduos recicláveis em Pinhais no ano de 2022 e a média mensal dos últimos 5 anos. Verifica-se que houve uma redução na massa de recicláveis coletada em 2022 em comparação com a média histórica dos últimos 5 anos.

Figura 3. Quantidade mensal de resíduos recicláveis (t) coletada na coleta seletiva no município de Pinhais.



Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Na Figura 4 são apresentadas as quantidades anuais de resíduos recicláveis coletados no município de Pinhais, além de representar a média de coleta período de 2012 a 2022. É possível observar que a quantidade coletada apresentou um decréscimo significativo. A partir de 2018, todas as quantidades anuais estão abaixo da média de coleta dos últimos dez anos.

Figura 4. Quantidade anual de resíduos recicláveis (t) coletada na coleta seletiva do município de Pinhais.



Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A partir dos dados apresentados, pode-se calcular o percentual de recicláveis dentre todo o RSU gerado no município. Em 2022, Pinhais contabilizou um total de 31.794,86 ton. de RSU e 1.059,59 ton. de resíduos

recicláveis, portanto, o município reciclou apenas 3,3% dos seus resíduos. O índice de reciclagem no Brasil, consoante a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais — ABRELPE (2022), é de 4%. Dessa forma, a cidade de Pinhais situa-se abaixo da média nacional.

Considerações finais

A análise do panorama do programa da coleta seletiva no município de Pinhais permite concluir que os índices de reciclagem são baixos se comparados a quantidade total de resíduos gerados diariamente. Diante disso, é possível constatar que o programa de coleta seletiva e a parceria com a AREPI, desde 2010, necessita evoluir no sentido de buscar maior efetividade na redução, reutilização e reciclagem dos RSU.

Deve-se observar também que os números demonstraram queda na quantidade de resíduos recicláveis coletados ao longo dos últimos 5 anos. Este fenômeno pode ser explicado pela interferência de vários coletores avulsos no município. Estes acabam passando na rota da coleta de recicláveis, antes do caminhão, e retirando aquilo que tem maior valor comercial. Isso, de certa forma, impacta na quantidade de resíduos oficialmente contabilizada na AREPI e, conseqüentemente, contribui para a redução do índice oficial de material reciclável coletado no município.

Outro dado, que corrobora a afirmação que o programa precisa evoluir, está relacionado ao Estudo de Caracterização Gravimétrica realizado no município em 2012 e 2023. Ele permitiu verificar uma grande parcela de materiais recicláveis destinados junto à coleta convencional, embora tenha reduzido de 44,74% para 25,53% nos dois períodos. Vale observar também a quantidade de resíduos orgânicos na composição gravimétrica, que foi de 22,6% para 47,92% no mesmo estudo. Considerando que tanto os recicláveis, quanto os orgânicos poderiam ser reutilizados e comercializados, restaria algo próximo a 26% de rejeitos e outros materiais que obrigatoriamente deveriam ser destinados ao aterro sanitário.

Dentre os diversos benefícios ao meio ambiente, a melhoria na coleta seletiva e reciclagem também resultaria em economia aos cofres públicos. Os valores pagos pela Prefeitura de Pinhais nos serviços de coleta regular e transporte até a destinação final de resíduos sólidos domiciliares, totalizam R\$ 397,92 por tonelada. Supondo a redução a 26% das 32 mil toneladas médias destinadas ao aterro por ano, representaria uma expressiva economia de R\$ 9.422.745,60 no exercício financeiro 2023.

Referências

ABRELPE — Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo, 2022.

ALVES, J. C. M.; MEIRELES, M. E. Gestão de Resíduos: As possibilidades de Construção de uma rede solidária entre associações de catadores de materiais recicláveis. **Revista Sistema e Gestão**. Rio de Janeiro, v. 8, n.º 02, p. 160–170, 2013.

BESEN, G. R. **Coleta Seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 274 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H.; GUNTHER, W. M. R.; JACOBI, P. R. Coleta Seletiva na região metropolitana de São Paulo: Impactos da política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 17, n.º 3, p. 259–278, 2014.

BOSI, A. P. A organização capitalista do trabalho “informal”: o caso dos catadores de recicláveis. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 23, n.º 67, p. 101–116, 2008.

BRASIL. **Lei n.º 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRINGHENTI, J. R.; GUNTHER, W. N. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n.º 4, p. 421–430, 2011.

CEMPRE — Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Pesquisa Ciclosoft 2020**. São Paulo. 2020.

GOMES, M. H. S. C.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; PEREIRA, R. S. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios Brasileiros, municípios Paulista e municípios da região do ABC. **Revista Administração**, v. 7, Edição Especial, p. 93–110, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2023.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; SILVEIRA, F. F.; LUZ, E. G.; OLIVEIRA, R. B. Comparação entre as massas de resíduos sólidos urbanos coletadas na cidade de São Paulo por meio de Coleta Seletiva e Domiciliar. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n.º 3, p. 19–33, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINHAIS. **Lei Municipal 1335/2012**. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Pinhais, PR. Disponível em: <https://pinhais.atende.net/>. Acesso em: jun. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINHAIS. **Lei Municipal 761/2006**. Dispõe sobre coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos no município de Pinhais. Pinhais, PR. Disponível em: <https://pinhais.atende.net/>. Acesso em: jun. 2023.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R. Panorama da coleta seletiva no Brasil: Desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 2, n.º 4, p. 2-18, 2007.

A influência da revolução tecnológica na Indústria 4.0 e na Cadeia de Suprimentos

Dyego S. Menezes¹¹

Letícia Souza Netto Brandi¹²

1 Introdução

A quarta revolução industrial, popularmente denominada com o termo “Indústria 4.0”, é um conjunto de atividades caracterizadas pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas, proporcionando uma nova forma de produção e gestão empresarial. Ao longo da história, conforme apresentado na Figura 1, a indústria se moderniza gradativamente, acompanhando tecnologias vigentes em cada período, aumentando o domínio do setor industrial e ao mesmo tempo fazendo parte do cotidiano das pessoas (Skilton; Hovsepi-An, 2018).

Figura 1 - Fases da indústria.



Fonte: ccaexpress.com.br, 2019.

¹¹ Pós-graduando em Gestão Estratégica de TI IFSP – Campus Bragança Paulista. E-mail: dyego.m@aluno.ifsp.edu.br

¹² Docente do Instituto Federal de São Paulo – Campus Bragança Paulista. E-mail: prof.leticia@ifsp.edu.br

A atual revolução tecnológica impacta significativamente diversos setores da economia: gestão, operações e vendas, favorecendo a estratégia, agilidade e eficiência, através de uma maior integração de sistemas, digitalização dos processos e a interconexão entre máquinas, sistemas e pessoas. A combinação de tecnologias emergentes está impulsionando a criação de fábricas inteligentes, nas quais máquinas autônomas, sensores inteligentes e sistemas de análise de dados trabalham em conjunto para melhorar a qualidade dos processos e do produto final, além do incremento da produtividade x redução de custos.

A cadeia de suprimentos é responsável por integrar fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas em uma rede interconectada, de acordo com o *Institute for Management Development (IMD)* (Anderl, 2015).

Diante disso, este trabalho visa identificar as ferramentas disponíveis para as empresas alcançarem a Logística 4.0, componente fundamental do ecossistema da Indústria 4.0.

2 Problematização

Conforme relata FIRJAN (2016), apesar da oferta crescente de recursos tecnológicos para melhoria contínua de processos, ainda visualizamos no mercado brasileiro diversas empresas que possuem parte ou até a totalidade de seus setores que não utilizam essas novas tecnologias, consideradas ainda fixadas na etapa anterior da Revolução Industrial.

Embora a implementação da Logística 4.0 forneça inúmeros benefícios para as organizações, tais como aumento na eficiência produtiva, redução de custos e melhoria da qualidade do serviço prestado, além de ser um importante diferencial competitivo perante o mercado, ela também apresenta desafios e decisões relevantes para sua implantação. Além dos custos financeiros, a empresa também precisa considerar outros riscos, tais como:

- Segurança dos dados e a confiabilidade das tecnologias utilizadas. A Logística 4.0 envolve a coleta, armazenamento e análise de grandes quantidades de dados que precisam ser protegidos contra ataques cibernéticos. A empresa precisa garantir que as tecnologias utilizadas sejam confiáveis e estejam atualizadas, a fim de evitar falhas e interrupções nos processos logísticos;
- Realizar investimentos em infraestrutura, treinamento e capacitação da equipe, além de adquirir os equipamentos e softwares adequados. Esses

custos podem ser altos, especialmente para empresas de pequeno porte, o que pode dificultar a adoção da Logística 4.0;

- Outro desafio que a empresa pode enfrentar com a adoção da Logística 4.0 é a resistência à mudança por parte dos funcionários. Muitas vezes, os colaboradores podem sentir-se inseguros e receosos com a automação e digitalização dos processos, temendo que suas funções sejam substituídas por máquinas. Para minimizar esse problema, é fundamental investir em treinamentos e capacitação, mostrando aos colaboradores como as novas tecnologias podem facilitar e otimizar suas tarefas, permitindo-lhes focar em atividades mais estratégicas e de maior valor agregado.

3 Objetivo Geral e Específicos

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar um estudo, desenvolvido em uma empresa de automação multinacional, localizada no sul de Minas Gerais, com atribuições de suprimentos em todo território brasileiro. Os objetivos específicos foram assim estabelecidos:

- a) Explorar os principais conceitos e características da Logística 4.0;
- b) Identificar as ferramentas que impulsionam para a transformação digital;
- c) Observar as dificuldades para adoção de novas ferramentas;
- d) Reconhecer as vantagens alcançadas quando implementadas as tecnologias atuais.

Espera-se, com este estudo, o fornecimento de informações importantes sobre os desafios e implicações da implementação da logística 4.0 em uma empresa. As descobertas podem auxiliar outras organizações na compreensão de pontos críticos que devem ser considerados, bem como nas estratégias para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades oferecidas por essa abordagem inovadora. Este estudo poderá contribuir para a literatura existente sobre logística 4.0, fornecendo novas perspectivas e conhecimentos sobre o tema.

4 Metodologia

Os métodos científicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho estão relacionados em:

- a) pesquisa aplicada, ou seja, aquela que está direcionada para o conhecimento de novos processos ou produtos para as necessidades do mercado;

b) estudo de caso, baseado na estratégia metodológica do tipo exploratória e descritiva, através de estudo de caso único;

c) o método de pesquisa adotado foi qualitativo com a estratégia da pesquisa-ação, ou seja, quando envolve a observação direta e sistemática de comportamentos, eventos ou fenômenos em um ambiente natural.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), qualifica-se pesquisa exploratória aquela que se encontra em estágio preliminar, tendo como finalidade a obtenção de maiores informações sobre o assunto a ser investigado, permitindo sua definição e seu delineamento, com o objetivo de facilitar o balizamento do tema da pesquisa, orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto. A pesquisa exploratória assume, em geral, as formas de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

O método pesquisa-ação depende da sua finalidade e da circunstância no qual é aplicada. Quanto a seus objetivos, a pesquisa-ação é organizada para verificar os objetivos técnicos de um ator social que dispõe de suficiente autonomia para encomendar e controlar a pesquisa. Os pesquisadores assumem os objetivos definidos e orientam a investigação em função dos meios disponíveis. Quanto a conjuntura, a pesquisa-ação acontece dentro de uma organização (empresa ou instituição) na qual existe hierarquia ou grupos cujos relacionamentos apresentam problemas (Thiollent, 2007).

A elaboração deste artigo foi apoiada na pesquisa-ação e executada por pesquisa bibliográfica em artigos, trabalhos acadêmicos a respeito do processo de industrialização de uma empresa do setor Industrial, verificando as ferramentas atualmente utilizadas e propondo o uso de novas tecnologias para promover a transformação digital no ecossistema empresarial.

5 Conceitos Fundamentais da Indústria 4.0

De acordo com Schwab (2016), a Indústria 4.0 baseia-se em alguns conceitos fundamentais que a tornam uma realidade. Entre esses conceitos destacam-se a Internet das Coisas (IoT), que permite a conexão de dispositivos físicos à internet; a computação em nuvem, que oferece poder de processamento e armazenamento de dados escaláveis; a inteligência artificial (IA), que possibilita a automação inteligente de tarefas e a tomada de decisões baseada em dados; e a segurança cibernética, que garante a proteção dos sistemas e dados contra ameaças virtuais.

A Indústria 4.0 é impulsionada por diversas tecnologias-chave que possibilitam a transformação digital das indústrias. Entre essas tecnologias,

destacam-se a robótica avançada, que permite a automação de processos complexos e a colaboração homem-máquina; a impressão 3D, que possibilita a fabricação de produtos customizados e a prototipagem rápida; a realidade aumentada, que fornece informações contextuais e instruções visuais em tempo real; e a análise de dados, que utiliza algoritmos e técnicas de IA para extrair insights e melhorar a tomada de decisões (Coelho, 2016).

5.1 A Transformação da Cadeia de Suprimentos na Indústria 4.0

A revolução tecnológica da Indústria 4.0 tem um impacto profundo na cadeia de suprimentos, alterando sua dinâmica e exigindo uma nova abordagem na gestão. As principais mudanças incluem a maior integração e visibilidade dos processos, o uso de sistemas de rastreamento em tempo real, a personalização em massa, a produção sob demanda, a logística inteligente e a colaboração entre os elos da cadeia.

5.2 A Eficiência e Agilidade na Cadeia de Suprimentos

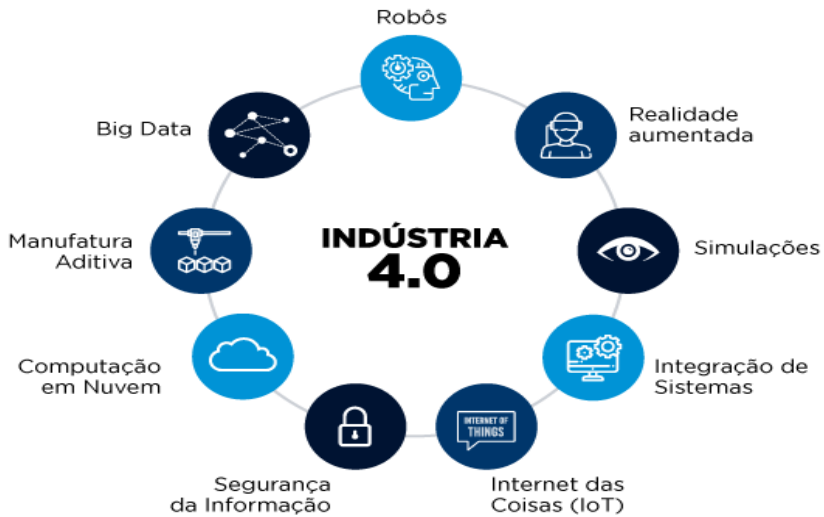
A aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos resulta em ganhos significativos de eficiência e agilidade. A automação dos processos reduz o tempo de produção, minimiza erros e permite a otimização dos recursos. Além disso, a coleta e análise de dados em tempo real permitem o monitoramento constante dos estoques, demandas e fluxos de transporte, facilitando a tomada de decisões em tempo hábil.

Para termos de eficiência no gerenciamento da cadeia de suprimentos, precisamos sincronizar a correta comunicação assertiva entre associados, fornecedores e clientes. A Logística 4.0 fornece uma grande quantidade de dados, aumentando a capacidade de reconhecer padrões de consumo, desejos de compra e buscas na internet, possibilitando a aplicação de automações nos processos.

6 Ferramentas tecnológicas da Logística 4.0

Como todos os avanços tecnológicos existentes, as tecnologias que são agregadas a esse novo modelo, têm sua base subdividida em outras tecnologias conforme apresentado na Figura 2, que podem ser intercaladas ou combinadas entre si, e que podem gerar melhores resultados e mais satisfatórios (Skilton; Hovsepi-An, 2018).

Figura 2 - Tecnologias da Indústria 4.0.



Fonte: Teles, 2017.

6.1 Sistemas Ciberfísicos

Os Sistemas Ciberfísicos ou CPS – Cyber Physical System, são sistemas formados por componentes eletrônicos computadorizados e elementos físicos, sejam eles máquinas ou homens. Criados com a finalidade de interagir entre si, as comunicações entre esses sistemas são realizadas por meio de uma rede sem fio, redes industriais, ou internet cabeada. De acordo com Porto Neto (2021), estes sistemas possuem uma área ampla de funcionamento, fazendo com que seja iniciado uma grande quantidade de serviços com foco em propor soluções para diversas áreas e projetos automatizados. Embasado em três pilares de sustentação: a comunicação, a computação e o controle da informação. No futuro, os equipamentos baseados nesta tecnologia terão os dados integrados de sensores e informações, criando um ambiente interativo seja ele industrial, comercial ou de serviços (Cheng et al., 2016).

6.2 Realidade Aumentada

A realidade aumentada é uma das tecnologias mais inovadoras da indústria 4.0 e conseqüentemente com custo maior de implantação. Ela utiliza câmeras nos postos de trabalho. No início, sua utilização na indústria era somente para capturar imagens estáticas. Com o aumento da capacidade

de processamento de dados, uso de sistemas e interligação com a rede, as câmeras têm uma sólida participação nas linhas de produção (RTI AUTOMAÇÃO, 2018).

Um exemplo de utilização seria o processo de recebimento de materiais. Na chegada de um veículo na portaria, é capturada a informação de quais notas fiscais estão neste veículo. A tecnologia de visão artificial faz a leitura da placa desse caminhão, dando entrada automaticamente nestas notas fiscais, iniciando o processo do armazém e controle dos estoques.

6.3 Simulações

Para executar uma simulação no ambiente empresarial, utilizamos o termo gêmeo digital, usado pela primeira vez em 2003, pelo professor Dr. Michael Grives da Universidade de Michigan (Moura; Nascimento, 2018). Utilizando softwares específicos e aplicando a uma linha de produção, é criado um gêmeo digital, recriando o processo real de produção, analisando as causas – raiz e previsibilidade de falhas, antecipando as ações que serão tomadas baseadas em dados muito mais confiáveis e sem os riscos e custos dos períodos de testes. É possível acompanhar a produção do produto em tempo real, permitindo realizar intervenções na customização ou desenvolvimento, melhorando a performance da produção. Esse processo diminui a probabilidade de falhas, reduz os custos e favorece a criatividade ao processo.

6.4 Integração de sistemas

Uma das premissas da indústria 4.0 é a integração de sistemas. Seu foco é conectar os setores internos e externos de uma empresa, efetuando o envio e recepção de dados e transformando em informações úteis para o correto funcionamento dos sistemas. Os recursos são analisados, sugerindo atividades para melhoria contínua em toda a cadeia de produção, além dos segmentos de suporte. A troca eficiente de informações permite tomar decisões assertivas menos burocráticas.

A falta de sistemas integrados no âmbito empresarial resulta na coleta de dados de forma manual, registrando em documentos físicos. Esse processo analógico não é eficaz e totalmente suscetível a falhas. Sua equipe demora mais tempo ao executar as atividades e ao verificar se um determinado produto ou serviço atendeu os requisitos do cliente. Outro ponto importante é a verificação de estoque e níveis de produção da cadeia de abastecimento.

6.5 Internet das coisas - IOT

Com o objetivo de aumentar a eficiência operacional dos processos, temos o crescimento gradativo da IOT (Internet of Things) ou Internet das Coisas. Nos meios de transmissão convencional, temos como atores de recepção e transmissão os seres humanos. Já no IOT, esses atores são os equipamentos (as coisas). Eles enviam e recebem as informações automaticamente (Magrini, 2019).

A coleta de dados simultânea favorece o acompanhamento e melhorias dos processos em tempo real. Essa troca de dados entre esses dois equipamentos pode ser via Wireless, bluetooth ou via satélite.

No nosso cotidiano, a IOT já é encontrada em todos os lugares. Todo tipo de dados circula pela rede, favorecendo diversos setores, que utilizam essa troca rápida de informações para incrementar as vendas, desenvolver novos produtos e serviços (SAS, 2018).

6.6 Manufatura aditiva

Popularmente conhecido como impressora 3D, este processo consiste em equipamentos no qual camadas de materiais são sobrepostas e aglutinadas, formando diversos objetos.

A impressora 3D tem um funcionamento disruptivo, possui um sistema operacional específico. Após a determinação do esboço inicial do produto e definir qual será a composição da matéria – prima que será utilizada. Após esta etapa, os dados são enviados para os motores que trabalham com eixo tridimensional (eixo X, Y e Z). Conforme esses parâmetros, o processo é iniciado. No bico de entrada do material, existe um sensor que aquece o material até chegar no estado liquefeito, posicionando e injetando o material linha por linha, até que o objeto final seja produzido

6.7 Computação em Nuvem

Cloud Computing ou computação em nuvem fornece inúmeras vantagens às organizações que a contratam. Esta tecnologia reduz e, em alguns casos, até elimina a necessidade de servidores físicos locais. Isto reduz muito o custo de implantação, equipamentos e mão de obra.

Outra vantagem na contratação deste serviço é que os dados ficam extremamente protegidos com várias camadas de segurança, reduzindo as invasões e vazamento, já que as camadas de segurança de empresas específicas deste serviço são muito mais aprimoradas e específicas para sua utilização.

A possibilidade de acesso seguro, rápido, simultâneo, 24 x 7, de qualquer localidade no mundo e por qualquer dispositivo habilitado para acesso é um grande atrativo para esta contratação. Inclusive, possibilitando acesso ao banco de dados por terceiros, fornecedores.

Devido ao surgimento de várias empresas oferecendo estes serviços com maior qualidade e segurança, a relação de custo-benefício se torna fator chave para a contratação deste serviço.

6.8 Segurança Cibernética e criptografia de dados

Qualquer organização que siga os recursos e padrões da indústria 4.0, precisam garantir os maiores níveis de segurança. Esse tema é crítico, pois com o crescimento da troca de informações, conexões e integração de sistemas, aumentam os riscos com segurança ou ataques cibernéticos a partir de um simples click em algum link suspeito, o vírus pode se alastrar por toda empresa, trazendo impactos econômicos e legais.

Ações que aumentam o nível de segurança incluem criptografia, segregação de sistemas em camadas, restrição de acesso e transmissão de dados entre sistemas, utilização de protocolos de autenticação e autorização de acesso.

Os dados gerados e armazenados na nuvem podem conter desde um arquivo básico, até dados contábeis e bancários, jurídicos, dentre outros. Por este motivo, as empresas necessitam investir em criptografia e segurança, atualizando constantemente os dados de segurança evitando transtornos e protegendo seu patrimônio.

6.9 Big Data

Big Data é a tecnologia que possui a capacidade de processamento de uma grande quantidade de dados e de diversas fontes. Tornou-se poderosa ferramenta para auxiliar a análise de todas as tecnologias. Existem no mercado diversos profissionais que vem se especializando cada vez mais neste processamento de dados em massa, conforme apresentado na Figura 4. Na indústria 4.0, um dos principais diferenciais é o processamento através de algoritmos avançados de grande quantidade de dados. Estes algoritmos possuem a capacidade de aprendizado, criando simulações e integrados aos equipamentos, fazendo análise das informações dos processos, sugerindo possíveis alterações e/ou ações de melhoria contínua, além de trabalhar na prevenção de falhas no processo, evitando paradas de linha, defeitos no produto.

6.10 Rastreabilidade e códigos de barras

Dentro da indústria 4.0, a rastreabilidade de materiais é extremamente importante para controle de produção e movimentação, origem e destino, lotes de fabricação para controle de validade e qualidade. Além da necessidade de utilização de equipamentos e dispositivos específicos para esse acompanhamento de todo o ciclo do produto, há adequações que precisam ser realizadas nos itens fisicamente, para que possibilite a comunicação do item com o sistema.

Para que esta ferramenta seja utilizada, praticamente todos os produtos em circulação possuem etiquetas anexadas, conforme Figura 3, trazendo informações de controle, fabricação, nomenclaturas, validade, dentre outras.

Figura 3 – Etiquetas de rastreabilidade industrial.



Fonte: Silveira, 2015.

6.10.1 RFID

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) opera com a transmissão de ondas de rádio para a identificação de produtos.

A etiqueta que é anexada ao item fisicamente, possui um microchip energizado que tem o funcionamento de antena, responsável por receber o sinal emitido pelo leitor de radiofrequência.

6.10.2 Código de Barras

O Código de Barras é um código bidimensional numérico, composto por faixas verticais escuras e espaçamento claro. As espessuras destas faixas oscilam entre si, possibilitando a identificação de cada caractere.

6.10.3 QRCode

O QR Code (Quick Response ou Resposta Rápida), é representado por uma imagem composta por formas quadradas com dimensões que também oscilam de um quadrado a outro e sua codificação é alfanumérica, ou seja, pode conter letras, números e caracteres especiais. Esta capacidade possibilita o uso de QR Code não só na indústria 4.0, como também em anúncios, propagandas, pois possibilita a inserção de codificação de URL, redirecionando para sites, banco de dados, imagens, dentre outras.

Para qualquer modelo de etiquetas acima descritos, a utilização de equipamento para captura desta imagem é necessária. Leitores de dados, sensores e até mesmo SmartPhones já possuem essa capacidade de processamento.

7 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional com mais de 60 anos de história no setor de automação industrial, especializada em produtos eletrônicos e químicos, com a sua unidade fabril situada no sul do Estado de Minas Gerais e escritório administrativo em São Paulo. A empresa utiliza a tecnologia ERP Oracle para suporte nas atividades administrativas, financeiras e gestão de estoques. Este estudo concentrou-se na área de Operações em nível estratégico, no qual avaliamos o cenário atual, e propondo as ferramentas para a melhoria dos processos.

Atualmente, a maior concentração de utilização por parte da operação no ERP Oracle consiste no controle de saldo sistêmico, controle de pedidos pendentes de separação e faturamento. Não existe um software específico para gestão de estoques – WMS (Warehouse Management System). O processo de conferência se torna crítico pois é totalmente manual, não utiliza leitura de código de barras e/ou QR Code. Como resultado, o processo perde a eficiência operacional, exigindo uma redução na velocidade de processamento, perda de qualidade e erros operacionais, e grande índice de reclamação dos clientes.

A partir do conhecimento das tecnologias-chave que impulsionam para a Logística 4.0, vislumbra-se a possibilidade de implementação dos processos de controle e execução digital na operação logística. As ações se iniciam desde os fornecedores, padronizando etiquetas com código de barras e/ou QR Code com as informações necessárias do item, possibilitando também a utilização de etiquetas inteligentes RFID. Implementar a ferramenta de WMS integrada ao sistema Oracle através da tecnologia API, com leitores de código de barras, vislumbrando o processo de conferência e garantia do item por leitura digital, reduzindo erros de conferência em 90%

e aumentando a produtividade e excelência operacional em 70%, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Redução erros de separação com o processo digital.



Fonte: Menezes, 2023.

8 Conclusão

A pesquisa bibliográfica e o desenvolvimento do conteúdo deste artigo possibilitaram o entendimento e compreensão dos conceitos e impactos da tecnologia na cadeia de suprimentos e na indústria 4.0, favorecendo também o conhecimento de técnicas e utilização das ferramentas buscando o incremento de processos automatizados, reduzindo o volume de falhas e desperdícios no processo, maximizando lucros e expandindo seus negócios.

A adoção das ferramentas da Logística 4.0 vai permitir a empresa estudada uma melhor comunicação e integração entre as diversas etapas do fluxo do pedido, desde a origem no fornecedor, processamento interno e até a entrega no cliente final. Isso vai possibilitar um monitoramento em tempo real de todas as etapas do processo, facilitando a identificação de problemas e a implementação de soluções de forma mais ágil. A troca de informações em tempo real também possibilitará uma melhor previsão da demanda, facilitando o planejamento e evitando a falta ou o excesso de estoque. Com uma análise criteriosa e um planejamento adequado, é possível aproveitar os benefícios da Logística 4.0 e obter vantagens competitivas no mercado.

Uma pesquisa da Capgemini Research Institute intitulada "The Digital Supply Chain's Missing Link: Focus" mencionou que as empresas

que adotaram a Logística 4.0 experimentaram uma evolução em média de 15% a 30% em eficiência operacional e redução de custos. A pesquisa destacou que esses ganhos são alcançados por meio de maior visibilidade da cadeia de suprimentos, previsões mais precisas da demanda, otimização de rotas de transporte. A Logística 4.0 possibilita uma melhor gestão dos estoques, tornando-os mais enxutos e reduzindo a necessidade de capital de giro. Outro benefício é a melhoria na qualidade do atendimento ao cliente, com processos mais rápidos e precisos, além da possibilidade de oferecer serviços como rastreamento em tempo real e entregas mais rápidas.

Referências

ANDERL, R. **Industrie 4.0: Fundamentals Scenarios for Application and Strategies for Implementation**. Technische Universitat Darmstadt, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INTERNET INDUSTRIAL. Disponível em <https://abii.com.br/com-abii-single-post-conheca-as-tecnologias-habilitadoras-da-industria-4-0-e-algumas-aplicacoes/>. Acesso em: 25 Jun. 2023

BOIN, Igor Machado; SILVA, Nirceu Machado da. Logística 4.0: Uma revisão sistemática da literatura. **XX Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)**, 2013.

CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE - **The Digital Supply Chain's Missing Link**: Focus (2019). Disponível em <https://www.capgemini.com/research/the-digital-supply-chains-missing-link-focus/>. Acesso em 08 Ago 2023.

CITY SYSTEMS. Disponível em <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-rastreabilidade/>. Acesso em: 02 Jul. 2023

COELHO, P. M. N. N. **Rumo à Indústria 4.0**. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra: 2016.

CONCEIÇÃO, C. S. Da revolução industrial à revolução da informação: uma análise evolucionária da industrialização da América Latina. **Lume Rep. Dig.**, 2012.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Indústria 4.0: internet das coisas. Rio de Janeiro: **Cadernos SENAI de Inovação**, 2016. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557E033FAC372E&inline=1> Acesso em 11 Jul. 2023

NAZIR, KHAN. **Systematic analysis of healthcare big data analytics for efficient care and disease diagnosing**. Disponível em

<https://www.nature.com/articles/s41598-022-26090-5>. Acesso em 04 Jul. 2023

NOGUEIRA LIMA, VINÍCIUS. **A Tecnologia 5G e a Indústria 4.0 no Brasil** – Os desafios da indústria nacional. Ouro Preto – MG, 2022

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2^a. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

Mapeamento de itens utilizados para medição e avaliação da arquitetura corporativa nas diferentes perspectivas

Luiz Carlos Pereira Filho¹³

Cristina Correa de Oliveira¹⁴

1. Introdução

A Arquitetura Corporativa (AC) fornece uma visão holística que abrange aspectos de processos de negócios, dados, aplicações e tecnologia, habilitando as organizações para alcançarem um alinhamento estratégico entre as atividades empresariais de negócios e Tecnologia da Informação (TI) e, com isso, melhorar a vantagem competitiva. Isso é efetivado por meio da modelagem e avaliação de sistemas de informação, bem como dos processos de negócios, além das tecnologias e infraestruturas subjacentes (The Open Group, 2018).

A avaliação da AC desempenha um papel de reduzir os fatores de risco que frequentemente levam projetos corporativos a falharem (Ahmadi *et al.*, 2019). Para uma avaliação efetiva, é imperativo estabelecer atributos de qualidade, indicadores e métricas, sendo que estes itens devem refletir as características que afetam a capacidade dos produtos e serviços fornecidos pela organização (Hneif e Lee, 2011).

No entanto, a avaliação e medição da AC podem encontrar obstáculos oriundos da complexidade da própria AC. Entre os desafios, pode-se citar a ausência de abordagem padronizada para avaliação, limitando o potencial de se obter resultados precisos e comparáveis. Compreender, de maneira abrangente, metas e objetivos, bem como as relações com itens característicos usados para avaliação, é crucial para assegurar a eficácia do processo de medição e avaliação (Saleem e Fakieh, 2020).

Este trabalho apresenta uma classificação de itens usados na medição e avaliação da AC. A classificação foi feita com base nas 4

¹³ IFSP - Campus Bragança Paulista. E-mail: filho.luiz@aluno.ifsp.edu.br.

¹⁴ IFSP - Campus Bragança Paulista. E-mail: crisolive@ifsp.edu.br.

perspectivas da AC: negócios, dados, aplicações e tecnologia (The Open Group, 2018).

A justificativa para essa classificação dos itens de medida em perspectivas de domínios se dá pela necessidade de uma abordagem estruturada e sistemática para identificação dos itens mais relevantes para a avaliação e medição da AC, o que promove uma visão em que todos os participantes possam visualizar e ter compreensão da relevância dos diferentes elementos envolvidos na avaliação da AC. Ao mesmo tempo, essa classificação pode dar foco a aspectos-chave abordados por perspectivas, permitindo uma abordagem mais ampla para identificar os itens e características de maior impacto e relevância em cada domínio (Ahmadi *et al.*, 2019).

O objetivo geral deste estudo é classificar os itens usados na avaliação da AC baseados nas perspectivas de negócios, dados, aplicações e tecnologia. Para alcançar esse objetivo geral, os objetivos específicos foram estabelecidos: a) levantamento dos itens; b) agrupamento dos itens redundantes ou similares; e c) classificação dos itens baseados nos domínios da AC.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a segunda seção apresenta uma revisão da literatura referente a temática do trabalho, a terceira seção apresenta a metodologia adotada para a pesquisa, a quarta seção apresenta a etapa de agrupamento dos itens de medição da AC, a quinta seção apresenta a etapa de classificação dos itens em perspectivas da AC, a sexta seção apresenta os resultados e discussões e, finalmente, a última seção apresenta as conclusões.

2 Fundamentação Teórica

Para o desenvolvimento deste artigo, foram estudados artigos e pesquisas relacionadas à AC e às práticas empregadas para medição e avaliação.

2.1 A Arquitetura Corporativa

A AC é uma disciplina dedicada a fornecer e apoiar uma visão abrangente e estratégica, a qual engloba tanto processos empresariais quanto as dimensões de TI, colaborando para assegurar a eficiência e eficácia na utilização de recursos de TI para alcançar os objetivos de negócios (Abdallah, Abran e Villavicencio, 2022). A ac, em sua configuração integral, abrange uma série de perspectivas essenciais: uma perspectiva de negócios, que descreve os processos e objetivos empresariais; uma

perspectiva de dados, que descreve os dados e as informações utilizadas pela organização; uma perspectiva de aplicativos, que descreve os aplicativos e sistemas que dão suporte aos processos de negócios da organização; e uma perspectiva tecnológica, que descreve a infraestrutura técnica subjacente (Schwer *et al.*, 2018).

Ao integrar a modelagem decisória com a estratégia empresarial, as organizações efetivamente asseguram que seus investimentos em TI estejam em sintonia com seus objetivos empresariais. Nesse sentido, a AC possibilita uma compreensão aprofundada da estrutura organizacional, possibilitando a tomada de decisões estratégicas e uma gestão eficiente dos recursos de TI (Pérezcastillo, Ruiz e Piattini, 2020). Ademais, pode ser útil para a tomada de decisões estratégicas de TI, como a seleção de novas tecnologias ou a alocação de recursos de TI (Abdallah, Abran e Villavicencio, 2022).

2.2 Medição e Avaliação da Arquitetura Corporativa

A medição e avaliação da AC é um aspecto crucial da gestão da AC. Os benefícios da AC, muitas vezes, são intangíveis e difíceis de medir, o que torna desafiador avaliar a qualidade e eficácia das iniciativas da AC. Vários estudos propuseram frameworks e modelos para possibilitar a medição e avaliação efetiva da AC, por meio de abordagens estruturadas e com uso de padrões.

Estabelecer medidas é fundamental para garantir a qualidade dos produtos e serviços fornecidos pelas organizações. Essas medidas, que podem ser qualitativas ou quantitativas, são características que definem a qualidade de um produto ou serviço, como desempenho, confiabilidade, segurança e usabilidade (Niemi e Pekkola, 2016).

No contexto da AC, o estabelecimento dessas medidas é especialmente importante para garantir que a AC esteja mantendo o alinhamento entre os objetivos de negócios e TI de maneira efetiva. Medir e avaliar a AC habilita a corporação na identificação de oportunidades de melhorias, otimizações nos processos e recursos (Hneif e Lee, 2011).

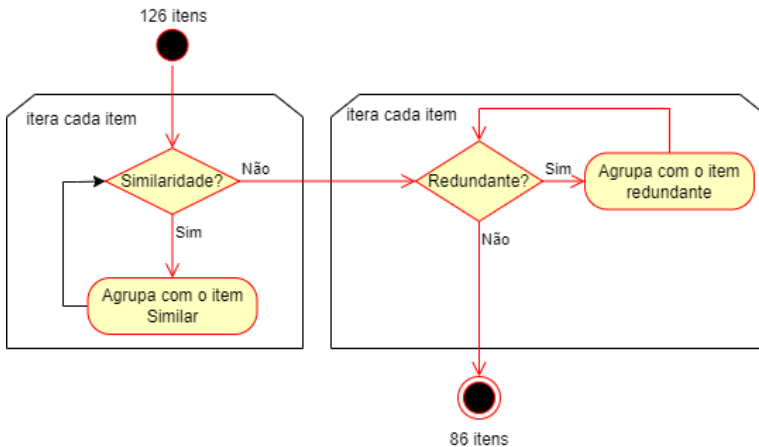
3 Metodologia

A pesquisa consistiu em agrupar e classificar 126 itens de medidas nas perspectivas da AC. Os itens foram identificados em uma revisão sistemática da literatura, previamente realizada, e extraídos dos trabalhos de Bachoo (2018), Ilin *et al.* (2017), Lakhrouit, Baina e Benali (2014), Mirsalari e Ranjbarfard (2020) e Niemi e Pekkola (2016).

Primeiramente, o agrupamento foi realizado entre itens redundantes e itens semelhantes, cuja sentença que o define possui o mesmo significado no contexto da AC. Um exemplo de similaridade de itens é a relação entre "Redução da Complexidade", "Simplificação" e "Simplificação dos Processos e Aplicações", que foram agrupados em "Simplificação dos Processos e Aplicações". Além disso, como um exemplo de redundância, temos os termos "Disponibilidade" e "Disponibilidade de Recursos", que foram agrupados para "Disponibilidade de Recursos".

Nessa etapa de agrupamento, cada item foi comparado com todos os demais, conforme procedimento apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, até que todos os redundantes e semelhantes estivessem agrupados em um único item.

Figura 1 – Processo de Agrupamento dos Itens.



Fonte: os autores.

Após a etapa de agrupamento, foi realizada a etapa de classificação dos itens. Para isso, foram consideradas as 4 perspectivas da AC, e os itens foram posicionados levando em consideração os contextos dos estudos nos quais os itens foram abordados. Como exemplo, Mirsalari e Ranjbarfard (2020) abordam o item "Expansão de sistemas de software", relacionado à escalabilidade de sistemas de informação, que é gerenciado na perspectiva de aplicações da AC. Ademais, ainda a cargo de exemplo, Baccho (2018) aborda o item "Aumento de receita", que é tratado como uma responsabilidade da perspectiva de negócios.

Seguindo essa abordagem, todos os itens resultantes da etapa de agrupamento foram analisados nos artigos de origem e classificados, conforme os contextos abordados.

4 Agrupamento e Classificação dos Itens de Medida e Avaliação da Arquitetura Corporativa

Os 126 itens, previamente identificados na literatura, foram analisados e agrupados com base em similaridade e redundância. Após a etapa de agrupamento dos itens similares e redundantes, obtivemos um total de 86 itens de medida para a AC.

Os 86 itens foram classificados nas 4 perspectivas da AC baseados nos contextos dados pelos trabalhos em que s foram abordados. A Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados dos itens classificados. A perspectiva de aplicações é a que possui a maior abrangência, com 64 itens de medida. A perspectiva de negócios possui 54 itens de medida. A perspectiva de tecnologia apresentou 36 itens, seguida pela perspectiva de dados, que possui 32 itens.

Tabela 1 - Itens Classificados por perspectivas de Negócios (N), Dados (D), Aplicações (A) e Tecnologia (T).

Itens de Medida	Perspectivas			
	N	D	A	T
Convenções de modelagem	X	X	X	X
Temporização da tarefa do processo	X	X	X	X
Participação das partes interessadas	X	X	X	X
Qualidade da documentação de suporte, do Framework, da ferramenta de modelagem e do material de origem não arquitetônica	X	X	X	X
Disponibilidade	X	X	X	X
Clareza	X	X	X	X
Coesão e uniformidade	X	X	X	X
Corretude	X	X	X	X
Granularidade	X	X	X	X
Utilidade	X	X	X	X
Atividade	X	X	X	X
Competência	X	X	X	X
Total de ativos/funcionários	X			

Itens de Medida	Perspectivas			
	N	D	A	T
FSAV - Unidades de Tamanho Funcional Valor do Ativo			X	
Tamanho do Portfólio	X		X	
Receitas / FSAV (%)	X			
Receitas de novos clientes / Receitas totais (%)	X			
Lucros / FSAV (%)	X			
Investimentos em TI			X	X
ECFS - Custo Empresarial por Unidade de Tamanho Funcional	X		X	
AMCFS - Custo de manutenção do aplicativo por unidade de tamanho funcional	X		X	
FSunit - unidade de tamanho funcional			X	
Esforço para desenvolver			X	
PDR - Taxa de entrega do projeto	X		X	
EP – Produtividade Empresarial	X			
ASR - Taxa de suporte de aplicativos			X	
DDR - Taxa de entrega de duração			X	
RCR - Taxa de custo de reparo			X	
DR - Taxa de Defeito			X	X
TPR - Taxa de Proficiência em Testes			X	
MTTR - Taxa de tempo médio para reparo			X	X
ROI	X			
Racionalização de aplicações			X	
Economia de custos de software	X		X	
Economia de custos de hardware	X			X
Documentação aprimorada	X		X	
Melhora na visualização dos sistemas pela gestão	X		X	
Aumento de receita	X			
Melhora no tempo de desenvolvimento das aplicações			X	
Simplificação dos processos e aplicações	X		X	
Padronização	X		X	X
Menor complexidade de integração entre os sistemas de banco de dados		X	X	
Melhora no gerenciamento de risco	X			

Itens de Medida	Perspectivas			
	N	D	A	T
Melhor tomada de decisão	X			
Inovação	X		X	X
Melhora nas percepções do cliente	X			
Qualidade dos produtos e serviços da EA	X	X	X	X
Alta qualidade dos produtos EA	X	X	X	X
Produtos úteis da EA	X	X	X	X
Informações Úteis do EA	X	X	X	X
Equipe EA ativa e ansiosa	X	X	X	X
Praticidade dos serviços EA	X	X	X	X
Alinhamento e integridade	X	X	X	X
Processo de EA baseado na estratégia de negócios	X			
Organização de TIC com base na estratégia de negócios	X	X	X	X
O software de organização cobre o processo de negócios	X		X	
Comunicação dos sistemas de informação disponíveis		X	X	
Escalabilidade	X	X	X	X
Expansão dos processos de negócios	X			
Expansão de infraestruturas de software e hardware				X
Expansão de sistemas de software			X	
Expansão do tipo de dados		X		
Reusabilidade	X		X	X
Componentes de Hardware reusáveis				X
Componentes de Software reusáveis			X	
Processos e modelos de Arquitetura Corporativa reusáveis	X			
Confiabilidade	X	X	X	X
Serviços de sistemas precisos e fáceis de usar			X	
Serviços de negócios ativos	X			
Serviços de software ativos			X	
Precisão das informações de IS		X		
Manutenibilidade e portabilidade			X	X
Estabilidade de componentes de dados de modificações		X		
Estabilidade de sistemas de software de modificações			X	
Adaptabilidade do software organizacional			X	

Itens de Medida	Perspectivas			
	N	D	A	T
Coexistência de software organizacional			X	
Segurança	X	X	X	X
Alta qualidade de autorização	X		X	
Baixa taxa de dados perdidos		X		
Alta capacidade de recuperação de dados		X		
Capacidade de reinicialização de sistemas			X	X
Agilidade	X		X	
Interoperabilidade			X	
Testabilidade			X	
Uso da arquitetura	X	X	X	X
Desenvolvimento da arquitetura	X	X	X	X
Totais de itens por perspectiva	54	32	64	36

Fonte: os autores.

5 Resultados e Discussões

Foram analisados 126 itens de medidas da AC, e após a etapa de agrupamento, 86 itens foram obtidos para a fase de classificação por perspectivas.

A perspectiva de aplicações foi a mais abrangente em relação aos itens de medida, tendo 74,4% deles. Ela foi seguida pela perspectiva de negócios, que foi caracterizada por 62,8% dos itens. Essas duas perspectivas possuem grande relevância no alinhamento estratégico proposto pela AC, uma vez que as aplicações fornecem, de maneira direta, os serviços e produtos de software necessários para perspectiva de negócios executar os processos empresariais.

As perspectivas de tecnologia e dados, com 41,9% e 37,2% dos itens classificados, respectivamente, não são menos importantes, porém, a atenção principal em processos de avaliações é direcionada para negócios e aplicações.

Em síntese, a análise e classificação dos itens de medida nas perspectivas da AC revelam uma distribuição que destaca a importância das perspectivas de aplicações e negócios no contexto do alinhamento estratégico e avaliação. Embora as perspectivas de tecnologia e dados também desempenhem um papel significativo, fica claro que, para alcançar

uma avaliação abrangente e direcionada, é fundamental direcionar a atenção primordialmente às perspectivas de negócios e aplicações, em âmbito geral. Esse enfoque estratégico não apenas otimiza a alocação de recursos, mas também reforça a capacidade da AC em impulsionar a eficácia e eficiência organizacional por meio da intersecção entre processos empresariais e tecnologia.

6 Conclusão

A classificação dos itens de medida por perspectivas tem o potencial de fornecer uma visão estruturada, com itens correlacionados agrupados, ao mesmo tempo que abrange todos os aspectos de interesse das partes envolvidas. A classificação é passível de ser expandida conforme a necessidade de cada perspectiva.

Possíveis novos itens candidatos poderão passar pela etapa de agrupamento, evitando que itens redundantes sejam adicionados, mantendo a classificação consistente.

Com essa classificação, é possível tanto focar em uma única perspectiva a fim de aprimorar de maneira isolada quanto olhar para todas as perspectivas a fim de ter uma visualização mais ampla.

A operacionalização dessa abordagem de agrupamento e classificação de itens de medida é passível de evolução com outras pesquisas mais amplas.

Futuramente, os itens classificados poderão ser testados em uma pesquisa com participantes da AC para validar a classificação e relevância de cada item.

Referências

ABDALLAH, A.; ABRAN, A.; VILLAVICENCIO, M. Measurement Solutions in the Enterprise Architecture Literature: A Metrology Evaluation. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**. v. 100, mai. 2022.

AHMADI, H. *et al.* Cross-Layer Enterprise Architecture Evaluation: An Approach to Improve the Evaluation of TO-BE Enterprise Architecture. In: **Proceedings of the International Conference on Omni-Layer Intelligent Systems**. Nova York: Association for Computing Machinery, 2019. p. 223-228.

- BACHOO, A. Achieving Value from Enterprise Architecture Maturity. In: **Anais [...]**. Nova York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. p. 286-295.
- HNEIF, M.; LEE, S. P. Using Guidelines to Improve Quality in Software Nonfunctional Attributes. **IEEE Software**, v. 28, p. 72-77, 2011.
- ILIN, I. *et al.* Measurement of Enterprise Architecture (EA) from an IT Perspective: Research Gaps and Measurement Avenues. In: **Anais [...]**. Nova York: Association for Computing Machinery, 2017. p. 232-243.
- LAKHROUIT, J.; BAINA, K.; BENALI, K. H. Model and application architecture indicators of evaluation the enterprise architecture. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 276, n. 2, p. 63–71, 2014.
- MIRSALARI, S. R.; RANJBARFARD, M. A model for evaluation of enterprise architecture quality. **Evaluation and Program Planning**, v. 83, p. 101853, 2020.
- NIEMI, E.; PEKKOLA, S. Enterprise Architecture Benefit Realization: Review of the Models and a Case Study of a Public Organization. **SIGMIS Database**, Nova York, v. 47, n. 3, p. 55-80, ago. 2016.
- NIEMI, E.; PEKKOLA, S. The Benefits of Enterprise Architecture in Organizational Transformation. **Business & Information Systems Engineering**, v. 62, p. 585-597, 01 dez. 2020.
- PÉREZ-CASTILLO, R.; RUIZ, F.; PIATTINI, M. A decision-making support system for Enterprise Architecture Modelling. **Decision Support Systems**, v. 131, p. 113249, jan. 2020
- SALEEM, F.; FAKIEH, B. Enterprise Architecture and Organizational Benefits: A Case Study. **MDPI Sustainability**. v.12, out. 2020.
- SCHWER, K. *et al.* Digital maturity variables and their impact on the enterprise architecture layers. **Problems and Perspectives in Management**, v. 16, p. 141-154, nov. 2018.
- THE OPEN GROUP. **TOGAF VERSION 9.2**. 2018. Disponível em: <https://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>. Acesso em: 05 ago. 2023.

A integração da IOT com a RFID para sistemas de pedágios

Felipe da Costa Santos¹⁵

André Marcelo Panhan¹⁶

1 Introdução

A Internet das Coisas (IoT) e a Identificação por Radiofrequência (RFID) são duas tecnologias inovadoras que têm revolucionado a maneira como interagimos com o mundo ao nosso redor. Ambos os conceitos estão em evidência na era da conectividade, em que objetos do cotidiano se tornam inteligentes e capazes de se comunicar.

Projeções da empresa estadunidense Cisco, afirmam que até 2022 mais de 5 bilhões de pessoas e cerca de 26 bilhões de dispositivos estarão conectados, a justificativa se dá pelo advento da IOT (Amaral, 2018). De acordo com o portal Teleco (2021), só no Brasil, estima-se que 107 dispositivos estejam conectados por cada 100 habitantes.

A IoT refere-se à interconexão de dispositivos físicos, como eletrodomésticos, veículos e sensores ambientais por meio da Internet. Esses dispositivos, também conhecidos como "coisas", são equipados com sensores, processadores e conectividade, permitindo a troca de dados e o controle remoto. A ideia por trás da IoT é criar uma rede ampla e descentralizada, na qual objetos e sistemas possam coletar informações e colaborar para tomar decisões de forma autônoma.

Já a RFID é uma tecnologia singular dentro da IoT, que utiliza a identificação por radiofrequência para rastrear e identificar objetos. Ela é construída a partir de etiquetas RFID (também conhecidas como "TAGS") que são anexadas a produtos, animais ou até mesmo pessoas. Essas TAGS contêm um chip eletrônico e uma antena, permitindo a comunicação sem fio com leitores RFID. Dessa forma, os leitores emitem sinais para ler as

¹⁵ Pós Graduação - Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus Bragança Paulista – SP – Brasil. E-mail: felipe.ppf9c@gmail.com

¹⁶ Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus de Bragança Paulista. E-mail: apanhan@ifsp.edu.br

informações das TAGS e, assim, fornecedor dados, status, localização e até processar cobrança de serviços.

Ao relacionar ambas tecnologias, nota-se um potencial enorme de benéficos e aplicações práticas como a implementação de TAGS de pedágio que tem facilitado muito a vida dos brasileiros. Essa integração permite a automação e melhoria do processo de cobrança de pedágios, trazendo vantagens significativas para motoristas e concessionárias de rodovias. Por meio das TAGS de pedágio RFID, os veículos podem ser identificados automaticamente à medida que passam pelos pontos de cobrança, eliminando a necessidade de parar e pagar em dinheiro, cartão de débito, crédito ou PIX. Existem outros benefícios também relacionados à redução do tempo de espera, principalmente em datas comemorativas como no final de ano e feriados nacionais quando o fluxo de veículos é muito grande.

Nesse sentido, através da RFID e a IoT, os sistemas de pedágio se tornam mais eficientes, econômicos e sustentáveis, proporcionando benefícios tangíveis tanto para os motoristas quanto para as operadoras de rodovias, pois também traz o benefício de redução com as despesas operacionais.

A metodologia utilizada para este estudo foi a pesquisa bibliográfica através de artigos e sites para coletar informações relevantes de fontes bibliográficas existentes sobre o tema de IOT e RFID relacionados ao Sistema de pedágios, com o intuito de explorar o tema e colocar em evidência os benefícios dessa integração.

Sendo assim, a IoT e o RFID aplicada para sistema de cobrança de pedágios representam avanços significativos na conectividade e na capacidade de coleta e compartilhamento de informações, processamento e monetização através da oferta destes serviços. Essas tecnologias juntas têm melhorado a vida dos brasileiros no Brasil e de pessoas mundo a fora com o potencial de transformar a forma como vivemos, trabalhamos e interagimos com o mundo, impulsionando a eficiência, a produtividade e a tomada de decisões em uma ampla gama de setores.

2. Dados sobre o impacto da IOT na sociedade

Os números em relação ao impacto da IOT na sociedade são extremamente relevantes ao passo que estas perspectivas moldarão o nosso futuro e interação e relações das pessoas na sociedade. Nesse sentido, a McKinsey estimou que, até 2025, a IoT poderia ter um impacto econômico anual de US\$ 4 trilhões a US\$ 11 trilhões em diferentes setores (BNDES, 2017).

Na indústria, a IoT tem sido amplamente adotada para melhorar a eficiência e a produtividade. As projeções apresentam um aumento exponencial ao longo dos anos, pois de acordo com a Juniper Research o número global de conexões IoT Industriais deve aumentar de 17,7 bilhões, em 2020, para 36,8 bilhões, em 2025; representando uma taxa de crescimento geral de 107%. A pesquisa classificou a manufatura inteligente como um setor chave de crescimento do mercado de IoT Industrial nos próximos cinco anos; respondendo por 22 bilhões de conexões até 2025.

Na saúde, a IoT tem um potencial significativo para transformar a área. De acordo com a empresa de inteligência de mercado e inteligência estratégica Mordor Intelligence (2023), o mercado de Internet das Coisas (IoT) na área da saúde foi avaliado em US\$ 46,44 bilhões em 2020 e deve atingir US\$ 89,6 bilhões até 2026. A IoT tem sido usada para monitorar pacientes remotamente, melhorar a eficiência dos cuidados de saúde e facilitar a coleta de dados para análise e diagnóstico.

A agricultura também tem adotado a IoT para melhorar a produtividade, pois segundo a Allied Market Research, a IoT global no mercado agrícola deve chegar a US\$ 48,71 bilhões até 2025. O objetivo da IoT na agricultura é sua utilização para monitorar culturas, animais e condições ambientais, permitindo uma tomada de decisão mais precisa e eficaz objetivando a eficiência dos processos agrícolas.

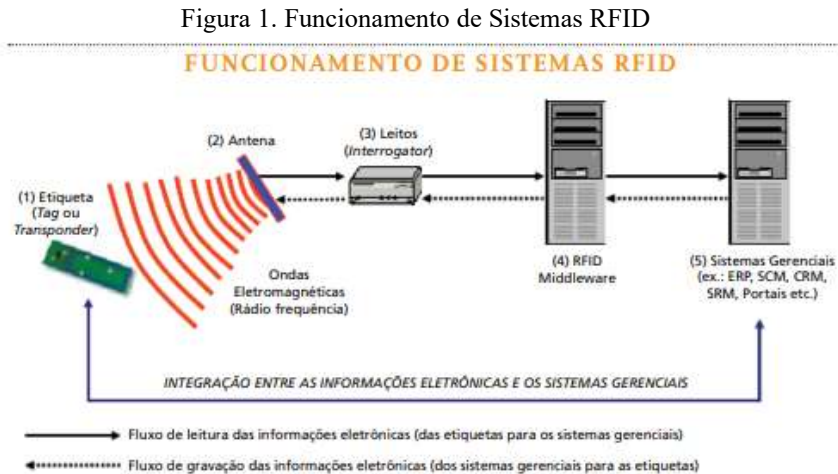
Portanto, nota-se que a IOT tem tornado cada vez melhor a vida das pessoas físicas e jurídicas em diversas frentes e setores do mercado global como um todo, sendo utilizada para benefícios em diversas frentes funcionando como uma facilitadora para as organizações no quesito de otimização e eficiência de processos e redução de despesas operacionais, e também na vida dos indivíduos principalmente na redução de tempo de tarefas manuais.

3. A Tecnologia RFID aplicada ao sistema de pedágios

A Identificação por Radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que permite a identificação e rastreamento de objetos e que tem sido um assunto amplamente abordado nos últimos anos no meio acadêmico e na mídia.

A grande discussão deste assunto vem de encontro ao interesse das organizações frente ao possível valor estratégico dessa tecnologia em termos de maximização da eficiência financeira. Dessa forma, Cavinato (2005), ao analisar pesquisas sobre iniciativas de gestão da cadeia de suprimentos, posiciona a tecnologia RFID como a mais estratégica e de maior impacto aos negócios comparativamente às demais iniciativas analisadas, segundo entrevistas conduzidas entre 2003 e 2004.

A tecnologia RFID consiste na utilização de ondas eletromagnéticas (de rádio frequência) como meio para comunicar os dados de identificação de algum elemento, tais como produtos, componentes, caixas, pallets, containers, veículos, pessoas, ativos, máquinas e serviços. A figura a seguir exemplifica o funcionamento deste sistema:



Fonte: Revista de Administração Mackenzie, v. 10, n. 1, 2009.

Dessa forma, o gerenciamento do grande volume de informações distribuídas ao longo da cadeia de suprimentos é realizado por meio de uma coordenação de sistemas conhecidos como “RFID middleware”. Este componente gerencia e administra o grande fluxo de informações entre os diferentes componentes de hardware de RFID (antenas, leitores, sensores, impressoras de RFID). Além disso, identifica os eventos associados a essas informações, possibilitando a gestão do fluxo de informações dos objetos distribuídos ao longo da cadeia de suprimentos, o gerenciamento dos eventos relacionados a esses objetos e a atualização das informações relevantes nos sistemas gerenciais.

As TAGS ou etiqueta de pedágios utilizam desta tecnologia, que tem como função transmitir e responder comandos que chegam por radiofrequência. Sua estrutura básica é: um chip que armazena informações e uma resistência fazendo o papel de antena, envolvidos por algum material como plástico ou silicone. A função básica de uma TAG é a de anexar os dados sobre um objeto.

3.1. TAGS de pedágios e serviços relacionados

As TAGS para pedágios são dispositivos de identificação instalados nos veículos e utilizados para facilitar o pagamento e o controle de acesso em praças de pedágio. Ao se aproximar de uma praça de pedágio equipada com um sistema de RFID, a antena do pedágio emite um sinal de rádio que é captado pela tag do veículo. O chip na tag responde com as informações necessárias, como identificação do veículo, tipo de veículo ou classe de tarifa. Com base nessas informações, o sistema de pedágio calcula o valor adequado para o veículo e processa o pagamento de forma automática.

As TAGS para pedágio oferecem uma série de benefícios tanto para os motoristas quanto para as concessionárias de pedágio. Para os motoristas, o uso das TAGS proporciona maior conveniência, pois não é necessário parar o veículo para efetuar o pagamento. Isso resulta em viagens mais rápidas e eficientes, além de reduzir o congestionamento nas praças de pedágio. Também, algumas TAGS oferecem benefícios adicionais, como descontos especiais ou programas de fidelidade para os usuários. Para as concessionárias, observa-se ganhos com a eficiência operacional, redução de tempo e maximização financeira. Abaixo estão as principais TAGS que temos hoje no mercado, suas principais utilizações e o preço cobrado, conforme mostram as imagens a seguir:

Figura 2. Valores (preço) de TAG de pedágio.

Empresa	Mensalidade	Plano	Principais usos
C6 Bank	R\$ 5,00	C6 Tag	100% das praças de pedágio de rodovias de nacionais, estacionamentos de shoppings e rua que tenham parceria com a Veloe.
ConectCar	R\$ 17,90 (com adesão de R\$ 30,00 posteriormente convertida em crédito)	Completo	Uso de modo ilimitado em rodovias nacionais com pedágio, estacionamentos com e sem cancela.
Banco Inter	R\$ 5,00 (com adesão de R\$ 25,00)	Inter Tag	Principais vias pedagiadas do Brasil e diversos estacionamentos
Sem Parar	R\$ 35,90	Em todo o lugar	Pedágios brasileiros e estabelecimentos parceiros como: Lava-rápidos, postos, drive-thrus, estacionamentos
Veloe	R\$ 18,90	Pedágios e estacionamentos	Uso em 100% das estradas pedagiadas do Brasil, uso em estacionamentos parceiros

* Os valores obtidos na tabela são referentes a outubro de 2022 e podem sofrer variações com o passar do tempo.

Fonte: site hellosafe, TAG de pedágio, 2023.

Na Figura 3, abaixo, observa-se dois modelos de cobrança de TAG de pedágio, sendo eles:

- a) **TAG com mensalidade: é necessário o pagamento mensal** e, em alguns casos, é cobrada uma taxa por inatividade. A TAG pedágio C6 Bank, são bons exemplos.
- b) **TAG sem mensalidade: É** uma tag de pedágio que pode ser recarregada **conforme utilização** e não paga mensalidade. Dentre as TAGS pré-pagas mais conhecidas hoje estão a Tag Itau, Veloe, Sem Parar, Zul+, Move Mais e Connect Car.

Figura 3. Modelos de TAG de pedágio.

Empresa	Recarga Mínima	Taxa de adesão	Principais usos
Tag Itau	R\$ 50 **	R\$ 20,00 (+ R\$ 30,00 para começar a usar)	Estacionamentos e pedágios cobertos pela ConnectCar
Veloe	R\$ 50,00	R\$ 39,90 por veículo	Uso em 100% das estradas pedagiadas do Brasil, uso em estacionamentos parceiros
Connect Car	R\$ 50,00	R\$ 40,00	Rodovias nacionais com pedágio, estacionamentos com e sem cancela.
Zul+	R\$ 30,00	R\$ 9,90	Utilização em todos os pedágios do Brasil e estacionamentos parceiros
Move Mais	R\$ 50,00	R\$ 39,90 por veículo	100% dos estados com rodovias pedagiadas no Brasil
Sem Parar (Plano Livre)	R\$ 30,00	Grátis	Pedágios brasileiros e estabelecimentos parceiros como: Lava-rápidos, postos,drive-thrus, estacionamentos

Os valores obtidos na tabela são referentes a outubro de 2022 e podem sofrer variações com o passar do tempo.

Fonte: site hellosafe, TAG de pedágio, 2023.

Por fim, as TAGS para pedágio são dispositivos de identificação baseados em RFID que simplificam o processo de pagamento e controle de acesso em praças de pedágio. Elas oferecem maior conforto para os motoristas e eficiência operacional para as concessionárias de pedágio, contribuindo para uma experiência mais ágil e fluida nas estradas.

5. Análise de resultados

A tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) aplicada ao sistema de pedágios traz diversas vantagens e benefícios tanto para os motoristas quanto para as concessionárias. Nessa análise de resultados, destacam-se os seguintes pontos:

- **Maximização da eficiência financeira:** A tecnologia RFID é reconhecida como uma das mais estratégicas e de maior impacto aos negócios em comparação a outras iniciativas de gestão da cadeia de suprimentos. Estudos apontam seu potencial para maximizar a eficiência financeira das organizações. No estudo em questão, as possibilidades são além dos pedágios, são observáveis ganhos com serviços adicionais, como em estacionamento, em postos de combustível para abastecimento, lava-rápidos, e drive-thru, por exemplo.
- **Funcionamento da tecnologia RFID:** A tecnologia RFID utiliza ondas de rádio frequência para a comunicação e identificação de objetos. O gerenciamento do grande volume de informações é realizado por meio de sistemas conhecidos como "RFID middleware", que coordena e administra o fluxo de informações entre os componentes de hardware, como antenas, leitores, sensores e impressoras de RFID.
- **Uso de TAGS de pedágio:** As TAGS de pedágio são dispositivos instalados nos veículos que utilizam a tecnologia RFID para facilitar o pagamento e o controle de acesso nas praças de pedágio. Quando o veículo se aproxima de uma praça equipada com o sistema de RFID, a antena emite um sinal de rádio que é captado pela tag do veículo. O chip na tag responde com as informações necessárias, como a identificação do veículo e a classe de tarifa, permitindo que o sistema de pedágio calcule o valor adequado e processe o pagamento automaticamente.
- **Benefícios para motoristas e concessionárias:** O uso das TAGS de pedágio proporciona maior conveniência aos motoristas, pois não é necessário parar o veículo para efetuar o pagamento. Isso resulta em viagens mais rápidas, eficientes e reduz o congestionamento nas praças de pedágio. Além disso, algumas TAGS oferecem benefícios adicionais, como descontos especiais e programas de fidelidade para os usuários. Para as concessionárias, as TAGS contribuem para a eficiência operacional e proporcionam uma experiência mais ágil e fluida nas estradas.

A análise dos resultados evidencia a relevância da tecnologia RFID e potencializada quando aplicada aos sistemas de pedágio, ressaltando seus benefícios tanto para os motoristas quanto para as concessionárias. A adoção dessas soluções contribui para melhorar a experiência dos usuários e otimizar a operação das praças de pedágio, tornando o processo de pagamento mais rápido, eficiente e conveniente.

6. Conclusão

Ao analisar o potencial desta combinação de tecnologias aplicadas para o sistema de pedágios levantados ao longo deste artigo, a utilização da IoT em conjunto com a tecnologia RFID para sistemas de pedágio traz consigo uma série de benefícios e vantagens significativas. A integração dessas tecnologias permite uma gestão mais eficiente e automatizada do processo de cobrança de tarifas nas praças de pedágio, melhorando a experiência dos motoristas e otimizando a operação do sistema.

Ao equipar os veículos com TAGS RFID, que são lidas automaticamente pelos sensores nas praças de pedágio, não há mais necessidade de parada para pagamento manual. Isso resulta em uma experiência mais conveniente para os motoristas, reduzindo filas e agilizando o processo de cobrança.

A IoT e a RFID também permitem uma melhor gestão e controle dos sistemas de pedágio. Os dados coletados pelas TAGS RFID podem ser utilizados para monitorar o tráfego, analisar padrões de uso e tomar decisões estratégicas.

A aplicação da tecnologia RFID nos sistemas de pedágio representa uma solução inovadora e eficaz, que simplifica o processo de pagamento, aumenta a conveniência para os motoristas e promove a eficiência operacional para as concessionárias. Essa tecnologia desempenha um papel fundamental na modernização dos sistemas de cobrança de pedágio, proporcionando uma experiência mais ágil, segura e fluida para todos os envolvidos. Com os avanços contínuos nessa área, podemos esperar ainda mais melhorias e inovações no futuro.

Portanto, com a contínua evolução tecnológica, espera-se que essas soluções aplicadas para pedágios sejam ainda mais aprimoradas, promovendo benefícios cada vez maiores para o setor de pedágios e para os usuários em geral. Também este business case de sucesso pode servir de inspiração e referência para o desenvolvimento de facilitadores para outras necessidades da população brasileira e geral, promovendo benefícios mútuos tanto para as empresas quanto para os indivíduos.

Referências

AMARAL, Bruno do. **Cisco projeta 60% da população mundial conectada em 2022**. Mobile time, 2018. Disponível em: <https://www.mobiletime.com.br/noticias/13/12/2018/vni-da-cisco-projeta-60-dapopulacao-mundial-conectada-em-2022/>. Acesso em: maio 2023.

BNDES, 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/internet-coisas-iot>. Acesso em: maio 2023.

CAVINATO, J. **Supply chain logistics initiatives: research implications**. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, v. 35, n. 3, p. 148-151, 2005.

HELLOSAFE, 2022. Disponível em: <https://hellosafe.com.br/tag-pedagio>. Acesso em: maio, 2023.

IOP JOURNAL, 2020. **IoT na agricultura: da precisão ao monitoramento de drones**. Disponível em: <https://iopjournal.com.br/iot-na-agricultura-da-precisao-ao-monitoramento-de-drones/>. Acesso em: maio 2023.

I3, 2023. **Conexões industriais IOT devem crescer 107% ao ano até 2025, com ‘fábrica inteligente’**. Disponível em: <https://i3solucoes.com.br/conexoes-industriais-de-iot-devem-crescer-107-ano-ate-2025-com-fabrica-inteligente/>. Acesso em: maio 2023.

MORDOR INTELLIGENCE, 2023. **Mercado de Internet das Coisas (IOT) no Setor de Saúde – Crescimento, Tendências, impacto do Covid-19 e Previsões (2023 - 2028)**. Disponível em: <https://mordorintelligence.com/pt/industry-reports/internet-of-things-in-healthcare-market>. Maio/2023.

TELECO. 2021. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/>. Acesso em: maio 2023.

A importância do uso da tecnologia para o fomento do MEI e o desenvolvimento econômico-social

Thyago Arthur Higgins Domingues¹⁷

Talita de Paula Cypriano de Souza¹⁸

1 Introdução

A figura do Microempreendedor Individual (MEI) surgiu por meio da Lei Complementar nº 128/2008 acrescentando essa nova classificação de pequeno empresário na Lei Complementar nº 123/2006. Esse fato modelou a classificação de pequeno empresário da seguinte forma: Microempreendedor Individual (MEI), Microempresa (ME) e Empresa de Pequeno Porte (EPP).

O conceito de pequeno empresário surgiu com o objetivo de facilitar a tributação de pequenas empresas, como também tirar da informalidade várias pessoas que prestavam serviços e/ou produziam na economia. Essas leis contribuíram para incluir esses empresários na Previdência Social, possibilitaram que obtivessem crédito no mercado, bem como, reduziram a contribuição fiscal de oito tributos para via única, entre outros benefícios.

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), em 2021, demonstrou que foram abertas 535.126 Microempresas e 91.757 Empresas de Pequeno Porte, superando 620 mil empresas abertas, em 2020, por todo o Brasil. Já em 2021, somente no mês de janeiro, superaram 310 mil aberturas de novas empresas. No entanto, conforme documento “Mapa das Empresas” divulgado pelo Ministério da Economia, no país, no último quadrimestre de 2021, foram fechadas mais de 480 mil microempresas. De acordo com o Sebrae (2020) de Bragança Paulista, entre os fatores que forçam o fechamento do Microempreendedor Individual (MEI), destacam-se falta de planejamento (financeiro e produto), bem como a falta de conscientização do consumo local.

¹⁷ Instituto Federal de São Paulo - Campus Bragança Paulista. E-mail: thyago.higgins16@gmail.com

¹⁸ Instituto Federal de São Paulo - Campus Bragança Paulista. E-mail: talita@ifsp.edu.br

A partir das diferenças de características de pequenos empresários e das dificuldades em manter o negócio, as habilidades empreendedoras ganham espaço.

Nesse sentido, este artigo apresenta uma análise do perfil do MEI na região Bragantina e da potencialidade de tecnologias para o incentivo do desenvolvimento social e econômico local. A partir disso, são apresentadas algumas sugestões tecnológicas que podem atender esse público.

2 Método

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é de natureza aplicada, pois buscou-se identificar o fator econômico e social dos MEIs na região bragantina, traçando soluções dentro dos avanços tecnológicos. Do ponto de vista de objetivos, é uma pesquisa exploratória, pois visa a trazer informações da situação atual do MEI, em especial das cidades de Atibaia e Bragança Paulista. Os procedimentos técnicos utilizados foram o de pesquisa bibliográfica e documental (Prodanov e De Freitas, 2013).

Para a pesquisa bibliográfica, foram buscados artigos científicos relacionados com empreendedorismo e com sistemas de recomendação. Na pesquisa documental, foram utilizados os relatórios do Cadastro Geral de Empregados e Desempregado (CAGED), do Governo Federal, relatórios da Receita federal e do SEBRAE.

3 Fundamentação Teórica

Empreendedorismo é um conceito que está em constante mutação. Para Schumpeter (1997) e Dornelas (2008), ao empreender é necessário mudar o mercado, gerar inovações e possibilidades. Mas, partindo do conceito inicial e somando às transformações sociais, pode-se também significar empreender pela subsistência, ou seja, obter fonte de renda. Conforme dados do *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM), em 2015, países instáveis e com frequentes crises têm números elevados de registro de empreendedores (Tolentino e Ferreira, 2021).

O surgimento da pandemia da COVID-19, em 2020, modificou muitas atividades, inclusive a econômica. Segundo o Cadastro Geral de Empregados e Desempregado (CAGED) do Governo Federal, em 2021, houve cerca de 18 milhões de desligamentos de postos de trabalho. No Estado de São Paulo, essa marca superou 6 milhões, representando aproximadamente 33% dos desempregados do país. Em contrapartida, as ME e MEI, a cada ano, mostram-se com grande potencial para contrapesar os números negativos de desemprego. Percebe-se que, conforme se demitia,

mais empresas eram registradas. Ao comparar os anos de 2019 e 2020, foi de 6% o aumento de ME e 8,4% das MEI's, de 2020 para 2021, aumento de 19,8%.

As atividades mais registradas são: comerciante de artigos do vestuário e acessórios (1.039.444); barbeiro, cabeleireiro, manicure e pedicure (779.287); e Promoção de Vendas (492.081). Esses dados foram feitos com base nos relatórios do Ministério da Economia (Brasil, 2022). O SEBRAE informa que as microempresas correspondem a mais de um quarto do PIB do Brasil, ou seja, 27% do total. Ao longo de dez anos, passaram de R\$ 144 bilhões para R\$ 599 bilhões (SEBRAE, 2021). Esses dados evidenciam que há possibilidade de empreendedores brasileiros estarem no ramo devido à escassez de emprego formal, corroborando com os relatórios do GEM, pois se observa que durante os anos em que houve agravamento, houve o aumento dos números de empreendedores por necessidade (Tolentino e Ferreira, 2021).

Ao sair da relação empregador-empregado e buscar instituir o negócio próprio, independente para renda ou para inovar, novos MEI, ME e EPP entram para fomentar a economia local, a fim de sustentar a economia nacional. Logo, é necessário que o município, estado e por último o país tenha solidez. Ao produzir ou fornecer serviços de forma descentralizada gera benefícios a cidade e região como melhor distribuição de renda, qualidade de vida, geração de novos empregos e circulação da riqueza (SEBRAE, 2016).

4 Análise e resultados

A partir do conceito de empreendedorismo e do panorama econômico nos anos de 2019 e 2020, foi traçado o perfil do microempreendedor da região bragantina e as principais aplicações do mercado, buscando evidenciar o sistema de recomendação, tão usando nas soluções de software atualmente, conforme apresentado a seguir.

4.1 O MEI na Região Bragantina

Ao observar as mudanças no cenário econômico ocorrido no Brasil, em especial 2008 e 2020 (anos de crises mundiais), houve o aumento do número de desemprego, fazendo com que as pessoas buscassem novas formas de gerar renda e conseguissem o sustento de suas famílias. Frente a essa questão, o empreendedorismo se configura como agente facilitador, para volta do crescimento econômico brasileiro, uma vez que o desenvolvimento de um país pode ser mensurado através de sua capacidade

de gerar riquezas bens e serviços, assim considerando o empreendedor, um contribuinte para a melhor distribuição de renda e diminuição da pobreza (Tolentino e Ferreira, 2021). Dada à importância do fomento da economia local, o MEI é o nível que mais se destaca pela sua facilidade. Atualmente, através da internet, é possível abrir uma empresa em pouco tempo. Sabe-se que os níveis de desemprego tiveram aumento significativo, tanto em 2008 quanto em 2020. Nesse sentido, dada a facilidade de abertura de empresas através da Internet, essas pessoas buscaram uma forma de trabalhar, mantendo a maioria dos benefícios da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). De acordo com o Governo do Brasil (2022), há 13.489.017 microempreendedores em todo país. A região sudeste representa 52,29% do total.

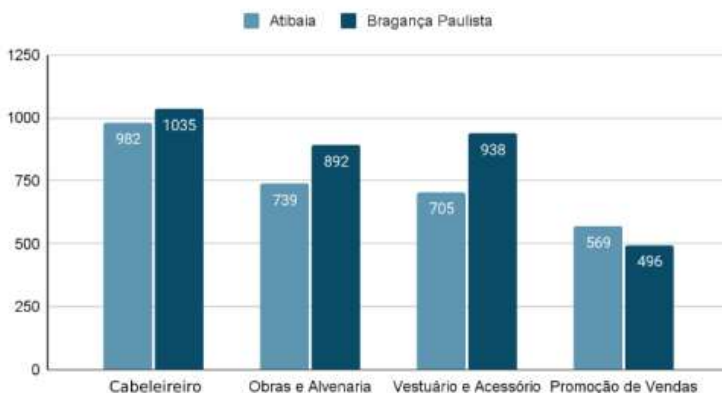
Tabela 1 – Distribuição da quantidade de MEI na região sudeste.

Estado	Nº de MEIs
São Paulo	3.695.286
Rio de Janeiro	1.557.726
Minas Gerais	1.511.109
Espirito Santo	344.373
Total	7.108.494

Já a Região Bragantina no estado de São Paulo, com uma população total de 480.620 habitantes, possui 40.908 Microempreendedores individuais. Desses, 20.963 são do sexo masculino e cerca de 18 mil são do sexo feminino. Essa região é composta pelos municípios: Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Itatiba, Jarinu, Joanópolis, Morungaba, Nazaré Paulista, Piracaia, Tuiuti e Vargem. Em um recorte de dados, foram selecionadas as maiores cidades da região bragantina, ou seja, Atibaia e Bragança Paulista, objetivando traçar o perfil do MEI, pois os outros municípios apresentam perfil parecido com as maiores cidades ou números baixos de MEI registrado como Tuiuti com total de 572.

Ao compilar os dados da Receita Federal sobre os microempreendedores de Atibaia e Bragança Paulista, é possível aferir que, em ambas as cidades, as atividades que mais se destacam são cabeleireiros, obras e alvenaria, comércio varejista de roupas e acessórios.

Figura 1. Comparação entre as maiores atividades de MEI na região Bragantina.



Fonte: os autores.

Ao fazer comparação por sexo, em ambas cidades, há maior registro do sexo masculino como empreendedor. Em Atibaia, a maior atividade registrada por homens é de obras e alvenaria com um total de 715. Já o maior registro entre as mulheres é a atividade de cabeleireiro, com 743. Bragança Paulista apresenta o mesmo perfil, tendo 740 mulheres cabeleireiras e 861 homens que trabalham em obras e alvenaria. No quesito faixa etária, ao se debruçar sobre os dados do Brasil os empreendedores estão em sua maioria na faixa etária entre 31 – 40 anos, É a mesma característica do Estado de São Paulo com 1.123.465 registros nessa faixa etária, Atibaia 4.279 registros e Bragança Paulista 4.238.

4.2 Breve pesquisa de soluções no mercado

Através de pesquisa realizada no Google, em outubro de 2022, os resultados encontrados foram de aplicações com foco na gestão financeira do pequeno empresário. No Google Play, não é diferente, aparecem aplicativos para gestão de vendas, emissão do Documento de Arrecadação do Simples Nacional (DAS), abertura do MEI, entre outras funcionalidades. Aqueles que têm mais registros de *download* são:

- a) **APP MEI**¹⁹: Criado pelo Governo Federal, o microempreendedor consegue visualizar dados sobre o seu negócio e utilizar serviços

¹⁹ APP MEI. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2021/dezembro/versao3-3-do-app-mei-permite-a-transmissao-da-declaracao-anual-simplificada-do-mei-pelo-proprioaplicativo>.

como: emissão do Documento de Arrecadação do Simples Nacional - DAS, consultar informações do CNPJ, solicitar restituição de valores, fazer declaração anual, etc. Há o registro de mais de 70 mil avaliações com nota média de 4,8 e mais de 1 milhão de downloads.

- b) **MEI-fácil**²⁰: Desenvolvido pelo Banco Neon. É possível solicitar máquina de cartão, ter uma conta pessoa jurídica do banco e possui os mesmos serviços do APP MEI, contudo não está disponível para download em IOS. São mais de 5 milhões de downloads e um conceito 3,9 de 170 mil avaliações.
- c) **Mais Mei**:²¹ Tem mais de 1 milhão de *downloads* e é avaliado por aproximadamente 29 mil usuários com conceito 4,7. As funções são abertura de MEI, gestão de guias DAS, emissão de nota fiscal, declaração anual e consulta ao cartão CNPJ.

Há mais aplicativos que são muito semelhantes aos modelos desses três apresentados, portanto, optou-se por apresentar os dados dos mais relevantes, sob o ponto de vista de *downloads*.

Vê-se que as soluções que estão no mercado não parecem ter o objetivo principal de unir prestador e cliente, mas somente a gestão do negócio. Ainda através dos dados obtidos por essa pesquisa, a aplicação que mais se aproxima do ideal de unir é o GetNinjas²². Conforme a definição do próprio aplicativo, GetNinjas é uma plataforma de contratação de serviços do Brasil, realizando a conexão com profissionais de todo país, quando solicitado por pessoas de algum serviço. Entretanto, não há priorização da região ou local mais próximo do usuário cliente.

Ao realizar teste na plataforma, por exemplo, foi pesquisado o serviço de pintura. Ao clicar no botão “buscar”, foram apresentadas as opções de pintura em casa /apartamento ou móveis. Ao optar por casa, foram dadas novas opções: se pintura externa ou interna. Ao clicar na opção interna, obtiveram-se outras opções sobre o imóvel em questão, se era um apartamento, uma casa, um galpão ou outro. Na sequência, ao optar-se por casa, o sistema solicita a metragem do local, há diferentes tipos de pintura (primeira pintura, repintura, grafite, etc.) e tipos de superfície (parede, teto, piso, coluna, etc.). Ainda assim, a aplicação pede para classificar o estado atual (excelente, médio, ruim), solicita a pretensão do usuário de realizar o serviço, quantos cômodos serão pintados, pergunta se há móveis no local,

²⁰ MEI Fácil. Disponível em: <https://meifacil.com/>

²¹ Mais Mei. Disponível em: <https://www.maismei.com.br>

²² GetNinjas. Disponível em: <https://www.getninjas.com.br/>

em seguida, o usuário coloca informações adicionais e, por fim, solicita o endereço do local que será realizado o serviço.

Portanto, foram 11 etapas para o envio das informações para realizar a busca. O software informa que em até 48 horas será encontrado um profissional. Também o GetNinjas tem um meio de arrecadação financeira por “moedas” da plataforma, que o prestador de serviços compra para ter maior visibilidade, maior número de clientes e outros benefícios, de acordo com a quantidade de moedas que adquire. Logo, não foram encontradas funcionalidades que busquem unir empresários com seus clientes por meio de recomendações.

4.3 Sistemas de Recomendação

Ao acessar sites de *e-commerce*, plataforma de streaming e redes sociais, percebem-se frases do tipo: “Você pode precisar também”, “Assista também”, “Não se esqueça de comprar”, “amigos que talvez conheça”, entre outras. Quando a aplicação acessada traz ao usuário esse tipo de resultado, há o trabalho de *sistema de recomendação*.

O primeiro projeto de recomendação foi desenvolvido pela empresa *Xerox Palo Alto Research Center*, no início dos anos 90, a qual tinha como objetivo evitar que uma enorme quantidade de e-mails chegasse na caixa de entrada dos usuários. A empresa criou um filtro em que cada cliente definia que tipos de conteúdos receberiam. Somava-se que os usuários podiam, ao ler o documento, fazer suas observações, assim, essa era a filtragem colaborativa.

As plataformas de *e-commerce* como *iFood* e *Mercado Livre* desempenham um papel fundamental por meio de seus sistemas de recomendação. Esses sistemas atuam como guias digitais que auxiliam não apenas os consumidores, mas também empresários a otimizar suas atividades e interações nos âmbitos do comércio eletrônico.

No contexto do *iFood*, que se consolidou como uma plataforma de entrega de alimentos, os benefícios do sistema de recomendação são apresentados de várias maneiras. Para os consumidores, a plataforma sugere opções de restaurantes e refeições com base em suas preferências anteriores e comportamentos de compra (IFOOD, 2022). O Mercado Livre, uma das maiores plataformas de comércio eletrônico da América Latina, também utiliza sistemas de recomendação para beneficiar tanto os compradores quanto os empresários. Ao navegar pelo site, os consumidores recebem sugestões personalizadas de produtos com base em suas atividades de busca e compra. Isso não apenas facilita a experiência do comprador, mas também pode expor os produtos dos MEI a uma audiência mais ampla.

No cenário do *Shopee*, Amazon e Americanas, outros gigantes do *e-commerce*, a dinâmica é semelhante. Essas plataformas empregam algoritmos de recomendação para identificar os interesses dos consumidores e direcionar produtos que possam ser do interesse deles.

Um sistema de recomendação pode ser classificado em três tipos, conforme Lskovec e Ullman (2010):

- **Filtragem de Conteúdo:** É um método que verifica características de algum item e busca semelhanças entre aqueles melhor classificados com notas do usuário. Há atualização do perfil a cada *feedback*.
- **Filtragem Colaborativa:** É o método mais utilizado. As recomendações são baseadas nas avaliações e comportamento dos usuários da aplicação, ou seja, se clientes concordam com a qualidade e relevância, logo concordam com o mesmo item.
- **Filtragem Híbrida:** É a tentativa de sanar alguns problemas da filtragem de conteúdo e a colaborativa. A colaborativa tem como limitação a necessidade de um item ter números significativos de avaliações, ou seja, enquanto não tiver avaliação por muitos usuários, não será recomendado. Já a de conteúdo tem o problema de uma superespecialização, recomendando somente itens similares aos já avaliados. Por exemplo, se uma pessoa avalia produtos de “sala de estar”, somente esse tipo poderá ser recomendado. Ao utilizar a combinação dos tipos e recomendação de forma híbrida, uma completa a outra. O método de conteúdo é usado para itens sem popularidade e o método colaborativo para recomendar em grupos com preferências similares.

Em uma eventual solução tecnológica para unir MEI e potenciais clientes, mostra-se ideal o uso da recomendação híbrida, pois é necessário que seja recomendado ao cliente o prestador mais próximo e melhor avaliado. Por exemplo, ao pesquisar “pedreiro” na busca de um *app*, o sistema deverá primeiramente buscar os prestadores mais próximos do endereço cadastrado ou localização do usuário, em seguida, os melhores avaliados pelos outros usuários. Caso acesse o perfil de um prestador e tenha opinião e avaliação de um vizinho ou conhecido no bairro/rua, isso trará mais segurança e confiança para contratação. Essa rotatividade pode fomentar o ciclo econômico regional e ajudar ao MEI, além de sempre manter um serviço de qualidade, ao captar clientes.

5 Conclusão

O artigo demonstrou o surgimento do Microempreendedor no cenário econômico brasileiro em 2008. Constatou-se que apesar de vários MEIs abertos, em contrapartidas, muitos fecham suas atividades por falta de planejamento e incentivo de consumo da econômica local. Foram demonstrados que os conceitos de Empreendedor são mutantes, mas os perfis que existem atualmente são aqueles que querem inovar ou aqueles que empreendem para sua própria subsistência. Esse é o maior motivo da abertura de MEI, principalmente em momentos de crises econômicas, como foram na pandemia de COVID-19 em 2020.

Exposto isso, dada importância da fomentar economia local, foi apresentado o perfil dos MEIs na região bragantina, especificamente das cidades de Atibaia e Bragança Paulista. Em seguida, uma análise de mercado sobre os aplicativos que mais tiveram *downloads* na loja de aplicativo Google Play, os quais se voltam mais para administração financeira e não para unir cliente/prestador de serviços.

Uma solução apresentada para a falta de incentivo da economia local é utilizar os avanços da tecnologia, por exemplo, sistemas de recomendação, usados em grandes *e-commerces*, para além das vendas de produtos, também incentivo à contratação de prestadores de serviços.

Referências

BRASIL, Lei Complementar nº 123, de 14 de Dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; alteram dispositivos das Leis nº 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, da Lei nº 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis nº 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e

9.841, de 5 de outubro de 1999. Brasília, DF: Presidência da República: [s.n.], 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm. Acesso em: 01 set. 2023.

BRASIL, M. d. E. d. Mapa de Empresas - Boletim do 3º quadrimestre/2021. <https://gov.br/mapadeempresas>: [s.n.], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/mapa-de-empresas/boletins/mapa-de-empresas-boletim-do-3o-quadrimestre-de-2021.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

DORNELAS, J. C. A. Empreendedorismo: **Transformado ideias em negócios**. Rio de Janeiro: São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

IFOOD. **Estratégias de marketing para aumentar as vendas no delivery**, 2022. Disponível em: <https://blog-parceiros.ifofood.com.br/aparecer-no-ifofood/>. Acesso em: 01 set. 2023.

LSKOVEC, A. R. J.; ULLMAN, J. D. **Mining of Massive Datasets**. 2010. Disponível em: <http://infolab.stanford.edu/~ullman/mmds/book.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo, Nova Cultura, 1997.

SEBRAE. 2021. Disponível em: ufs/mt/noticias/micro-e-pequenasempresas-geram-27-do-pibdobrasil,ad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD. Acesso em: 01 set. 2023.

TOLENTINO, A. R.; FERREIRA, M. B. **Microempreendedor Individual: Oportunidade ou Necessidade?** 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.vocacao.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-PIB-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

Desenvolvimento de dispositivo eletromecânico para auxílio no tratamento da Doença de Parkinson via neuroestimulação por vibrações mecânicas

Hiram Camargo Capozzoli²³

Pedro Luís Calheiros da Silva²⁴

José Erick Souza Lima²⁵

1 Introdução

A incidência da Doença de Parkinson (DP) está se tornando cada vez mais grave, sendo a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente no planeta, acometendo principalmente pessoas com 50 anos ou mais, além de não ter nenhuma cura. Ela atinge cerca de 150 a 200 pessoas a cada 100 mil habitantes, tendo a distribuição de forma homogênea pelo mundo inteiro e a sua incidência aumenta conforme o avanço da idade (Luz e Coronago, 2017).

A doença de Parkinson leva este nome devido a James Parkinson, inglês nascido em 1755, o primeiro a descrever a condição através da monografia “An essay on the shaking palsy” (um ensaio sobre a paralisia agitante), na qual, com seu senso de observação preciso e notável para a época, descreveu algumas características motoras marcantes dessa condição (Lopes, 2010).

Atualmente, a DP é definida como um distúrbio neurológico progressivo, caracterizada principalmente pela degeneração das células nervosas (neurônios) da camada ventral da parte compacta da substância negra e do *locus coeruleus*. Tal degeneração resulta na diminuição da

²³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Bragança Paulista. E-mail: hiram.c@aluno.ifsp.edu.br.

²⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Bragança Paulista. E-mail: pedro.calheiros@ifsp.edu.br.

²⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Bragança Paulista. E-mail: erick@ifsp.edu.br

produção de dopamina, ocasionando os sintomas desta enfermidade, sendo mais notáveis os distúrbios motores (Gonçalves et al., 2007).

Em 1817, James Parkinson descreveu as principais características clínicas do que é reconhecido hoje como um complexo sintomático que se manifesta por qualquer combinação dentre seis características básicas (Da Silva, 2013 *apud* Fahn; Przedborski, 2007):

- tremor em repouso;
- rigidez;
- bradicinesia/hipocinesia;
- postura fletida;
- perda de reflexos posturais;
- o fenômeno da parada (freezing).

Nas últimas décadas, manifestou-se um campo de interseção entre a informática médica, saúde pública e negócios, movido a partir de serviços de saúde e informações fornecidas ou aprimoradas pela internet e tecnologias relacionadas, nomeado *e-health* (*eletronic health*), em português, e-saúde (saúde eletrônica), sendo uma de suas vertentes o *m-health* (Silva et al., 2015).

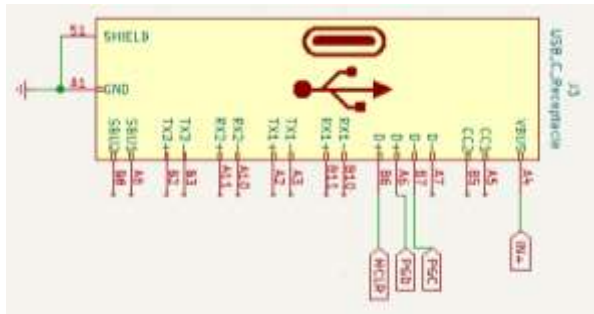
Nesse campo, recentemente, a empresa Microsoft desenvolveu o “Project Emma”, que consiste em um relógio inteligente vibratório denominado “Emma Watch”, inspirado em Emma Lawton, designer diagnosticada com a DP. Embora o mecanismo terapêutico específico ainda seja desconhecido, uma teoria sugere que a capacidade de movimento é regulada por um ciclo sensorio-motor, envolvendo a percepção do movimento e da posição do corpo. O sintoma do tremor pode surgir de um ciclo incorreto, em que o cérebro está “supercompensando” um erro de movimento inicial, resultando em um tremor contínuo. A injeção de vibração pelo “Emma Watch” introduz um ruído branco que provoca um “curto-circuito” nesse ciclo errôneo, impedindo o cérebro de detectar o erro inicial e tentando compensá-lo (Zhang et al., 2017).

Sendo assim a proposta do projeto é criar um dispositivo para auxílio no tratamento da Doença de Parkinson via neuroestimulação por vibrações mecânicas de baixo custo com a intenção de atingir mais portadores dessa doença.

2 Desenvolvimento

O conector USB do tipo C foi escolhido por sua modernidade e quantidade de pinos de conexão, sendo usado para carga através dos pinos A1 e A4 e programação do microcontrolador através dos pinos B6, B7 e A6, como demonstra a figura 1 a seguir:

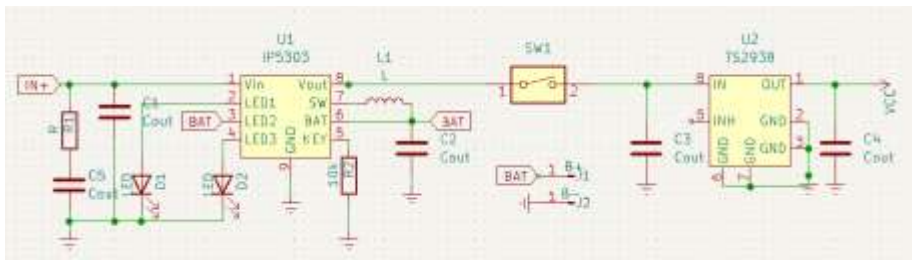
Figura 1 – Conector USB tipo C



Fonte: os autores.

A alimentação chega ao controle de energia pelo pino 1 do circuito integrado (CI) IP5303 que é utilizado para gerenciar a carga e descarga da bateria de li-po e fornecer uma tensão de 5V para o restante do circuito. A saída do IP5303 passa por um interruptor que segue para o CI TS2938, regula essa tensão para 3.3v e, assim, alimenta o restante do circuito, como pode ser observado na figura2.

Figura 2 – Circuito de controle de energia

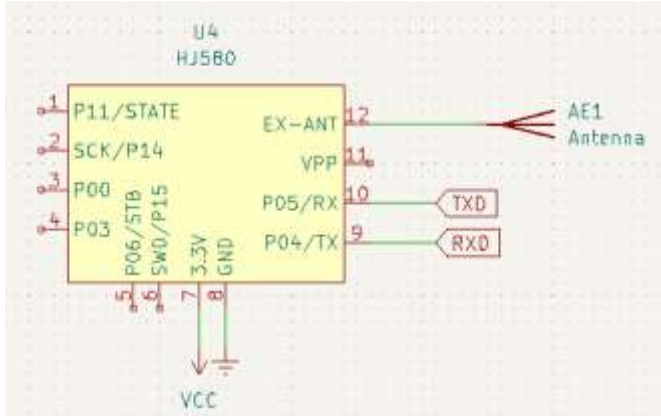


Fonte: os autores.

O módulo Bluetooth recebe alimentação de 3.3V pelos pinos 7 e 8 e sua comunicação com o PIC é feita pelos pinos 9 e 10 (TX e RX), tendo

ainda uma antena externa conectada no pino 12. A seguir, a figura 3 ilustra o módulo:

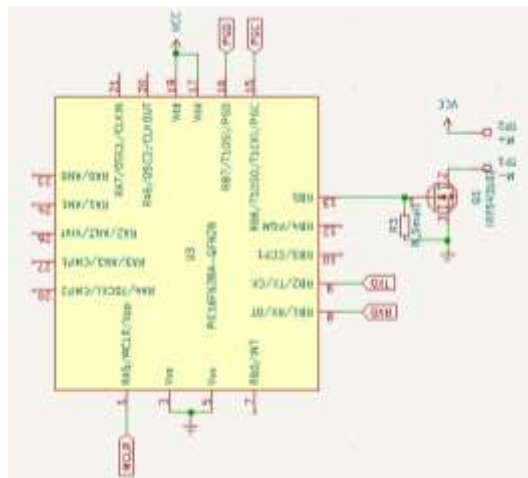
Figura 3 – Módulo Bluetooth.



Fonte: os autores.

O PIC recebe alimentação de 3.3V através dos pinos 17, 19, 5 e 3. Sua comunicação com o módulo Bluetooth é realizada pelos pinos 8 e 9 (RX e TX, um conector USB, por meio dos pinos 1, 15 e 16. Ainda no pino 13 é conectado um MOSFET IRFS4310Z responsável por acionar o motorvibrador, como pode ser visto a seguir, na figura 4.

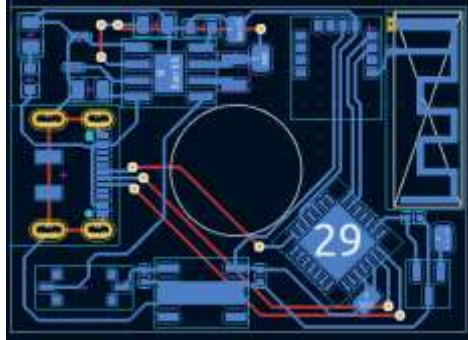
Figura 4 - PIC 16F628A.



Fonte: os autores.

Partindo da ideia que a PCI deve ser a menor possível, foi iniciado um estudo para encontrar a melhor disposição dos componentes na placa. Após algumas versões, chegou-se ao design apresentado na Fig. 5 com as medidas de 35,6mm x 25,4mm, como pode ser observado a seguir:

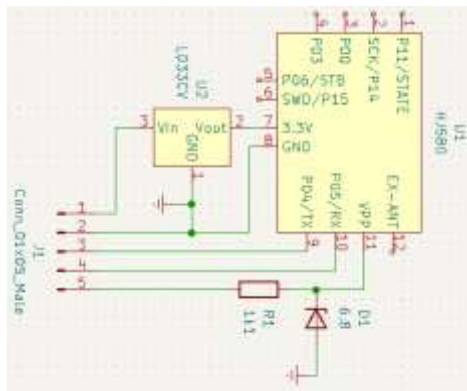
Figura 5 – Design da PCI



Fonte: os autores.

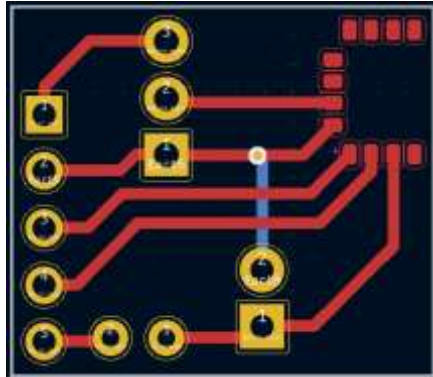
Em seguida, deu-se início ao processo de programação do módulo Bluetooth, o qual é realizado pelo software SmartSnippets Toolbox e requer o uso de um conversor serial. Foi utilizado um módulo FTDI RS232 e um programa disponibilizado pela Renesas, empresa desenvolvedora do chip utilizado no módulo HJ580. Foi desenvolvido em conjunto uma placa para programação do módulo, devido ao seu tamanho. Abaixo, o seu esquema elétrico Fig. 6 e sua PCI Fig. 7.

Figura 6 - Esquema elétrico da placa de programação do módulo HJ580.



Fonte: os autores.

Figura 7 - PCI da placa de programação do módulo HJ580.



Fonte: os autores.

3 Resultados e Discussão

Espera-se obter um protótipo funcional comercialmente viável, com potencial de registro de inovação e, acima de tudo, eficaz no auxílio do tratamento dos sintomas da Doença de Parkinson.

O contato direto com a clínica permitirá ao grupo envolvido no projeto levantar dados para ajustes na frequência e intensidade de vibração do dispositivo, promovendo assim um produto adaptável ao estado do paciente.

Como algumas etapas intermediárias dependem diretamente de outra instituição, espera-se que o acordo de cooperação mantenha-se efetivado e que o projeto possa contar com o auxílio externo especializado.

Em caso de sucesso no desenvolvimento e teste do projeto, ele será submetido à registro de inovação tecnológica. Contudo, não se pode atribuir um segredo no uso da tecnologia, pois o objetivo desde o início do projeto é auxiliar no tratamento dos sintomas da Doença de Parkinson e promover um incremento na qualidade de vida dos pacientes.

Durante os testes, foi comprovada a eficácia do módulo Bluetooth. Embora sua programação seja um processo de pouca acessibilidade, sua utilização se assemelha muito a outros módulos disponíveis no mercado como o HC-05, realizando a comunicação entre um dispositivo e um microcontrolador através de um protocolo serial.

Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvido um protótipo de um dispositivo para auxílio no tratamento da doença de Parkinson através de neuro estímulos gerados por vibração mecânica. O dispositivo se conecta ao celular por Bluetooth, o qual envia os dados de controle para o dispositivo, ativando um micromotor de vibração, que neutraliza a supercompensação gerada pela doença e estabiliza a mão do usuário.

Durante o desenvolvimento, foram enfrentadas diversas dificuldades, desde a confecção das placas devido à alta precisão até a programação no módulo Bluetooth. Foram feitos diversos testes para atingir uma precisão de três décimos de milímetro na prototipadora disponível no Campus IFSP-BRA²⁶, para confeccionar tanto a placa de programação do módulo quanto a placa principal. Já na programação do módulo, a dificuldade enfrentada foi a falta de informações disponíveis e os problemas na comunicação serial entre o módulo e o conversor serial utilizado. Além disso, o tempo de entrega dos módulos foi um fator contribuinte nos atrasos do projeto, que no total não permitiram a sua conclusão como esperado.

Entretanto, o conhecimento adquirido com esses empecilhos deixa uma ampla gama de trabalhos novos a serem desenvolvidos, dentro ou fora do âmbito do Campus, assim como a adição de um display de informações para o usuário final.

Referências

DA SILVA, Ariana Felix. **Influência dos nutrientes e substâncias tóxicas no desenvolvimento das doenças de Parkinson e Alzheimer**, 2013, Monografia, Secretaria de Estado da Saúde – Programa de Aprimoramento Profissional, Marília, SP. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2013/ses-31359/ses-31359-3616.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2021.

GONCALVES, Lucia Hisako Takase; ALVAREZ, Angela Maria; ARRUDA, Micheli Coral. Pacientes portadores da doença de Parkinson: significado de suas vivências. **Acta paulista de enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 62-68, Mar. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000100011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 Fev. 2020.

LOPES, Tiaki Maki. **Efeitos dos exercícios domiciliares em pacientes portadores de doença de Parkinson**. 2010. 217 p. Tese (doutorado) -

²⁶ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Bragança Paulista.

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/310782>. Acesso em: 09 Fev. 2020.

LUZ, Kátia Policarpo de Sousa; CORONAGO, Virgínia Maria Mendes Oliveira. A doença de Parkinson na pessoa idosa e a relação com sua qualidade de vida. **Id on Line**, Vitória da Conquista, BA. v. 11, n. 35, p. 116-136, 2017. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/720/1012>. Acesso em: 09 Fev. 2020.

SILVA, Bruno M. C.; RODRIGUES, Joel J. P. C.; DÍEZ, Isabel de la Torre; LÓPEZ-CORONADO, Miguel; Kashif Saleem. Mobile-health: A review of current state in 2015. **J. Biomed Inform.** 2015. 56:265–272. Acesso em: 15 Nov. 2020.

ZHANG, Haiyan; VILLAR, Nicolas; CLETHEROE, Daniel; JANCKE, Gavin; SAUL, Greg. **Project Emma**. 2017 Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/project-emma/> Acesso em: 30 Out. 2019.

A Inteligência Artificial aplicada aos aplicativos de relacionamentos para deficientes visuais

Fernando Cintra Appezzatto²⁷

Cristina Corrêa de Oliveira²⁸

1 Introdução

O Relatório Mundial Sobre a Visão da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) aponta que globalmente, pelo menos 2,2 bilhões de pessoas têm uma deficiência visual, mas pelo menos 1 bilhão poderiam ter sido evitados ou que ainda não foram tratados por meios conhecidos ou por falta de recursos.

Os avanços tecnológicos permitiram a inclusão do deficiente visual no mundo digital, estabelecendo contatos com pessoas por meio de aplicativos de relacionamentos como por exemplo: Badoo, Bumble, Happn, Inner Circle e Tinder. No entanto, na maioria desses aplicativos, os dados são visuais, criando uma certa dificuldade para pessoas com deficiências visuais (PDV).

Recentemente, houve avanços significativos em tecnologias assistivas para os PDV, tais como o Seeing AI da Microsoft (2017). Embora ele possa ajudar no reconhecimento de pessoas, detecção de produtos, moedas, cenário, iluminação, cor e leitura de texto curto e documentos, é baseado principalmente em câmeras e não se integra com outros aplicativos.

As ferramentas de Tecnologia Assistiva (TA) são usadas para tentar devolver ou aproximar as habilidades funcionais para PDV. Segundo Bersch (2017), a TA deve ser entendida como um auxílio que promoverá a ampliação de uma habilidade funcional ausente ou possibilitará o desempenho de uma função desejada, que é impedida pelas circunstâncias de incapacidade ou envelhecimento.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar a presença, ou ausência, da acessibilidade como descrição de imagens e outras

²⁷ Instituto Federal de São Paulo - campus Bragança Paulista. E-mail: fernando.cintra@aluno.ifsp.edu.br

²⁸ Instituto Federal de São Paulo - campus Bragança Paulista. E-mail: crisolive@ifsp.edu.br

soluções acessíveis dos aplicativos de relacionamentos, apresentando a Inteligência Artificial e suas técnicas, tais como: Machine Learning e Deep Learning, que podem realizar a leitura de imagens do perfil de usuários para os deficientes visuais.

2 Tecnologias

Serão apresentadas as tecnologias utilizadas nos trabalhos que realizam a leitura de imagens para os PDV.

2.1 Inteligência Artificial

Segundo o dicionário Oxford (Wehmeier, 2000), inteligência artificial (*artificial intelligence*, ou simplesmente IA) corresponde a uma área de pesquisa sobre computadores simulando o comportamento humano inteligente.

O marco-zero da IA ocorreu oficialmente em 1956. Nesse ano ocorreu a conferência do *Dartmouth College*, em Hanover (New Hampshire, EUA), onde o termo IA foi registrado pela primeira vez, referindo-se a um novo campo do conhecimento (Russel; Norvig, 2009).

Desde o seu surgimento, diversas definições do termo IA foram criadas por inúmeros cientistas. Entretanto, John McCarthy, considerado um dos estudiosos precursores na utilização dessa expressão oferece a seguinte definição: “É a ciência e a engenharia de fabricar máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes. Ela está relacionada à tarefa semelhante de usar computadores para entender a inteligência humana, mas a IA não precisa se limitar aos métodos biologicamente observáveis” (McCarthy, 2007, p. 2).

Entretanto, antes dessa definição, a Inteligência Artificial foi notada no trabalho de Turing (1950) intitulado *Computing Machinery and Intelligence*. Neste trabalho Turing fez o seguinte questionamento: "As máquinas podem pensar?". Além disso, ele ofereceu um teste que é chamado de Teste de Turing, em que os humanos fazem perguntas para tentar diferenciar entre as respostas em texto do computador e as respostas dos humanos.

Russell e Norvig (2021) consideram quatro possíveis objetivos ou definições de IA, que diferenciam os sistemas computacionais baseados na racionalidade e no pensamento em oposição à ação:

Abordagem humana:

- Sistemas que pensam como pessoas.

- Sistemas que agem como pessoas.

Abordagem ideal:

- Sistemas que pensam racionalmente.
- Sistemas que agem racionalmente.

A definição de Turing pode ser categorizada como "sistemas que agem como humanos".

Em sua forma mais simples, a IA é um campo que combina a ciência da computação com conjuntos de dados robustos para resolver problemas por meio de técnicas de *Machine Learning* e *Deep Learning*. Essas técnicas consistem em algoritmos de IA que procuram criar sistemas especializados que podem fazer previsões ou classificações com base nos dados de entrada.

2.1.1 Aplicações de Inteligência Artificial

A IA tem uma ampla variedade de aplicações em diversos setores da sociedade. À medida que a tecnologia evolui, as aplicações tornam-se cada vez mais sofisticadas e impactantes. De acordo com a IBM (2023), existem muitas aplicações reais de sistemas de IA e os exemplos mais comuns são:

- Reconhecimento de Fala: ou reconhecimento automático de fala (ASR), é uma tecnologia que usa processamento de linguagem natural para transformar fala em texto escrito, presente em dispositivos como a Siri para buscas por voz e acessibilidade em mensagens.
- Atendimento ao cliente: agentes virtuais substituem agentes humanos no atendimento ao cliente, atuando em todas as etapas da jornada do cliente e em plataformas online como bots de e-commerce, Slack, Facebook Messenger e assistentes de voz.
- Visão computacional: tecnologia de IA usa redes neurais para entender imagens e vídeos, aplicada em mídias sociais, medicina e carros autônomos.
- Mecanismos de recomendação: uso de dados passados do consumidor para prever tendências, permitindo que IA crie estratégias de vendas cruzadas melhores em varejistas online.
- Negociação de ações automatizadas: plataformas de IA automatizam negociações de ações sem intervenção humana.

2.2 Machine Learning

Aprendizado de Máquina, em inglês (*Machine Learning* ou ML), é um subcampo da IA que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e modelos computacionais que permitem que sistemas automáticos aprendam e melhorem a partir de experiências passadas ou dados. Em vez de serem explicitamente programados para realizar tarefas específicas, os sistemas de ML utilizam padrões e informações dos dados para fazer previsões, tomar decisões ou automatizar tarefas.

A história do ML é marcada por diversos marcos importantes na evolução da capacidade das máquinas em aprender e realizar tarefas complexas. Samuel (1959) cunhou a definição clássica de ML: o campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de aprender sem serem explicitamente programados (livre tradução). Samuel desenvolveu um programa capaz de jogar xadrez melhorando suas jogadas a partir de jogos anteriores.

De acordo com Mitchell (1997), o conceito de ML é definido da seguinte forma: um programa de computador é dito aprender a partir de uma experiência E com relação a alguma tarefa T e alguma medida de desempenho P , se o seu desempenho em T , medido por P , melhorar com a experiência E . Isso significa que, em vez de depender explicitamente de regras programadas, os sistemas de aprendizagem de máquina são projetados para encontrar padrões nos dados e usar esses padrões para tomar decisões ou fazer previsões.

2.2.1 Como funciona o Machine Learning?

Segundo a UC Berkeley (2020), o sistema de aprendizado de um algoritmo de ML é dividido em três partes principais:

1. Um processo de decisão: normalmente, os algoritmos de ML são usados para fazer uma previsão ou categorização. Com base em alguns dados de entrada, que podem ou não ser rotulados, o algoritmo faz uma estimativa sobre um padrão nos dados.
2. Uma função de erro: a função de erro avalia a capacidade de previsão do modelo. Se houver exemplos conhecidos, a função de erro faz uma comparação para avaliar a precisão do modelo.
3. Um processo de otimização de modelo: se o modelo pode ajustar mais pontos de dados no conjunto de treinamento, então, a pontuação é ajustada para reduzir a discrepância entre o exemplo conhecido e as pontuações do modelo. O algoritmo repete as etapas de avaliação e

otimização, atualizando automaticamente as pontuações até que o limite de precisão seja atingido.

2.2.2 Métodos de Machine Learning

O ML é uma técnica da IA que se concentra no desenvolvimento de algoritmos que permitem que os computadores aprendam com dados e melhorem seu desempenho em tarefas específicas sem serem programados explicitamente. Existem vários métodos de ML, cada um com suas próprias características e aplicações:

- **Aprendizado supervisionado:** a aprendizagem de máquina mais comum é baseada em conjuntos de dados rotulados, nos quais o modelo aprende a relacionar entradas às saídas desejadas. Durante o treinamento, os parâmetros do modelo são ajustados para que possa fazer previsões precisas em dados novos. Isso é feito comparando as previsões do modelo com os rótulos conhecidos do conjunto de treinamento. Segundo Mitchell (1997), o Aprendizado Supervisionado é amplamente aplicado em problemas de classificação e regressão, proporcionando resultados promissores em áreas como reconhecimento de imagens e diagnóstico médico.
- **Aprendizado não supervisionado:** é usado quando não tem rótulos para o conjunto de dados. Nessa abordagem, o modelo é treinado para encontrar padrões, estruturas e relações ocultas nos dados sem orientação externa. Isso permite que o modelo agrupe os dados com base em similaridades, identifique anomalias ou reduza a dimensionalidade do conjunto de dados. Para Bishop (2006), esse tipo de aprendizado é crucial em tarefas de agrupamento e redução de dimensionalidade, além de desempenhar um papel fundamental na análise exploratória de dados.
- **Aprendizado semi-supervisionado:** é uma abordagem que combina elementos do aprendizado supervisionado e não supervisionado. Nessa técnica, o modelo é treinado em um conjunto de dados que contém tanto dados rotulados quanto não rotulados. A ideia é que o modelo possa aproveitar informações dos dados não rotulados para melhorar seu desempenho em tarefas de previsão. Essa abordagem é especialmente útil quando obter grandes conjuntos de dados rotulados é caro ou demorado, mas é relativamente fácil obter dados não rotulados em grande quantidade. O aprendizado semi-supervisionado pode ser uma maneira eficiente de aproveitar ao máximo os dados disponíveis. Zhu e Goldberg (2009), descrevem o

aprendizado semi-supervisionado como uma abordagem que tenta fazer uso do melhor dos dois mundos, aproveitando tanto dados rotulados quanto não rotulados.

2.2.3 Machine Learning por reforço

O aprendizado por reforço (AR), é uma abordagem do campo de ML que permite que agentes aprendam a tomar decisões por meio de tentativa e erro, visando maximizar recompensas em um ambiente dinâmico.

De acordo com Sutton e Barto (1998), o AR é uma forma de IA que permite ao indivíduo aprender a partir de sua interação com o ambiente em que está inserido. A aprendizagem se dá por meio do conhecimento sobre o estado decorrente das ações que são elementos essenciais na área de ML.

Desta forma, o AR é uma técnica de ML que aprende a mapear estados para ações de modo que o valor de retorno numérico seja maximizado. O agente não precisa saber inicialmente qual ação tomar, mas precisa descobrir qual ação resulta em um valor de retorno maior.

De acordo com Haykin (2001), no AR, o aprendizado do mapa de entrada e saída é realizado interagindo continuamente com o ambiente, a fim de minimizar o índice escalar de desempenho.

O objetivo do aprendizado é minimizar a função de custo no futuro, definida como o custo cumulativo esperado das ações realizadas em uma sequência de etapas, em vez de apenas os custos imediatos. Pode acontecer que algumas ações tomadas anteriormente nesta sequência de intervalos de tempo sejam de fato os melhores determinantes do comportamento geral do sistema. A função do sistema de aprendizagem é descobrir essas ações e devolvê-las ao ambiente (Haykin, 2001).

O AR diferencia-se de outros tipos de aprendizado, por ser um aprendizado interativo, ou seja, o agente de AR atua no ambiente e deriva valor do reforço que o ambiente retorna em resposta à ação realizada, assimilado pelo aprendizado do valor do reforço adquirido para tomar novas decisões.

2.2.4 Algoritmos comuns de Machine Learning

Os algoritmos de ML são técnicas e métodos que permitem que as máquinas aprendam com os dados e melhorem seu desempenho em tarefas específicas sem serem programadas explicitamente para cada uma delas. Existem diferentes tipos de algoritmos de ML, cada um com suas próprias

características e aplicações. De acordo com a IBM (2023), há alguns algoritmos de ML que são frequentemente aplicados:

Redes neurais: são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, capazes de aprender a partir de dados e resolver tarefas complexas. Elas consistem em camadas de neurônios interconectados, nas quais cada neurônio processa informações e transmite seus resultados para os neurônios da camada seguinte. Esse processo de aprendizado ocorre através do ajuste dos pesos das conexões entre os neurônios, permitindo que a rede se adapte e generalize a partir dos dados de treinamento.

Segundo Goodfellow, Bengio e Courville (2016), redes neurais são modelos paramétricos que podem ser ajustados a dados observados. Uma rede neural consiste em múltiplas camadas de unidades não lineares, organizadas de forma hierárquica, de modo que a saída de cada camada seja a entrada para a próxima. Essas redes são capazes de aprender a representação de características complexas a partir dos dados e de realizar tarefas como classificação e regressão.

- **Regressão linear:** é uma técnica estatística usada para modelar a relação entre uma variável dependente (alvo) e uma ou mais variáveis independentes (preditoras). A ideia é encontrar a melhor linha reta que represente essa relação, permitindo fazer previsões ou inferências. De acordo com Montgomery et al. (2012), a regressão linear é definida como: um método estatístico que procura modelar a relação entre uma variável dependente contínua e uma ou mais variáveis independentes, assumindo que a relação é linear e que existe um certo grau de variação aleatória associada a essa relação. Assim, a regressão linear é uma técnica amplamente utilizada em diversas áreas, como ciências sociais, economia, engenharia, entre outras, devido à sua simplicidade e capacidade de fornecer insights úteis sobre a relação entre variáveis.
- **Regressão logística:** é uma técnica estatística usada para modelar a relação entre uma variável dependente binária (ou dicotômica) e uma ou mais variáveis independentes. O objetivo é estimar as probabilidades de ocorrência de um evento binário com base nas variáveis independentes. Segundo Hosmer, Lemeshow e Sturdivant (2013), a regressão logística é uma técnica de modelagem estatística que tem a vantagem de fornecer estimativas diretas e ajustadas das probabilidades de ocorrência de um evento binário. Essa técnica é amplamente utilizada em diversas áreas, como medicina, ciências sociais e marketing, para prever a probabilidade de um evento acontecer ou não, com base em variáveis explicativas. A saída da

regressão logística é uma probabilidade entre 0 e 1, e um limite é definido para classificar as observações em uma das duas categorias da variável dependente (por exemplo, "sim" ou "não", "positivo" ou "negativo").

- **Agrupamento:** é uma técnica de aprendizado não supervisionado que consiste em dividir um conjunto de dados em grupos ou clusters, de forma que os elementos dentro de cada grupo sejam mais semelhantes entre si do que com os elementos de outros grupos. Esse método é utilizado para identificar padrões ou estruturas ocultas nos dados e pode ser aplicado em diversas áreas, como análise de dados, mineração de dados, reconhecimento de padrões e ML. Uma definição sucinta de agrupamento é apresentada por Jain e Dubes (1988), que afirmam: agrupamento é a tarefa de particionar um conjunto de objetos em subconjuntos (chamados clusters) de modo que os objetos dentro de um cluster sejam mais semelhantes entre si do que com os objetos de outros clusters. O agrupamento é uma técnica amplamente utilizada em muitas aplicações, como segmentação de clientes para marketing, classificação de documentos, agrupamento de genes em bioinformática e muito mais. Existem vários algoritmos de agrupamento, como k-means, hierárquico, DBSCAN e outros, cada um com suas próprias abordagens para definir a similaridade entre os dados e a forma de formar os grupos.
- **Árvores de decisão:** são modelos de ML que têm a forma de uma estrutura em forma de árvore, na qual cada nó representa uma decisão ou um teste em um atributo, e cada ramo representa o resultado dessa decisão ou teste. Essas árvores são amplamente utilizadas para classificação e regressão em problemas de análise de dados e ML. Uma definição clássica de árvores de decisão é dada por Quinlan (1986), uma árvore de decisão é um modelo de classificação ou regressão em que uma sequência de testes em atributos é aplicada repetidamente para dividir os dados em subgrupos, que são então recursivamente processados da mesma maneira. O processo termina quando as instâncias em cada subgrupo pertencem à mesma classe ou possuem o mesmo valor de regressão. As árvores de decisão são atraentes por sua interpretabilidade, simplicidade e capacidade de lidar com dados categóricos e numéricos. Além disso, podem ser combinadas em algoritmos de aprendizado *ensemble*, como o *Random Forest* e o *Gradient Boosting*, para melhorar ainda mais sua eficácia em diversos cenários de ML.

- Floresta aleatória: é um algoritmo de ML que se baseia na construção de múltiplas árvores de decisão durante o treinamento e, posteriormente, combina suas previsões para obter um resultado mais robusto e preciso. Cada árvore é construída com um subconjunto aleatório dos dados de treinamento e de um subconjunto aleatório das características, o que contribui para reduzir o *overfitting* e aumentar a generalização do modelo. Uma das principais vantagens da floresta aleatória é sua capacidade de lidar com problemas de classificação e regressão, sendo aplicável em diversos campos, como visão computacional, bioinformática, finanças e muito mais. Segundo Breiman (2001), o algoritmo *Random Forest* fornece uma maneira simples, mas poderosa de combinar classificadores individuais criados pela abordagem de árvores de decisão em um único classificador com uma acurácia aprimorada. Essa citação destaca a essência da Floresta Aleatória, que é a sua capacidade de reduzir o *overfitting* (ajuste excessivo aos dados de treinamento) e melhorar a generalização ao combinar múltiplas árvores, cada uma delas sendo treinada em uma amostra aleatória dos dados e características. O resultado é um modelo mais confiável e capaz de lidar com dados de teste não vistos de maneira mais precisa se mostrando uma ferramenta poderosa em muitas aplicações de ML, como classificação de imagens, previsão de vendas, análise de crédito e muito mais, devido à sua simplicidade de implementação e eficácia em diversos cenários.

2.3 Deep Learning

Aprendizado Profundo, do inglês (*Deep Learning* ou DL), refere-se a um conjunto de técnicas e algoritmos de ML que são projetados para modelar e analisar padrões e representações complexas em dados. Essa abordagem é inspirada na estrutura e funcionamento do cérebro humano, particularmente em termos de redes neurais e suas camadas interconectadas.

O termo "*deep*" (profundo) em DL se refere ao uso de várias camadas interconectadas de unidades de processamento (neurônios) em redes neurais. Essas camadas permitem que o modelo aprenda automaticamente características e abstrações hierárquicas a partir dos dados de entrada. Cada camada na rede extrai características de níveis progressivamente mais altos dos dados brutos, permitindo que o modelo compreenda padrões e relações complexas que podem ser difíceis de capturar usando métodos tradicionais de ML.

De acordo com Hinton, Bengio e LeCun (2015), o sucesso do DL surge devido ao uso de múltiplas camadas de representações, que permitem que o computador aprenda características abstratas e hierárquicas dos dados.

Embora o conceito de redes neurais artificiais remonte aos anos 40, foi nas últimas décadas que o DL floresceu.

Um marco significativo foi o desenvolvimento do algoritmo de retropropagação (*backpropagation*) na década de (1980), que permitiu o treinamento eficiente de redes neurais profundas. No entanto, o avanço real aconteceu mais recentemente, com a introdução de arquiteturas como as Redes Neurais Convolucionais (RNCs) para visão computacional e as Redes Neurais Recorrentes (RNRs) para processamento de sequências.

Segundo Goodfellow, Bengio e Courville (2016), o DL possibilitou avanços significativos em tarefas como visão computacional, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural e muito mais.

2.3.1 Como funciona o Deep Learning?

O DL é uma abordagem da Aprendizagem de Máquina que tem revolucionado diversos campos da ciência da computação, permitindo que máquinas realizem tarefas complexas com um desempenho impressionante. Essa técnica utiliza redes neurais artificiais profundas para aprender a representação hierárquica de dados, possibilitando a extração de padrões complexos e a tomada de decisões mais precisas.

Um dos pioneiros do DL, Hilton (2012), descreve o funcionamento dessa técnica da seguinte forma: em vez de programar as regras de uma tarefa manualmente, nós usamos o aprendizado para otimizar um modelo com parâmetros ajustáveis, de modo que ele aprenda a executar a tarefa.

O principal componente do DL são as redes neurais artificiais, que se inspiram no funcionamento do cérebro humano. As redes neurais são compostas por camadas de neurônios interconectados, sendo que cada neurônio recebe um conjunto de entradas, realiza uma combinação ponderada dessas entradas e aplica uma função de ativação para produzir uma saída.

LeCun (2015), explicou sobre as RNCs: as convoluções nos permitem ter neurônios que compartilham parâmetros, o que significa que o mesmo filtro é aplicado em diferentes partes da imagem, economizando assim memória e tornando possível generalizar melhor.

Essa citação ilustra o funcionamento das RNCs, um tipo de rede neural comumente utilizada em tarefas de visão computacional. Ao aplicar filtros compartilhados em diferentes regiões da imagem, a rede consegue

aprender padrões locais, tornando-a capaz de reconhecer objetos e características em diversas posições da imagem.

Em resumo, o funcionamento do DL é baseado no aprendizado de representações complexas por meio de redes neurais profundas e ajuste iterativo dos parâmetros do modelo durante o processo de treinamento, permitindo que máquinas compreendam dados complexos e realizem tarefas sofisticadas de maneira eficiente e precisa.

3 Metodologia

A natureza da pesquisa é aplicada, cujo objetivo é “gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (Gerhardt e Silveira, 2009, p. 37).

O presente trabalho seguiu uma abordagem qualitativa com caráter exploratório e o procedimento foi a da pesquisa bibliográfica, que utilizou a análise de referências teóricas publicadas em bases de dados, para que fosse possível explorar, com embasamento, os assuntos contidos nesse trabalho, à luz das contribuições científicas existentes.

Para realização deste artigo, foram revisados artigos científicos que contemplassem a temática por meio do Portal de Periódicos da CAPES, da lista de bases de dados ACM *Digital Library - Publications from ACM and Affiliated Organizations*, IEEE *Xplore* e *ScienceDirect (Elsevier)*, sendo selecionados aqueles que eram pertinentes ao assunto, com o objetivo de apresentar os conceitos e aplicações na leitura de imagens que contemplam: Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Deep Learning*. Desta forma, este estudo pretende contribuir para a consolidação do conhecimento dentro deste contexto.

A pesquisa foi realizada em setembro de 2022, no qual as bases de dados utilizadas foram do IEEE *Xplore*, ACM e *ScienceDirect*, e os filtros utilizados foram: “*conferences*”, “*magazines*”, “*publications*” e “*research articles*” do ano de 2013 até 2023, conforme pode ser visto na Tab. 1.

Tabela 1 – Bases de dados.

Bases	Termos de busca	Nº. de artigos
IEEE <i>Xplore</i>	Tinder	14
	<i>AI visually impaired</i>	1
	<i>Image description visually impaired</i>	47

ACM	Tinder	2
	<i>AI visually impaired</i>	653
	<i>Image description visually impaired</i>	5.180
ScienceDirect	Tinder	405
	<i>AI visually impaired</i>	1.079
	<i>Image description visually impaired</i>	5.237

Fonte: autores.

4 Resultados e Discussões

Após a análise dos cinco maiores aplicativos de relacionamentos da App Store (2023), tais como: Badoo, Bumble, Happn, Inner Circle e Tinder, não foram encontradas acessibilidades que tenham utilizado a IA para resolver especificamente o problema de leitura de imagens do perfil de usuários nos aplicativos de relacionamentos para os PDV. Existem trabalhos que aplicam a IA com o objetivo de fazer a leitura de imagens, respectivamente, conforme pode ser visto na Tab. 2 e Tab. 3.

Tabela 2 – Trabalhos que aplicam a IA.

Nº.	Autores	Ano	Título
1	He, X.; Deng, L.	2017	Deep Learning para Geração de Imagem para Texto: Uma Visão Geral Técnica.
2	Bai, S.; An, S.	2018	Uma pesquisa sobre a geração automática de legendas de imagens.
3	Tang, P.; Wang, H.; Kwong, S.	2018	Rede LSTM de fusão sequencial profunda para descrição de imagem.
4	Moore, M.; Heath, C.; McDaniel, T.; Panchanathan, S.	2019	O Encontro às Cegas: Melhorando a Acessibilidade de Aplicativos de Namoro Móvel para Indivíduos com Deficiências Visuais.

Nº.	Autores	Ano	Título
5	Kumar, V. P.; Teja, V. P.; Kumar, A. R.; Harshavardhan, V.; Sahith, U.	2021	Resumidor de Imagens para Deficientes Visuais Usando Deep Learning.
6	Vrindavanam, J.; Srinath, R.; Fathima, A.; Arpitha, S.; Rao, C. S.; Kavya, T.	2021	Abordagem baseada em Machine Learning para descrição de imagens para deficientes visuais.
7	Ganesan, J.; Azar, A. T.; Qureshi, B.; Kamal, N. A.	2022	iReader: um Sistema de Leitura Inteligente para o Deficiente Visual.
8	Maurya, H.; Rohilla, K.; Kumar, M.; Sundaram, K.	2022	Gerador de Descrição de Imagem: Uma Visão Geral.
9	Thepade, S. D.; Jaison, J. A.	2022	Fusão de descritores de texto vetorizados com recursos CNN profundos extraídos automaticamente para melhor classificação de imagens.
10	Rinaldi, A. M.; Russo, C.; Tommasino, C.	2023	Legendagem automática de imagens combinando processamento de linguagem natural e redes neurais profundas.
11	Yang, R.; Cui, X.; Qin, Q.; Deng, Z.; Lan, R.; Luo, X.	2023	Fast RF-UIC: um modelo rápido de legenda de imagem não supervisionado.

Fonte: autores.

Tabela 3 – Objetivos dos trabalhos.

Objetivos	Nº.
A área de legendagem visual é resumida, abordando seu desenvolvimento, impacto na pesquisa e indústria, além de perspectivas futuras.	1
Evolução da recuperação de informações: métodos iniciais até redes neurais avançadas, comparados por estrutura e conjunto de dados, com visão para pesquisas futuras.	2

Proposta uma rede neural recorrente profunda com supervisão e ramos auxiliares para otimização, alcançando altas pontuações (103,4 no MSCOCO e 20,6 no Flickr30K) em descrição de imagens e tradução.	3
Proposta de app usa capturas de tela para mostrar informações de perfis. Usuário ativa captura, app analisa imagem via serviço web seguro e envia texto de volta ao usuário para decisões informadas.	4
Um processo utiliza a CNN ResNet50 para encontrar objetos em imagens. Uma LSTM cria descrições usando um vocabulário formado a partir das imagens. Isso gera um "Resumidor de Imagens". A descrição é transformada em áudio adaptado ao usuário usando gTTS.	5
Uso do modelo Inception Resnet-V2 + Bahdanau com GRU RNN para criar descrições de áudio a partir de imagens, beneficiando a acessibilidade de pessoas com deficiência visual.	6
Desenvolvido Leitor Inteligente auxilia deficientes visuais com 83% de precisão. Usa CNN, LSTM e Text-To-Speech em imagens para gerar áudio descritivo.	7
O projeto combina modelos de imagens e linguagem, usando LSTMs para uni-los. Utiliza CNN e LSTM para criar legendas de imagens, superando desafios de geração de frases humanas, gramática e coesão imagem-legenda.	8
Desenvolvido processo 3 etapas para obter texto: palavras-chave de imagens convertidas em vetores (word2vec); redução para 64 dimensões (DSSM e LSTM); sinônimos substituem via similaridade de cosseno, gerando 98,33% classificação ao combinar recursos visuais e textuais, superando modelos similares.	9
Uso de múltiplas redes neurais melhora detecção de objetos em duas fases com legendas geradas, aumentando a precisão em comparação a modelos únicos.	10
O Fast RF-UIC é um modelo que une um codificador R2-Inception-V4 e um decodificador BI-FGRU com ativação FReLU. Ele aprimora representações e generalização de imagens, superando outros métodos em avaliações de legendas de imagens.	11

Fonte: autores.

Desde o surgimento do aplicativo de relacionamentos Badoo em (2006), até os aplicativos mais recentes de relacionamentos tais como: Bumble e Happn em (2014), não foram implementados nenhum tipo de acessibilidade.

Portanto, após a análise do relato do jornalista e ativista Gustavo Torniero (2019), para o site da Universa Uol (2019), ele diz, "Eu me sinto excluído de um contexto social que existe, mas do qual não faço parte. É problemático ter serviços que não possibilitem que todas as pessoas tenham a mesma oportunidade". Ele ainda acrescenta que: "Minha experiência com aplicativos de paquera não foi positiva. Eram muito inacessíveis e não havia nenhum campo para acrescentar uma descrição da imagem".

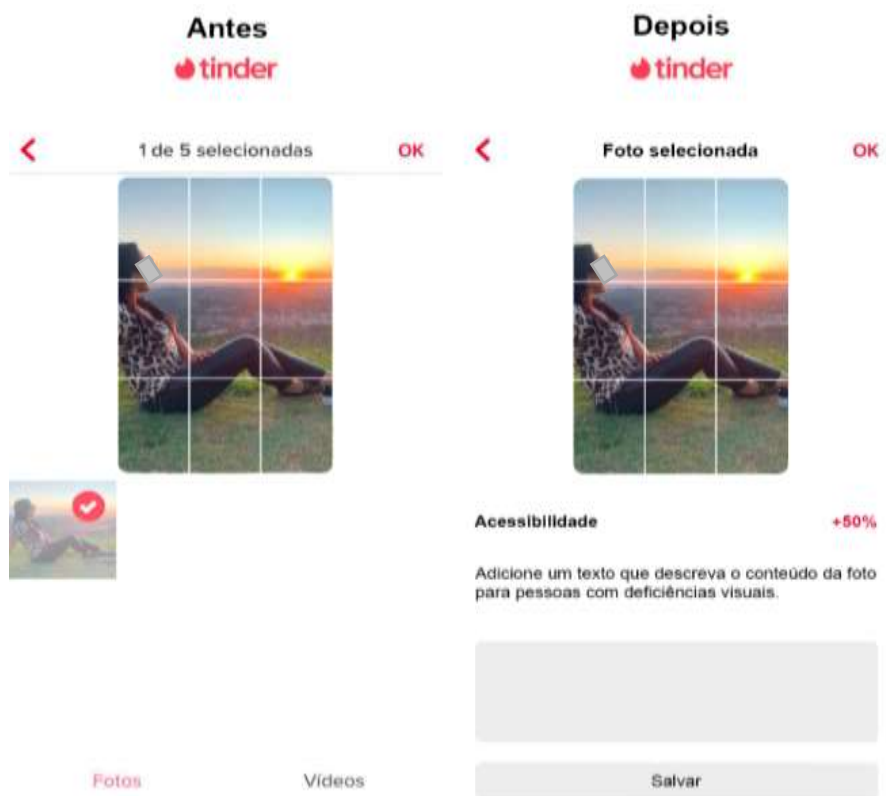
Pensando nisso, por ser um dos aplicativos de relacionamentos mais utilizados, segundo a App Store (2023), foi elaborado para o aplicativo Tinder, um protótipo acessível e com um campo para os usuários acrescentarem uma descrição da imagem, respectivamente, como na Figura 1 e Figura 2.

Figura 1. Antes e depois do aplicativo Tinder com acessibilidade.



Fonte: autores.

Figura 2. Antes e depois do aplicativo Tinder com um campo para os usuários acrescentarem uma descrição da imagem.



Fonte: Autores.

5 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar a presença, ou ausência da acessibilidade como descrição de imagens e outras soluções acessíveis dos aplicativos de relacionamentos, apresentando a IA e suas técnicas, tais como: ML e DL, que podem realizar a leitura de imagens do perfil de usuários para os deficientes visuais.

A fim de estudar os conceitos e aplicações da IA e suas técnicas foram realizados levantamentos teóricos por meio de bases de dados ACM, IEEE *Xplore*, *ScienceDirect* e documental para análise dos aplicativos de relacionamentos.

O estudo dos trabalhos que aplicam a IA na área mencionada, permitiu concluir que a técnica de DL e de sua Rede Neural Convolutiva têm-se

apresentado como uma técnica promissora na leitura de imagens na área de tecnologia devido ao grande número de sua utilização nos trabalhos mencionados.

A contribuição deste estudo reside na tecnologia e técnicas apresentadas de modo a oferecer um leitor de imagem apoiando questões como inclusão social e digital.

Referências

BAI, S.; AN, S. **A survey on automatic image caption generation**. Neurocomputing, Beijing, China, v. 311, p. 291–304, jul. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231218306659?via%3Dihub>. Acesso em: 18 out. 2022.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. 2017. Tecnologia e Educação, Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

BISHOP, C. M. **Pattern Recognition and Machine Learning**. Springer, 2006.

BREIMAN, L. **Random Forests**. Machine learning, v. 45, p. 5-32, 2001.

CORUJA INFORMA. **Tecnologia assistiva: a tecnologia a favor da acessibilidade e inclusão**. Disponível em: <http://www.each.usp.br/petsi/jornal/?p=2844>. Acesso em: 08 out. 2022.

GANESAN, J.; AZAR, A. T.; QURESHI, B.; KAMAL, N. A. **iReader: An Intelligent Reader System for the Visually Impaired**, 2022 7th International Conference on Data Science and Machine Learning Applications (CDMA), Riyadh, Saudi Arabia, 2022, pp. 188-193.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2009. 37 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806>. Acesso em: 18 out. 2022.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. MIT Press, 2016.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HE, X.; DENG, L. **Deep Learning for Image-to-Text Generation: A Technical Overview**, in IEEE Signal Processing Magazine, v. 34, n.º 6, pp. 109-116, Nov. 2017.

- HINTON, G. **A Neural Network for Machine Learning Lecture 6a: Overview of mini-batch gradient descent**. 2012. University of Toronto, Toronto, 2012.
- HOSMER JR, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. **Applied Logistic Regression**. John Wiley & Sons, 2013.
- IBM. **What is artificial intelligence (AI)?** Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- IBM. **What is machine learning?** Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning>. Acesso em: 04 out. 2022.
- JAIN, A. K.; DUBES, R. C. **Algorithms for Clustering Data**, Prentice Hall, Inc., 1988.
- KUMAR, V. P.; TEJA, V. P.; KUMAR, A. R.; HARSHAVARDHAN, V.; SAHITH, U. **Image Summarizer for the Visually Impaired Using Deep Learning**, 2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN), Puducherry, India, 2021, pp. 1-4.
- LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. **Deep learning**. Nature, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015.
- MAURYA, H.; ROHILLA, K.; KUMAR, M.; SUNDARAM, K. **Image Description Generator: An Overview**, 2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE), Greater Noida, India, 2022, pp. 1796-1799.
- MCCARTHY, J. **What is artificial intelligence?** Computer Science Department. Stanford, CA, p. 1-15, nov, 2007. Disponível em: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- MICROSOFT. **Seeing AI Aplicativo de câmera que fala para pessoas com deficiência visual**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/ai/seeing-ai>. Acesso em: 08 out. 2022.
- MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. McGraw-Hill, 1997.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to Linear Regression Analysis**. Vol. 821, John Wiley & Sons, Hoboken, 2012.
- MOORE, M.; HEATH, C.; MCDANIEL, T.; PANCHANATHAN, S. **The Blind Date: Improving the Accessibility of Mobile Dating Applications for Individuals with Visual Impairments**, 2019 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP), Ottawa, ON, Canada, 2019, pp. 1-5.

OPAS. **Saúde ocular.** Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/saude-ocular>. Acesso em: 05 out. 2022.

OPAS. **Versão final da nova Classificação Internacional de Doenças da OMS (CID-11) é publicada.** Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/11-2-2022-versao-final-da-nova-classificacao-internacional-doencas-da-oms-cid-11-e>. Acesso em: 05 out. 2022.

QUINLAN, J. R. **Induction of decision trees.** Machine learning, v. 1, p. 81-106, 1986.

RINALDI, A. M.; RUSSO, C.; TOMMASINO, C. **Automatic image captioning combining natural language processing and deep neural networks.** Results in engineering, Napoli, Italy, v. 18, n. 101107, p. 1-14, abr. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123023002347?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jul. 2023.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** 4ª ed. 2021. Disponível em: <https://aima.cs.berkeley.edu/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SAMUEL, A. L. **Some studies in machine learning using the game of checkers.** https://hci.iwr.uni-heidelberg.de/system/files/private/downloads/636026949/report_frank_gabel.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.

STANFORD UNIVERSITY. **Professor John McCarthy.** Disponível em: <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth.html>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SUTTON, R. S.; BARTO, A. G. **Reinforcement Learning: An Introduction.** MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1998.

TANG, P.; WANG, H.; KWONG, S. **Deep sequential fusion LSTM network for image description.** Neurocomputing, PR China, v. 312, p. 154–164, jul. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231218306714?via%3Dihub>. Acesso em: 17 out. 2022.

THEPADE, S. D.; JAISON, J. A. **Fusion of vectored text descriptors with auto extracted deep CNN features for improved image classification.** Intelligent Systems with Applications, Pune, India, v. 16, n. 200108, p. 1-9, ago. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305322000461?via%3Dihub>. Acesso em: 16 out. 2022.

TURING, M. A. **Computing Machinery and Intelligence**. Disponível em: <https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

UC BERKELEY. **What Is Machine Learning (ML)?** Disponível em: <https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/what-is-machine-learning/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

UNIFESP. **Deficiência Visual (cegueira e baixa visão)**. Disponível em: <https://accessibilidade.unifesp.br/sobre-accessibilidade/recursos/deficiencia-visual>. Acesso em: 05 out. 2022.

UNIVERSA UOL. **‘Sou cego e desisti de usar o Tinder’: como apps de namoro excluem PCDs**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2019/11/08/sou-cego-e-desisti-de-usar-o-tinder-como-apps-de-namoro-podem-excluir.htm>. Acesso em: 08 out. 2022.

VRINDAVANAM, J.; SRINATH, R.; FATHIMA, A.; ARPITHA, S.; RAO, C. S.; KAVYA, T. **Machine Learning based approach to Image Description for the Visually Impaired**, 2021 Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON), PUNE, India, 2021, pp. 1-6.

WEHMEIER, S. **Oxford Advanced Learner’s Dictionary**. Oxford: Oxford University Press. 2000.

WHO. **Relatório Mundial Sobre a Visão**. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-por.pdf>. Acesso em: 05 out. 2022.

YANG, R.; CUI, X.; QIN, Q.; DENG, Z.; LAN, R.; LUO, X. **Fast RF-UIC: A fast unsupervised image captioning model**. Displays, Guilin, China, v. 79, n. 102490, p. 1-8, jul. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141938223001233?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jul. 2023.

ZHU, X.; GOLDBERG, A. B. **Introduction to Semi-Supervised Learning**. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, 2009.

O encontro de Eduardo Coutinho com seus personagens

Tamiris Batista Leite²⁹

Introdução

Buscando refletir sobre os documentários de Eduardo Coutinho e, em especial, sobre o filme *O fim e o princípio* (2005), dividimos o presente texto em quatro partes intituladas “A conversa como método de trabalho”, “A ficção alheia e o real no documentário”, “A transformação das pessoas em personagens” e “A memória em *O fim e o princípio*”. Nas três partes iniciais direcionamos nosso olhar para a produção de documentários como *Fio da memória* (1991), *Boca de Lixo* (1993), *Santo Forte* (1999), *Babilônia 2000* (2000), *Edifício Master* (2002), *Peões* (2004), *Jogo de cena* (2007) e *Canções* (2011).

Na primeira parte, colocamos em evidência a conversa como “método” utilizado por Coutinho para aproximar-se das pessoas, mostrando seu profundo interesse pelas suas histórias de vida. Partindo de uma distinção feita pelo próprio cineasta entre entrevista, depoimento e conversa, expomos quais são as características desta forma de relação com o outro, que contribui para que as pessoas compartilhem suas singularidades.

Na segunda parte, intitulada “A ficção alheia e o ‘real’ no documentário”, estendemos a noção de ficção aos discursos das pessoas que, ao recordarem os acontecimentos de suas vidas, mesclam elementos do imaginário na construção de seus discursos. Destacamos, portanto, o teor ficcional dos discursos das pessoas que participaram dos projetos de Coutinho. Ressaltamos que, para ele, não importa a veracidade dos fatos em si, mas o modo como as pessoas contam suas histórias. O cineasta preocupa-se com a concatenação dos eventos que são resgatados pelas pessoas na construção de suas narrativas.

²⁹ Doutora em Letras pelo Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Pós-Doutorado em Letras pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP). E-mail: tamirisbleite@gmail.com.

Na terceira parte, colocamos em evidência o processo por meio do qual as pessoas transformam-se em personagens dos filmes de Coutinho. Já na fase posterior às filmagens, durante o processo de montagem, o cineasta concebe as pessoas como personagens. Ele somente voltará a pensar no personagem como pessoa, se surgir algum problema de ordem técnica, como buscaremos evidenciar.

Por fim, detemo-nos no filme *O fim e o princípio*, direcionando nosso olhar para a escolha da comunidade rural e da mediadora, Rosa, que apresenta o cineasta e sua equipe às pessoas que irão compartilhar parte de suas histórias de vida. Atentaremos para o modo como Eduardo Coutinho se aproxima dos moradores de Araçás, para a maneira como a conversa entre eles é conduzida e para o modo através do qual as pessoas recriam suas histórias. Com relação ao discurso, voltar-nos-emos para o movimento do presente em direção aos tempos passado e futuro. Apoiadas no presente em que são indagadas pelo cineasta, as pessoas se voltam para o passado vivido para buscar os acontecimentos que serão recriados por meio da reorganização dos eventos resgatados. Observaremos que, nesse processo, é comum as pessoas reinterpretem as ações desempenhadas, bem como fazerem projeções com relação ao tempo vindouro, sobretudo, quando lançam perguntas cujas respostas não podem ser obtidas, nem por elas e nem pelo cineasta que as ouve atentamente, no presente em que se desenrola a gravação da narração.

A conversa como método de trabalho

Empregamos o termo conversa para se referir ao meio através do qual o cineasta Eduardo Coutinho tem acesso às histórias das pessoas que se transformam em personagens de seus filmes. Na entrevista intitulada *A pessoa se completa no que diz* que integra o volume *Eduardo Coutinho* (2008), organizado por Felipe Bragança, o cineasta comenta sobre a utilização dos termos depoimento, entrevista e conversa, aproximando seu método de trabalho desta última forma de estabelecimento de contato com o outro.

Para o cineasta, o depoimento caracteriza a fala de figuras públicas que podem contribuir para a construção da História. Para Coutinho, depoimento é a forma mais ritual de contato humano (Bragança, 2008, p. 105). A entrevista, intrinsecamente ligada ao jornalismo, evoca a presença de um entrevistador que pode ser um repórter e, de outro lado, uma pessoa ou um grupo de pessoas que serão entrevistadas. Nesta configuração o clima, segundo Coutinho, é mais formal e acaba tendo um caráter diretivo mais claro.

O cineasta não denomina seu método de trabalho como entrevista. Em seus encontros com as pessoas, ele busca estimular uma conversa por meio da qual as pessoas se sintam à vontade para falar de suas experiências. As perguntas feitas por Coutinho, geralmente, propiciam a continuidade dos discursos que, por razões diversas, às vezes são interrompidos ou pausados pelas pessoas que estão narrando suas histórias. As perguntas são direcionadas às ações que as pessoas desempenham nas mais variadas situações cotidianas, de modo que são, na maioria das vezes, passíveis de serem respondidas. Por vezes, essa narração é conectada com alguma questão que se volta para o plano metafísico. No entanto, isso se dá de forma espontânea, através de observações feitas pelas próprias pessoas que aceitam participar do filme. A partir da introdução de uma pergunta inicial, é necessário que o participante olhe para dentro de si mesmo, selecione aquilo que decide compartilhar e elabore seu discurso de modo que envolva seu interlocutor.

Para estimular a conversa, Coutinho busca criar um espaço favorável aos participantes. Ele procura não mudar o eixo da câmera. Desde a criação da obra *Santo Forte*, o cineasta busca trabalhar desta maneira. Se não é um plano de câmera na mão, porque há deslocamentos, a câmera permanece fixa pelo tempo que for necessário, de modo que a mediação técnica fica quase anulada na montagem final. Dessa maneira, segundo o cineasta, depois de um certo tempo, pode ser que a pessoa se “esqueça” da presença da câmera ou se sinta mais à vontade para tocar em questões mais complexas. Para Coutinho é necessário estabelecer aquilo que denomina como “justa distância”. O cineasta não fala com uma pessoa que está a 10 metros dele. Ele busca maior proximidade, o que implica uma distância de aproximadamente 2 ou 3 metros. Para o cineasta, esta é a realidade do diálogo e a vida só pode ser criada a partir desta “justa distância”.

Outro aspecto que contribui para que a conversa seja mais espontânea e, muitas vezes, surpreendente para o interlocutor, é o fato de o encontro se realizar pela primeira vez já diante da câmera. Sempre que possível, Coutinho estabelece o primeiro contato com a câmera ligada. Pode até existir uma pesquisa prévia, mas, se o princípio é não conhecer as pessoas antes da filmagem, o resultado é diferente. O desconhecimento amplia a tensão com relação à história que será compartilhada.

Para que a conversa possa fluir é necessário que a pessoa sinta que o cineasta precisa dela. Ele tem de buscar estratégias que contribuam para construção desta sensação, de modo que isso seja passado implicitamente e não através da verbalização. Tal ação passa por uma necessidade profunda do cineasta de querer ouvir e pelo anseio de seu interlocutor de ser ouvido. Ao perceber o quão interessado está o cineasta, o interlocutor sente-se mais

seguro para compartilhar detalhes de sua história. Para o cineasta, algo se produz pelo fato de o interlocutor estar presente e em função da presença da câmera. Segundo as diretrizes do cineasta, a câmera deve permanecer fixa focalizando o corpo que fala. Diante da câmera e do interlocutor que se mostra ávido pela história que está prestes a ser compartilhada, a pessoa recria o seu passado de modo mais intenso.

A ficção alheia e o “real” no documentário

Interessa ao cineasta as razões do outro, uma série de componentes que vêm de sua biografia e nenhuma forma de julgamento faz parte deste processo. Ao final, o filme oferecerá aos telespectadores um encontro entre o cineasta e o mundo. A filmagem do encontro, da relação que é estabelecida por meio da conversa, norteia o trabalho de Eduardo Coutinho. Seu objetivo não é filmar a verdade. Ainda que permanecesse horas seguidas filmando uma determinada ação, o resultado obtido representaria uma ilusão de que o cineasta conheceu o real. Para Coutinho, a única coisa certa do documentário é o registro.

As histórias compartilhadas têm um teor ficcional muito grande. Esta ficcionalidade somada ao lugar a partir do qual as pessoas compartilham suas histórias, despertam o interesse do cineasta. Ele relembra as palavras de Walter Benjamin, ao evocar que *quanto mais a pessoa que escuta, se esquece de si mesmo, mais funda fica gravada a coisa escutada* (Bragança, 2008, p. 142). Nesse sentido, Coutinho defende a ideia de que é necessário nos despirmos de nossas próprias opiniões antes de nos colocarmos diante da pessoa cuja razão buscamos compreender. Em seus filmes, Coutinho não expõe sua posição sobre a diversidade de temáticas abordadas, pois o material fala por si e, ao mesmo tempo, é discutível a resposta que se pode ter.

Coutinho está sempre muito atento ao modo como as histórias são reconstruídas pelas pessoas com as quais ele conversa. Pouco importa ao cineasta, se a história é verdadeira ou não, o que atrai e contribui para que as pessoas se transformem em personagens de seus filmes, é modo como elas narram suas respectivas histórias, sejam estas suas próprias histórias ou histórias alheias. Se a pessoa contar bem, ainda que não seja uma história “forte”, ela, possivelmente, se transformará em um de seus personagens.

Contar bem ou não é critério decisivo no processo de seleção das pessoas que se transformarão em seus personagens. Uma história “fraca” quando bem contada, pode se tornar “forte”. O processo inverso, uma história “forte” tornar-se “fraca”, é possível quando aquela não é bem concatenada por aquele que a compartilha. As construções frasais e o

emprego de expressões que desabrocham interpretações, muitas vezes, poéticas são relevantes no processo de seleção das conversas ou dos trechos que farão parte do filme.

Em certa ocasião, numa entrevista aos jornalistas Claudiney Ferreira e Consuelo Lins, no programa *Jogo de Ideias*, no ano de 2006, Coutinho afirmou que sua opção por fazer documentário coloca em evidência sua preferência pela ficção alheia ao invés de sua própria. Este seu posicionamento, permite-nos levantar duas questões atreladas ao conceito de “real”. A primeira concerne à própria compreensão do gênero documentário. Ainda é comum que muitos o entendam como um gênero que mostra o real, enquanto devemos pensá-lo como registro do encontro entre a câmera e as pessoas em seus respectivos lugares de fala. O registro é uma inscrição real, mas não uma inscrição do real.

Na entrevista intitulada *A pessoa se completa no que diz*, Coutinho, mencionando o filme etnográfico, afirma que existirá sempre uma ilusão de que o cineasta está conhecendo o real. Trata-se de um encontro entre o cineasta e o mundo, sempre. Coutinho parecia estar sempre pronto para filmar esse encontro. A pessoa pode, de fato, compartilhar algo que lhe aconteceu ou pode se apropriar de uma história alheia. Ela pode elaborar um discurso que se aproxima mais do que lhe aconteceu e mesclar elementos do imaginário durante o processo de construção desse discurso, podendo até mesmo atuar, dependendo de sua desenvoltura e da postura de seu interlocutor.

Durante as filmagens, o operador de câmera pode se valer de determinados ângulos de filmagem e movimentos em função dos efeitos de sentido que quer alcançar. Durante o processo de montagem muitas outras formas de intervenção são possíveis de acordo com o projeto do cineasta. No caso de Coutinho, observamos que tais intervenções quase não acontecem. A câmera permanece fixa enquadrando o corpo daquele que fala. Na montagem, ele busca manter a integridade do personagem, não fragmentando suas falas para que, na sintaxe fílmica, possa criar contrastes ou organizar as falas em blocos temáticos.

A noção de “real” se estende, muitas vezes, para as discussões sobre as falas das pessoas que participaram do filme. Mas, devemos lembrar que os discursos dos personagens podem estar recheados de elementos do imaginário que são costurados à narração das experiências que compartilham. Desse modo, não se pode tomar como “real” tudo aquilo que está sendo compartilhado pela pessoa que aceitou participar do encontro com Coutinho e sua equipe. É natural que elementos do imaginário sejam mobilizados durante o processo de construção do discurso e mesclados com as lembranças dos acontecimentos que são evocados.

Um dos personagens do filme *Edifício Master* afirma ser uma “mentirosa verdadeira”. Segundo Alessandra, para que a pessoa obtenha êxito ao mentir, é necessário, primeiramente, que ela acredite na mentira. Para que a pessoa possa contá-la de modo convincente, é necessário que ela acredite naquilo que está para ser contado como algo que verdadeiramente aconteceu.

Em Coutinho, percebemos uma diluição ou uma busca pelo rompimento das barreiras entre documentário e ficção, entre verdade e mentira. Pelo menos dois aspectos nos levam a refletir sobre esta afirmação. O primeiro está atrelado ao modo como a pessoa conta sua história e o segundo está intimamente ligado à afirmação de Coutinho de que o passado contado é mais intenso que o passado vivido. Podemos acrescentar que o passado contado é mais intenso em função dos múltiplos recursos que podem ser utilizados pelas pessoas no momento que decidem compartilhar suas histórias diante da câmera. A riqueza do discurso advém das múltiplas possibilidades por meio das quais a história pode ser contada. A pessoa pode transformar o seu passado de uma maneira que o torne mais atraente, eliminando as impurezas e inventando junto com os acontecimentos que são rememorados. Ao trabalhar com os elementos do imaginário durante a apresentação da história ao seu interlocutor, o passado vivido pode ganhar nova dimensão. No filme *O fim e o princípio*, sobre o qual nos atemos no último tópico, perceberemos tais aspectos no discurso dos anciãos que, a uma “justa distância”, compartilham suas histórias.

A transformação das pessoas em personagens

A partir do processo de montagem através do qual ocorre a seleção das pessoas e das histórias ou fragmentos de histórias, as pessoas escolhidas para o filme transformam-se em personagens. O cineasta trata-as dessa maneira e, no processo de montagem, busca manter as qualidades pessoais que julga relevantes na construção do caráter dos personagens. O caminho inverso, do personagem à pessoa, só é percorrido quando surge um problema de ordem ética. Se a pessoa contou algo relacionado ao seu trabalho e que poderá lhe trazer problemas como uma possível demissão, ele opta pelo corte na edição. Afora qualquer problema desta natureza, o cineasta pensa na pessoa enquanto personagem.

Refletindo sobre o relato, sobre a fidelidade de um relato, sobre o modo como traduzi-lo, Coutinho destaca que tem de ser leal às pessoas com as quais conversa durante seus filmes. A edição é um ato de intervenção. Ele ressalta que deve impedir que o filme cause prejuízo a essas pessoas, embora, em contrapartida, também não possa lhes garantir que o filme traga

grandes vantagens. Norteados por tal preocupação, o cineasta exclui, quando necessário, cenas que possam contribuir para a criação de estereótipos e/ou que possam trazer prejuízos para as pessoas que participaram. Coutinho busca deixar cada pessoa em cena até ela se constituir como sujeito de seu próprio discurso próprio por meio do qual expõe sua complexidade interior. Ele tenta não cortar as falas das pessoas no processo de montagem para criar contrastes ou agrupá-las por temáticas.

Um dos aspectos do personagem que mais fascina o cineasta é o seu “aqui-agora”. A pessoa está diante do cineasta e, durante o encontro, conta-lhe algo que ela nunca dissera antes e que não dirá depois ou que até poderá ser dito, mas não da mesma forma. Daí decorre sua preferência pelo primeiro encontro diante da câmera. É no presente que se dá o encontro no qual a história é recriada e os gestos e as nuances da fala são captados. Almejando guardar o máximo possível daquilo que nasce do encontro, Coutinho busca deixar de lado a utilização dos *inserts*, como aqueles que foram introduzidos em *Santo Forte*.

Após a conclusão do filme, Coutinho não tem mais contato com as pessoas que participaram de seu projeto. Geralmente, depois de aproximadamente um ano, ele organiza uma exibição para aqueles que participaram do filme. Nesse momento, o encontro que se dá é com as “pessoas reais”, para empregar a expressão utilizada pelo próprio Coutinho. Por meio deste evento ele busca observar a reação das pessoas e, fundamentalmente, se alguém se queixa de algo que tenha acontecido em decorrência da participação. Na maioria das vezes, as pessoas não lhe trazem reclamações. Coutinho observa que, em alguns casos, as pessoas parecem se sentir aliviadas após compartilhar suas experiências de vida.

Por ser o personagem mais rico que a pessoa, não interessa a Coutinho retornar aos mesmos lugares onde foram realizadas as gravações. Após a realização do filme, passar mais tempo com a pessoa poderia revelar que ela é uma “fraude”. Para não destruir a imagem do personagem, prefere ficar apenas com a revelação registrada no momento do encontro.

A memória em *O fim e o princípio*

Na abertura do filme *O fim e o princípio* acompanhamos as imagens de Eduardo Coutinho e sua equipe chegando em São João do Rio do Peixe, município onde são iniciadas as buscas por uma comunidade rural que lhes interessem e que os aceitem. O cineasta nos adverte sobre a possibilidade de não encontrarem tal lugar, fato que transformaria o filme na busca por uma locação, um tema e, sobretudo, na busca pelos personagens. A única pesquisa realizada foi sobre o hotel no qual se hospedariam. A voz *off* nos

revela que o projeto consiste numa viagem ao sertão da Paraíba sem nenhum tipo de pesquisa prévia e nenhum tema ou locação particular.

Depois das filmagens iniciais em Riachão dos Bodes e comunidades parecidas realizadas juntamente com Rosilene, a Rosa, a partir do segundo dia de filmagem, Coutinho, através da voz *off*, conta-nos que decidiu interromper a busca por outros lugares. A equipe sentiu que a relação de Rosa com os moradores das outras localidades não ia além das relações de trabalho e, portanto, não criava intimidade. A partir daí, Coutinho e sua equipe decidiram trabalhar apenas em Araçás onde a família de Rosa vivia. A diretora de produção entrou em contato com o dono do hotel para lhe perguntar sobre o lugar no qual poderiam encontrar algum agente da Pastoral da Criança. A intenção era travar relação com alguém que, por força de seu trabalho, conhecesse melhor os povoados e sítios do município. Foi dessa maneira que chegaram até Rosa.

Ela assume o papel de mediadora entre Coutinho e as pessoas que irão se transformar em seus personagens e faz as apresentações e mediações quando o cineasta e sua equipe chegam às casas dos moradores. Ao chegarem nos respectivos ambientes, Rosa apresenta Coutinho e sua equipe, explica que eles estão fazendo um filme e compartilha que ele quer ouvir as histórias de vida das pessoas. Feitas as apresentações, Rosa passa a palavra para o cineasta que pede para as pessoas falarem sobre suas vidas. Os assuntos em geral tratam da infância, do trabalho, do casamento, da solidão e da morte.

Quando Coutinho, ávido pelas histórias, lança perguntas gerais sobre a infância ou sobre o trabalho para iniciar a conversa, as pessoas começam a contar suas histórias, compartilhando suas experiências. Na memória, vão buscar as lembranças dos tempos outrora vivido. É preciso rever e recordar. Por meio da pergunta lançada no presente, as pessoas se direcionam para aquilo que já fora vivido, relatando não apenas acontecimentos que lhes marcaram, mas também suas opiniões sobre as ações que empreenderam.

Através do encontro pessoal com individualidades tão díspares, instaura-se a possibilidade de aproximação do universo e da cultura local. Ao perceberem que o cineasta está ali para ouvi-las, não necessariamente para concordar, mas como alguém interessado e curioso, as pessoas se sentem mais livres para poder compartilhar suas histórias. As indagações acerca da família, da infância, dos namoros e casamentos parecem estimular a fabulação e a imaginação das pessoas. A informalidade paira neste ambiente no qual a proximidade física sublinha a condição de encontro e o caráter da conversa.

O material da memória é trabalhado através da criação da narrativa oral. Da memória, as pessoas com as quais Coutinho conversa pinçam acontecimentos que serão recriados em suas narrativas. É na memória que buscam os conteúdos de suas histórias, sejam por meio das associações ou das lembranças que vão surgindo durante este processo ou quando são indagadas pelo cineasta. Das experiências retiveram lições que ficaram incrustadas em suas personalidades. É na fase da recuperação dos acontecimentos que parecem buscar a atribuição de um sentido e construir uma sabedoria em torno daquilo que fora vivido.

O cineasta lança as perguntas e aguarda as respostas. Muitas vezes, as pessoas respondem diretamente à pergunta apresentada, mas, em outros momentos, as pessoas, na busca da elucidação daquilo que querem expressar, dão volteios e mais volteios. Em algumas situações o silêncio se avulta e integra o discurso da pessoa que não encontra palavras para explicar determinado acontecimento ou que busca em tal silêncio um alento para que possa dar continuidade ao seu discurso. O silêncio também pode contribuir para a participação do espectador que busca compreender tal pausa, ao observar atentamente no rosto e na história, os movimentos que podem auxiliá-lo na interpretação da ausência da palavra.

Em determinadas situações, o cineasta aguarda o silêncio até o momento em que a pessoa retoma seu discurso. Em outros casos, ele acaba interrompendo as pessoas. Com esta atitude, percebemos que a espontaneidade marca não apenas o discurso das pessoas, mas também, em alguns casos, o comportamento do próprio do cineasta. O modo como o cineasta se posiciona frente às pessoas, mostrando-se interessado nas histórias de suas vidas, contribui para que as pessoas, de fato, compartilhem episódios marcantes de suas vidas. Segundo Coutinho, a percepção das pessoas acerca de seu profundo interesse pelas histórias que elas podem contar, pode produzir atuações dramáticas extraordinárias. Neste percurso, o que lhe interessa é a construção imaginária das pessoas a partir do real, uma vez que os aspectos ficcionais podem oferecer traços reveladores do personagem.

O passado passa a ser reconstruído ou recapitulado. Quando nos direcionamos para o movimento, do presente em direção ao passado, temos a impressão de que os acontecimentos que foram vivenciados podem ser trazidos à tona tal como aconteceram. Entretanto, na verdade, sabemos que não é dessa maneira que se realiza o processo de recordação. Não pensamos acerca de algo que nos acontecera sempre da mesma maneira. Um mesmo acontecimento pode ser evocado em diferentes momentos de nossas vidas e pode ser, portanto, em função de nosso amadurecimento e estado emocional, ser reinterpretado de modos diversos. Juntamente com a narração de fatos

que lhes aconteceram, as pessoas elencam outras observações ou até mesmo dirigem perguntas ao cineasta.

A focalização do corpo e, fundamentalmente, a aproximação dos rostos das pessoas permitem uma observação mais minuciosa das mudanças das expressões faciais, das pausas, ou silêncios que se avultam nas falas das pessoas. Entramos em contato com uma complexa vida interior que pulsa através da fala de personagens como Rosa, Leocádio, Vigário, Maria Borges, Chico Moisés, Assis, Rita, Zeca, Zequinha Amador, Lice, Lica, Tia Dôra, Dona Vermelha, Nato, Neném Grande e Zé de Souza.

Para Coutinho, o personagem Leocádio desenvolve a teoria da língua adâmica de Walter Benjamin. Ele fala sobre as palavras que são escritas em vão e sobre a identificação entre a palavra e o objeto em tempos remotos. Ao ouvir o personagem, o cineasta, muitas vezes, intervém. A pergunta, para Coutinho, é fundamental e tudo está para ser descoberto. A digressão pode trazer à tona aspectos que elucidam algo que está sendo apresentado pelo personagem ou pode contribuir para a reflexão sobre a problemática que se apresenta.

Cria-se uma “tensão positiva” para empregarmos aqui a mesma expressão utilizada por Coutinho no filme dirigido por Carlos Nader cujo título é *Eduardo Coutinho, 7 de outubro*. A diferença cultural, social e econômica existe, mas Coutinho tenta se anular, “se colocar entre parênteses” e apresentar-se diante da pessoa como alguém que está disposto a ouvir. O cineasta afirma que tem de esvaziar-se de si mesmo para que a pessoa se sinta à vontade para compartilhar suas singularidades. Este posicionamento do cineasta vai ao encontro da necessidade que o homem tem de ser ouvido em sua singularidade e da legitimação de sua própria história. Desse modo, a aproximação das pessoas representa para Coutinho um exercício de espiritualidade.

Durante os encontros até mesmo os erros, na medida do possível, devem ser mantidos, seja o erro do outro ou o erro do próprio cineasta. Ele busca o inacabado, o impuro, o precário, o imperfeito. Tais palavras são proferidas pelo próprio Coutinho quando, a uma “justa posição”, ele é entrevistado por Carlos Nader que, por meio de seu documentário, coloca o cineasta diante de sua própria equipe de trabalho. Na entrevista conduzida por Nader, Coutinho também destaca que sua paixão é por aquilo que é resíduo, lixo ou detrito. Diante do sentimento de incompletude das histórias que lhe escapam, o cineasta busca estimular o exercício de reflexão sobre a existência.

Seja por meio do registro da chegada da equipe e de sua viagem através da câmera de apoio, que duplica o eixo da câmera principal, seja com

o uso da voz *off* do diretor, que explicita desde o início quais são as “regras do jogo”, somos expostos ao processo de feitura do filme dentro do próprio filme. Este movimento também existe por parte dos personagens que nos direcionam para a figura de Coutinho ao fazerem perguntas relacionadas às problemáticas que se apresentam ou quando expõem curiosidades, perguntando sobre o número de pessoas que compõem a equipe e sobre o tempo que eles permanecerão na comunidade. Não poderíamos deixar de citar Rosa que, em função de seu papel de mediadora, intervém naturalmente, quando apresenta a equipe e explica os motivos que os levaram à Araçás ou quando dialoga com o cineasta.

Dona Mariquinha dirige-se especificamente para um dos integrantes da equipe, que não é apresentado ao espectador, afirmando que ele é muito sério. O cineasta aproveita o ensejo e pergunta se ela gosta de pessoas muito sérias. Dona Mariquinha responde que não e que prefere pessoas como Coutinho que gosta de “prosear”. Talvez seja este o motivo que leva os anciãos a abrirem suas casas para Coutinho. Eles sabem que o cineasta quer “prosear” e está disposto a ouvir. Coutinho chega à casa de uma das pessoas que lhe pergunta se ele prefere que a conversa seja dentro ou fora de casa e ele, prontamente, responde que prefere que seja dentro. Esta parece ser, de fato, uma preferência do cineasta, uma vez que a maior parte das conversas se desenrolam no ambiente doméstico.

Como mediadora, Rosa é a primeira a entrar no espaço interior, seguida pela equipe. A entrada nos lares dos moradores de Araçás propicia o início de uma relação mais próxima que vai sendo construída através da conversa por meio da qual, pouco a pouco, as pessoas vão falando mais de suas experiências pessoais. Com a entrada neste espaço tão particular, podemos observar como a casa é organizada e, em alguns casos, podemos pinçar nas ambientações elementos intrinsecamente ligados às particularidades dos personagens. Na casa de Zequinha Amador, por exemplo, podemos observar que há muitos livros e papéis dispostos sobre os móveis, uma lousa com anotações e o troféu que ele ganhara num Festival de Poesia ocorrido em São João do Rio do Peixe. O personagem lê um soneto de sua autoria que nunca foi publicado. As estampas de tecidos, como a da viola estampada numa toalha na casa deste mesmo personagem, ou a do carro de boi numa toalha de mão bordada por Lica representam cenas ou elementos ligados ao cotidiano dos personagens.

Uma narrativa que se desdobra dentro de uma outra narrativa. Assim também podemos pensar *O fim e o princípio*. No processo de montagem, o cineasta busca editar da melhor forma possível os discursos de cada participante selecionado para que a composição final corresponda ao conjunto do que fora dito pelo participante que, após tal processo, já pode

ser considerado personagem filmico. Contudo, dentro desta narrativa maior, desvela-se o projeto sobre a própria construção do filme, seja através da exibição do aparato cinematográfico, seja por meio da voz *off* do cineasta que fala sobre o nascimento da ideia, sobre a interrupção das filmagens e sobre a escolha da comunidade de Rosa e andamento das diferentes etapas da construção filmica.

Desde o início do filme, o aparato cinematográfico é exposto aos espectadores que podem observar também, em alguns momentos, a movimentação de pessoas da equipe e, através da voz *off* do próprio cineasta, ouvir dados sobre o surgimento da ideia de se fazer um documentário e sobre as diferentes etapas de sua construção. Ele compartilha com seus espectadores os motivos que levaram ele e sua equipe a optarem pela filmagem na região de Rosa, mais especificamente em sua comunidade, localidade em que vivem aproximadamente 80 famílias.

Conforme vimos, interessa-lhe o outro, diferente social e culturalmente. Em *O fim e o princípio* os discursos dos personagens podem ser caracterizados como recortes de um tempo vivido que se desdobram em diferentes camadas. A passagem do tempo é intrínseca aos discursos salpicados de sábias palavras e indagações que levam os espectadores a refletir sobre valores e problemáticas existenciais diversas. Isto nos fez lembrar de um soneto de Camões que diz: “Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades/ muda-se o ser, muda-se a confiança/ Todo o mundo é composto de mudança/ tomando sempre novas qualidades”.

Esta primeira estrofe do soneto camoniano aguça nossa reflexão sobre a ideia da constante mudança que marca o desenvolvimento humano. Ao lado das transformações pelas quais passamos ao longo de nosso desenvolvimento pessoal e profissional, há sempre a busca por algo que nos move em diferentes etapas de nossas vidas. Sempre desejamos algo e, na tentativa de alcançá-lo, planejamos e realizamos determinadas ações. O passado recente ou o passado mais remoto ressurgem no tempo atual, uma vez que as vivências experienciadas são constantemente evocadas diante das escolhas atuais que temos de fazer. Aquilo que experienciamos participa desse processo de transformação, por meio do qual vamos amadurecendo.

A nossa experiência em si mesma, e não conforme a organizamos, é um constante transformar-se. Nossa consciência, pensamento ou sentimento não procede de uma maneira linear ou melódica, como o fazem as palavras, mas sim de uma maneira harmônica ou em contraponto, em planos simultâneos e superpostos. Partindo dessa perspectiva, podemos compreender melhor os discursos entrecortados dos personagens. Eles não reconstróem nem recapitulam seus passados, mas sim o reinterpretam e isso porque o carregam emocionalmente.

Considerações finais

O cinema de Coutinho se destaca como meio profícuo para o encontro com as mais variadas facetas do ser humano. Paradoxalmente ao seu aspecto simples e artesanal, seus documentários nos remetem à complexidade das relações humanas. Permitem-nos, ainda, a pensar sobre a estruturação dos discursos dos seus interlocutores e no modo como os elementos do imaginário e da memória constituem as narrativas que são construídas a partir das experiências evocadas pelos personagens.

Uma incursão pela obra de Coutinho nos faz perceber as diversas e divergentes formas através das quais o cineasta busca aproximar-se do outro. O cineasta tenta colocar-se no lugar do outro e observar uma situação que lhe está sendo exposta a partir da compreensão do lugar daquele que a relata. Durante a conversa, o modo como a pessoa conta algum episódio de sua vida é decisivo para que ela se transforme em personagem da narrativa fílmica. Exclui-se desse processo a preocupação com a veracidade dos fatos, de maneira que até mesmo uma história menos interessante ou “fraca”, como diria Coutinho, pode se transformar numa bela narrativa.

A Coutinho, interessa a criação de um ambiente aconchegante no qual as pessoas possam se sentir à vontade para falar sobre suas experiências. Para a criação desse espaço, a proximidade é alcançada não apenas pela postura descrita acima por meio da qual ele desvela seu interesse pela história, mas também através de uma proximidade física propiciada por aquilo que o cineasta denomina “justa posição”.

Especialmente em *O fim e o princípio*, o cineasta se depara com pessoas que gostam de prostrar e, portanto, estão abertas ao diálogo com aquele que se aproxima de seus espaços individuais, mostrando-se ávido por suas histórias. Nesse filme, até mesmo os personagens como Leocádio e Zequinha Amador que, numa primeira visita, parecem fechados ao contato com o outro diferente, social e culturalmente, revelam-se ser pessoas sensíveis que, durante a narração de suas histórias, conseguem captar nossa atenção, arremessando-nos para reflexões que ultrapassam o tempo de exibição da narrativa fílmica.

Referências

BRAGANÇA, F. **Eduardo Coutinho**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2008.

FERREIRA, C.; CONSUELO, L. **Eduardo Coutinho**. Jogo de Ideias. Programa Itaú Cultural. 2006. 28 min. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Zg-mxrVGu38>. Acesso em: 14 nov. 2014.

LABAKI, A. **Introdução ao documentário brasileiro**. São Paulo: Francis, 2006.

LINS, C. **O documentário de Eduardo Coutinho**: televisão, cinema e vídeo. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

MATTOS, C. A. **Ouvir para ver melhor**: Eduardo Coutinho e o cinema de pessoa a pessoa. Pesquisa FAPESP. São Paulo: Plural. n.º 217, p. 86-89. 2014.

NADER, C (Direção). **Eduardo Coutinho, 7 de outubro**. 2013. 60 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZdmJkOaiVHo>. Acesso em: 4 dez. 2014.

Modalizadores e operadores do discurso na confissão de Custódia de Faria

Gabriele Franco³⁰

Kelly Cristina de Oliveira³¹

Introdução

No último dia de janeiro de mil quinhentos e noventa e dois, a jovem cristã nova Custódia de Faria comparece à mesa de Heitor Furtado de Mendonça - visitador da comissão que representava o Tribunal da Inquisição durante a visitação à Bahia - para confessar o “crime” de judaísmo. Sua confissão foi registrada no *Primeiro Livro das Reconciliações e Confissões* (1591- 1592), doravante LRC, sob o n° 84 (1592, fol. 138r a 139v). Confessar era uma estratégia para tentar poupar sua vida, sua família e seus bens, visto que antecipar-se às denúncias poderia aliviar suas penas. Durante a sessão de confissão, o visitador, Heitor Furtado de Mendonça, fazia um interrogatório que o notário, Manoel Francisco, registrava em discurso indireto:

[...] no derradeiro dia do mês de janeiro de mil e quinhentos e noventa e dois, nesta cidade de Salvador, Bahia de Todos os Santos, na casa de morada do Senhor Visitador do Santo Ofício, Heitor Furtado de Mendonça, diante dele apareceu, sem ser chamada, Dona Custódia, dentro do tempo da graça e por querer confessar sua culpa recebeu o juramento dos Santos Evangelhos, em que pôs sua mão direita ao cargo do qual prometeu dizer a verdade em tudo (Franco, 2022, p.172).

Toda a família de Custódia de Faria foi testemunha ocular e vítima do terror que a Inquisição instalou na primeira metade do século XVI, em Portugal, pois seus pais fugiram das perseguições do Tribunal do Santo

³⁰ Dr.^a em Filologia e Língua Portuguesa pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP. E-mail: gabrielefrancosp@gmail.com

³¹ Dr.^a em Filologia e Língua Portuguesa pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP. Pós doutora pela UFMG - Departamento de Estudos Linguísticos. E-mail: kelly.oliveira@ifsp.edu.br

Ofício na Península e lançaram-se em uma perigosa e longa viagem pelo Atlântico, dispostos a enfrentar uma terra com todas as desventuras dos primórdios da colonização.

No recôncavo Baiano, conseguiram prosperar com a economia açucareira, tornando-se uma família rica e poderosa. Além disso, encontraram a liberdade necessária para exercer sua religião (Assis, 2004, p. 121). Contudo, a família Antunes incomodava a sociedade não apenas por suas “heresias” e pelo fato de ser responsável por inúmeras atividades criptojudaias, mas também porque era chefiada por Ana Rodrigues - avó de Custódia -, uma mulher com grande prestígio social que fazia frente aos senhores de engenho da região. É importante destacar que uma família matriarcal era fato incomum dentre as famílias cristãs novas e cristãs velhas (Cruz, 2015, p. 12).

A esta altura, a ambição do Santo Ofício já alcançava a América Portuguesa, pois o Tribunal do Santo Ofício organizou visitas às colônias portuguesas com o objetivo de penalizar hereges com a morte e usurpação de seus patrimônios e bens. A perseguição aos hereges era um negócio tão lucrativo quanto as Cruzadas, mas com uma nova roupagem. Desse modo, com a visita ao Recôncavo Baiano, o Santo Ofício lançou os olhares sobre a riqueza e sobre a liberdade da família de Custódia de Faria, aniquilando ambos.

A presença das mulheres cristãs novas (judias convertidas ao catolicismo) ou criptojudias (aquelas que praticam rituais judaicos após a conversão, seja com intenção religiosa, seja apenas por tradição familiar) ganha evidência nas mesas dos Inquisidores. Elas fizeram-se notar pela sociedade da época e, principalmente, pelas instâncias disciplinadoras da Igreja e da administração colonial, porque ameaçavam a ordem vigente quando utilizavam os ambientes privados das residências, das famílias e das consciências para exercer forte influência religiosa: “[...] os inquisidores sabiam que eram [as mulheres] responsáveis pela religião judaica” (Novinsk, 2015, p. 111).

Nas confissões das mulheres da família Antunes, inclusive na de Custódia de Faria, há uma relação de poder bem marcada entre o visitador (pessoa responsável para colher depoimentos antes do julgamento) e os depoentes (pessoas que foram confessar porque são suspeitas de terem cometido heresias). Há um jogo discursivo de poder, que coloca de um lado um sujeito que decide se culpa ou inocenta um depoente. Do outro, o acusado que sabe que não pode desrespeitar o visitador e os valores aceitos socialmente, que deve demonstrar esse respeito concretizado em sua entonação, na escolha das palavras, a fim de se livrar de uma possível condenação. Nesse jogo, a argumentação do interrogatório oscila entre o

revelar e o *ocultar* de informações. As Antunes reconhecem que o visitador não está em alinhamento com seu ponto de vista, por isso articulam seus discursos na tentativa de convencê-lo de que não tinham conhecimento da origem judaica de suas práticas.

Diante da tensão entre o revelar e o ocultar, analisa-se a intenção discursiva de Custódia de Faria que está condicionada às escolhas lexicais utilizadas no registro do discurso indireto do notário. Dentre as escolhas lexicais que são essenciais no desvelar da tensão discursiva, encontram-se os *modalizadores* e *operadores do discurso*.

É neste ponto que pretendemos demonstrar como os operadores e modalizadores discursivos evidenciam o ponto de vista assumido pela depoente, segundo a percepção do outro, e asseguram os modos como Custódia elabora seu discurso.

Materiais e métodos

O *corpus* deste capítulo consiste na confissão modernizada de Custódia de Faria (ANTT, 1592, n° 83, fol. 138r a 139v). Esta encontra-se no *Primeiro Livro das Reconciliações e Confissões* (1591 - 1592) do Santo Ofício, foi editada por Mota (2016) e modernizada por Franco (2022).

Entre os volumes produzidos pela comissão do Santo Ofício durante a primeira visitação à Bahia, em 1591, destaca-se o *Primeiro Livro das Reconciliações e Confissões* (1591- 1592). Neste livro, foram registradas as confissões de heresias que posteriormente seriam julgadas pela Inquisição. Dentre elas, destaca-se o judaísmo. Segundo Soares (2018, p. 125), as demais heresias eram tratadas residualmente pelo Tribunal, mas o crime de judaísmo era considerado gravíssimo.

As confissões não eram apenas um registro de dizer de culpas, na realidade foram utilizadas como instrumento do trabalho ideológico da Inquisição para construir as “verdades” convenientes. Tratava-se de uma “armadilha discursiva” colocada em prática pelo notário e pelo visitador para construir provas contra os hereges.

Havia um documento intitulado Édito de Fé e de Graça que determinava o “tempo da graça”, no qual se estabelecia um período de aproximadamente trinta dias para aqueles que desejassem confessar seus pecados: “[...] ordenava-se que ao redor de uma légua, nos próximos trinta dias da graça, todos poderiam confessar-se diante do visitador [...] (Mota, 2016, p.35)”. As confissões realizadas por Custódia e pelas Antunes ocorreram no período da graça e representavam apenas a primeira etapa da rede articulada dentro do sistema “jurídico” estabelecido pela Igreja. Aquelles que eram condenados à fogueira precisavam ser processados pelo

Tribunal do Santo Ofício. Porém, para abrir o processo contra o acusado era necessário cumprir uma trajetória protocolar para que fossem “coletadas” - isto é, construídas - as provas dentro da jurisdição da Inquisição.

Referencial Teórico

O conceito de *modalizadores do discurso* ultrapassa as relações encontradas nos estudos da gramática gerativa ou mesmo o dos estudos linguísticos mais tradicionais, que primam pelas relações internas da língua - *advérbios, pronomes, conjunções etc.* e os trata, como afirma Koch (2008, p.102) como elementos *meramente relacionais*.

Por essa razão, nossa abordagem preza pela construção de sentidos discursivos e argumentativos. Nessa perspectiva, consideramos o texto numa relação extralinguística, como um evento materializado na prática social - ação que o sujeito consegue realizar - que emerge de situações sociais concretas cujos possíveis efeitos de sentido produzidos nele podem ser causais (biológicos, físicos e mentais), conforme a abordagem crítica do discurso de Fairclough (2001, 2003).

Os sujeitos, nessa perspectiva, são *agentes* que, ao utilizar a língua, estão diante de várias possibilidades linguísticas. Suas escolhas, portanto, não são isentas de ideologia³² ou mesmo de fazeres persuasivos. Fairclough (2003, p.17) afirma que a *monitoração reflexiva exerce um papel fundamental, no momento em que o indivíduo é tido como ciente da ação que desempenha e capaz, portanto, de discorrer narrativamente sobre tal ação, caso seja solicitado*. Ativadas as suas potencialidades, o sujeito age, parcialmente, na sociedade, moldando-a e sendo moldado por ela.

Esse sujeito não é, portanto, plenamente livre ou totalmente assujeitado, pois deve-se considerar as limitações impostas pelas estruturas sociais mais rígidas que compõem a sociedade e suas práticas sociais, e mesmo as restrições nesse processo relacionadas à própria gramática da língua, que permite que certas combinações sejam feitas e outras não. Há, portanto, uma liberdade relativa do sujeito agente.

A fim de identificar a *agência* por trás de certas escolhas lexicais, em detrimento de outras, é preciso que os analistas do discurso façam uma abordagem *trans* e *interdisciplinar*, que compõem as relações extralinguísticas. Os agentes sociais tecem textos (constroem), ajustam e

³² Adotamos a definição de ideologia de Fairclough (2003, p.9), *que a entende como forma de representação de aspectos do mundo que pode contribuir para o estabelecimento, manutenção e mudança de relações sociais de poder, domínio e exploração* (Oliveira e Olímpio-Ferreira, 2017, p.113)

reajustam as relações entre os elementos de textos dentro de uma ordem do discurso que não é revelada em sua superfície. Assim, um dos objetivos do analista de discurso crítico, segundo Paulo Segundo (2015, p.95), é *captar a 'invisibilidade' das ordens do discurso, ou seja, as coerções acionais, representacionais e identitárias que orientam a prática discursiva como um todo*". Essas ações e seus possíveis efeitos de sentido podem ser *captados* por meio de pistas linguísticas.

No texto em análise, faremos um recorte dos advérbios modalizadores que compõem uma classe de comportamento discursivo argumentativo bastante particular, subdivididos, como estuda Castilho e Castilho (2002), em *epistêmicos, deônticos e afetivos*. Importa aqui trabalharmos com os epistêmicos que expressam uma avaliação sobre o valor de *verdade* e as condições de verdade da proposição. Estão organizados em: *asseverativo afirmativo e asseverativo negativo*. Este último é o nosso recorte por ser o tipo mais recorrente nas confissões das Antunes. Para este trabalho, focaremos nos modalizadores *não, nunca, nada, sem* acompanhados por outros relevantes na análise tais como os operadores argumentativos³³ *senão, somente* e outros pertinentes à presente análise.

Discussão e Resultados

Custódia de Faria foi a primeira mulher da família a confessar, ela tinha apenas 23 anos e estava casada com Bernardo Pimentel. Era filha de Beatriz Antunes e de Sebastião de Faria - um dos homens mais poderosos do Brasil quinhentista, senhor de engenho que participou das lutas pela conquista do Sergipe contra os índios aimorés (Assis, 2004).

No início da confissão, ela identificou-se como meio cristã nova, pois era filha de um pai cristão velho e mãe cristã nova. O casamento entre cristãs novas (judias convertidas ao catolicismo forçosamente ou para evitar perseguições) com cristãos velhos (aqueles que sempre foram católicos) era comum antes da visitação do Santo Ofício.

A estratégia de Dona Custódia durante sua confissão consistiu em negar a prática das heresias e, em seguida, relatar uma exceção à sua negação. Ela confessou um costume dos judeus daquela época que consistia em jogar fora toda a água armazenada em casa quando morria algum familiar, um conhecido ou algum residente da moradia. Tal hábito era

³³ Essa expressão surgiu com as pesquisas de Oswald Ducrot (1973, 1977). O linguista francês estudou certos elementos linguísticos (conjunções, advérbios, conectivos etc.) que integram o processo de utilização, ordenação de argumentos, bem como a força argumentativa desses argumentos (Oliveira, 2007).

considerado pelo Tribunal do Santo Ofício como prática herética. Além disso, ela denunciou três pessoas da família - sua mãe, sua avó e a uma cristã velha amiga da família:

Confessando-se disse que havia dois anos, logo no começo que ela casou, sendo já casada com o dito seu marido, lhe morreu em casa um escravo seu e nesse dia veio a sua mãe, Beatriz Antunes, e lhe ensinou que lançasse fora a água que havia em casa porque era bom para os parentes do morto que ficavam vivos, sem lhe declarar mais nada, senão somente que sua avó, dela confessante, lhe ensinara também isto, a qual sendo moça aprendera isto no Reino de uma cristã velha; (Franco, 2022, grifo nosso).

Ao denunciar, a depoente joga com o *ocultar* e o *revelar* informações por meio da preposição modalizadora *sem* que introduz adjuntos *lhe declarar mais nada* e produz carga semântica bem específica, regulada pelo valor de *ausência, falta, meramente*. Nada mais foi dito, revelado. Esse recurso argumentativo de ocultação *sem* é reforçado pelo da negação, por meio do pronome indefinido *nada*, que juntos indicam a contração da voz de Custódia em relação ao visitador, pois representam uma forma de ofuscar qualquer outra justificativa para que sua mãe tenha ensinado a referida prática herética, reportando-se, assim, ao ocultar de informações.

A preposição *senão* cuja carga semântica indica *exceto, salvo* funciona como adjunto de *somente que sua avó* e remete à intenção de *revelar*, pois indica que a depoente irá introduzir uma exceção à ideia de negação apresentada no pressuposto anterior. Custódia não só revela, mas também denuncia que a avó, Ana Rodrigues, ensinara-lhe a prática herética. Esse argumento visa afastar a si e a sua mãe da responsabilidade da prática. Contudo, é possível cogitar que a depoente também busca atenuar a culpa de sua avó ao utilizar o modalizador *somente*, visto que gera como possível efeito de sentido negação dos fatos: *senão somente que sua avó (...) lhe ensinara*. Essa restrição, cujo valor semântico indica *apenas, unicamente*, também revela a importante informação de que a avó teria aprendido a prática com uma cristã velha: *sua avó, dela confessante, lhe ensinara também isto, a qual sendo moça aprendera isto no Reino de uma cristã velha*.

Dessa forma, ao associar a origem da prática a um costume de pessoa católica (cristã velha), a interrogada afasta a ideia de heresia. Como não pode negar sua descendência materna, que a torna uma cristã nova, utiliza-se da ideia de que a origem do ato veio de uma cristã velha, para diminuir, gradualmente, a intensidade da caracterização. Essa estratégia

argumentativa também é uma forma de retornar ao movimento de *ocultar* informações, reforçando a ideia de que não havia intencionalidade judaica ao praticar o ato, insinuando apenas uma tradição familiar ou um costume entre conhecidas. O empenho em justificar-se pode indicar que ela desejava afastar de si e da família aos costumes do povo judeu, provavelmente porque temia o conceito e as implicações de ser considerada uma “meia cristã nova”.

Desse modo, o jogo de revelar (foi a avó que ensinou) e ocultar (nada a mais foi declarado) torna-se visível em seu discurso. O ato de denunciar é uma forma de justificar sua heresia e, ao mesmo tempo, fazer as revelações esperadas pelo visitante. Além disso, sua tentativa de afastar-se de qualquer intenção de realizar práticas judaicas transformam a mãe e a avó em alvos do visitante. Ainda que a depoente não conhecesse as normas do Tribunal do Santo Ofício, vale ressaltar que era praticamente obrigatório realizar a denúncia de familiares para aumentar as chances de não ser processada.

Na sequência, a estratégia de Custódia consiste em diminuir a intensidade de suas culpas e em amenizar o grau de consciência que tinha de suas ações, utilizando, para isso, o desconhecimento e a falta de entendimento das práticas judaicas citadas. Este procedimento revela-se por meio da utilização dos operadores e moderadores que sinalizam e reforçam os argumentos contra qualquer intenção de cometer as heresias:

[...] que ela, confessante, lançou aquela vez e mandou lançar fora toda água de casa simplesmente sem entender que era a cerimônia de judeus e sem má intenção e de culpa que nisto temem, assim fazer a dita cerimônia exterior sem intenção interior ruim; pede misericórdia e perdão porque ela é muito boa cristã (Franco, 2022, grifo nosso).

No trecho *simplesmente sem entender*, o advérbio modalizador *simplesmente* indica não apenas o modo como a ação foi feita, mas nele estão contidas propriedades restritoras, tal como em advérbios *só*, *apenas*, *unicamente*. Ademais, o seu valor semântico funciona como adjunto do discurso, porque incide sobre todo o enunciado, ou seja, junto à preposição *sem* e ao verbo *entender* o sujeito agente constrói o argumento da “não culpa”. Discursivamente falando, essas escolhas lexicais não foram inteiramente livres, mas tendencialmente construíram no depoente o *ethos*³⁴

³⁴ “O *ethos* já era utilizado desde a retórica antiga definido como *traços de caráter que o tribuno deve mostrar ao auditório (pouco importa a sua sinceridade) para causar boa impressão: são suas aparências. (...)*. Ressurge com a Nova Retórica de Chaim Perelman quando trata da adesão que o orador precisa ter do auditório, ou

do sujeito “bom” ou “inocente”, cujas ações eram livres de “má intenção” e “intenção interior ruim”. Assim, elas não podem ser analisadas isoladamente, como unidades menores, dentro dos limites analíticos das análises puramente sintáticas ou morfológicas.

Processo semelhante é observado na análise de “sem má intenção” e “sem intenção interior ruim”. Observa-se que, no ponto de vista discursivo, temos possíveis construções de sentidos que caminham para a imagem de um sujeito que reproduzia o que lhe fora ensinado, visto que ele não agiu com o propósito de cometer uma heresia, pois não tinha consciência de que realizava uma prática judaica.

Outro recurso discursivo argumentativo foi o da negação em abundância, um total de nove usos em apenas três seções de respostas, sendo o *não* seis vezes e o *nem* três vezes. Além disso, a preposição *sem* unida ao verbo *saber* aparece duas vezes, assim como o pronome indefinido *nada*, como pode-se observar nas três respostas a seguir:

[Resposta 1] sua mãe não lhe nomeou Lei de Moisés, nem suas cerimônias e lhe parece, assim o tem por certo, que sua mãe é boa cristã e lhe ensinou a dita coisa de botar água fora também **simplesmente** sem saber que era cerimônia judaica (MDC, 1592, Seção 5, grifo meu).

[Resposta 2] não sabe mais que lhe dizer sua mãe que a dita a sua avó lhe ensinara isto, mas que não sabe se lhe declarou logo ser cerimônia judaica ou não lhe declarou (MDC, 1592, Seção 7, grifo meu).

[Resposta 3] nada mais lhe ensinou sua mãe e que sua avó não lhe ensinou mais nada, nem lhes viu fazer nada de que ora tenha suspeita, **senão somente** antes dela casar, não sabe quantos anos havia que morreu sua tia Violante Antunes, mulher que fora de Diogo Vaz, também defunto, e no dia em que ela morreu que a trouxeram a enterrar na Igreja de Nossa Senhora que está ora na fazenda dela confessante, havia na casa de sua mãe, Beatriz Antunes, panela de carne para jantar, de vaca, galinhas e leitões assadas porque tinha em casa hóspedes, sem se saber que a dita sua tia era morta, a qual morreu na casa de sua filha, Isabel Antunes, em breve tempo de uma apostema que arrebotou quase uma légua da dita Igreja e chegada a nova como a traziam morta para enterrar, sua mãe, Beatriz Antunes, não quis comer nada de carne aquele dia ao jantar, nem quis comer

seja, quanto tem de mostrar uma imagem que agrade, que seja confiável, cujas crenças e valores se adaptem às desse auditório, sua tese precisa ser admitida. Nos estudos linguísticos, é retomado a partir das pesquisas de Oswald Ducrot, quando tratou da teoria polifônica (...) e a imagem de benevolência construída pelo orador (Oliveira, 2007, p. 67).

nada, **senão somente** quando pôr-se-ia o sol fizeram-na comer e comeu, então, peixe (Franco, 2022, grifo nosso).

Neves (2018, p. 367) chama-nos a atenção para o fato de que a negação obtida como o 'nem' é focalizadora, porque transfere o foco para o outro elemento do enunciado ou mesmo para todo o enunciado. A rigor, *nem* significa 'nem mesmo', 'nem ao menos'. Já o modalizador adverbial *não* pode não só negar uma porção, mas também a produção de possíveis sentidos no todo do núcleo, ou mesmo, na predicação toda.

Quadro organizacional dos modalizadores NEM e NÃO

NEM	NÃO
1) <i>nem</i> suas cerimônias 2) <u><i>nem</i></u> lhes viu fazer <i>nada</i> 3) <u><i>nem</i></u> quis comer nada	a) sua mãe <u><i>não</i></u> lhe nomeou Lei de Moisés b) <u><i>não</i></u> sabe mais que lhe dizer c) <u><i>não</i></u> sabe se lhe declarou d) <u><i>não</i></u> lhe declarou e) <u><i>não sabe</i></u> quantos anos havia f) <u><i>não</i></u> quis comer nada de carne aquele dia

A primeira resposta de Custódia consiste em negar que sua mãe tivesse intenção judia ao ensinar-lhe a prática de jogar água fora de casa quando morria alguém e *nem* suas cerimônias sejam elas quais fossem. Após negar insistentemente, a depoente apresentou uma justificativa para a atitude da mãe, reforçando a ideia de que ela desconhecía as leis que orientam a religião judaica, denominada pelo visitador como “Lei de Moisés”. No final da resposta, o modalizador *simplesmente* unido ao adjunto *sem saber* indica ponderação das práticas e atenuação das heresias.

Na segunda resposta, Custódia oscila, pois a ponderação e atenuação das heresias não se relacionam com alguma expressão graficamente marcada no texto, mas com o conteúdo. Observe que na “Resposta 1”, ela afirma com convicção que mãe não sabia sobre as Leis de Moisés, já na resposta 2 *não sabe mais lhe dizer, e não sabe se lhe fora declarado ser cerimônia judaica ou não*. Nesse ponto, pode ter havido resistência para repetir a primeira resposta ou mesmo percepção de que uma afirmativa acarretaria em sua condenação.

Na resposta à terceira pergunta, Custódia declara que sua mãe e sua avó não lhe ensinaram e nem praticaram nenhum ato de origem judaica, reforçando a negação por meio dos modalizadores “não”, “nada” e “nem”. No entanto, utiliza o operador “senão” duas vezes para apresentar exceções às suas negações. Além disso, introduz como estratégia discursiva a

construção de uma narrativa que não a favorece e acaba por denunciar novamente a própria mãe, pois ela declara que “sem se saber que a dita sua tia era morta”, e a mãe havia preparado um jantar com carne de galinhas e leitões porque tinha hóspedes. Ela também afirma que, naquele mesmo dia, sua mãe adotou restrições alimentares quando descobriu a notícia da morte de sua irmã, isto é, ela descreve a intencionalidade na prática de não comer carne quando morre alguém e reforça sua possível origem com os costumes do judaísmo: “*chegada a nova como traziam a morta para enterrar, sua mãe, Beatriz Antunes, não quis comer nada de carne aquele dia ao jantar [...]*” (Franco, 2022).

O operador *senão* utilizado em *senão somente antes dela casar* introduz a primeira exceção às negações de Custódia e insere em sua resposta uma narrativa para justificar-se. Apesar de não especificar o tempo, há personagens - sua tia Violante Antunes - e um enredo - o dia da morte da tia e a reação de sua mãe que se recusou a comer carne - que não podem ser descartados. O uso da narrativa marca o revelar de informações, ainda que não esteja assinalado graficamente por meio de um operador ou marcador discursivo.

Na sequência, a depoente utiliza novamente *senão* para relatar que embora a mãe se recusasse a comer carne de aves e bovinos, devido à morte de uma das filhas, posteriormente, alimentou-se de carne de peixe. Desse modo, a mãe só deixou de comer carne após saber da notícia da morte, isto é, acatando a prática judaica de não comer carne vermelha nos oito dias que precedem a morte de algum parente ou de alguém que compartilha o espaço da casa. A necessidade constante de justificar-se, por meio do revelar de informações, e a repetição dos recursos de negação, marcando o ocultar de informações, revelam a estratégia discursiva de Custódia.

Conclusões

A partir do recorte dessa análise, pudemos constatar que Custódia articula seu discurso entre o revelar (denunciar pessoas ou práticas) e ocultar (negar origem judia de atos heréticos ou participação neles) na tentativa de convencer o visitante de que não tinha intencionalidade judaica em suas práticas.

Dentre as escolhas lexicais que são essenciais no desvelar da tensão, da estratégia e do ponto de vista discursivo de Custódia de Faria, encontram-se os *modalizadores e operadores do discurso*. Para isso, Custódia utiliza, por exemplo, modalizadores como “não”, “nada” e “nem” que articulam-se com a contração de sua voz, resultando na abundante negação de suas respostas. Tais modalizadores indicam o ocultar de informações. O operador

“senão”, por exemplo, é utilizado para evidenciar o revelar de informações, pois introduz exceções às suas negações.

Não é possível afirmar com precisão qual o grau de conhecimento as depoentes em relação aos procedimentos do Tribunal do Santo Ofício, embora nossas pesquisas comprovem (FRANCO, 2022) que se tratava de um instrumento do trabalho ideológico da Inquisição para moldar as “verdades” necessárias a uma condenação. Em outras palavras, as confissões eram uma “armadilha discursiva” que visavam construir provas contra os hereges. Além disso, atuavam como ferramenta para disseminar o medo, a sensação de impotência e o silenciamento.

A história de Custódia de Faria e dos Antunes poderia ser peculiar a uma única família que cruzou o Atlântico, mas a perseguição estendeu-se a milhares de judeus. A trajetória dessa família conta a história de um século e meio de silenciamento. Entretanto, como ressalta Assis (2004), trata-se de “um exemplo privilegiado pelas fontes que foram preservadas, mas semelhante ao de outros tantos milhares de cristãos-novos” que não estão nos registros.

Referências bibliográficas

ASSIS, Angelo Adriano Faria de. *Macabéias da colônia: Criptojudaísmo feminino na Bahia - Séculos XVI-XVII*. Tese de doutorado. Universidade Federal Fluminense, 2004.

CONFISSÃO DONA CUSTÓDIA. In: Arquivo Nacional da Torre do Tombo (ANTT). *Primeiro livro de Reconciliações e Confissões*. 1592, nº 83, fol. 138r a 139v. Disponível em: <https://digitarq.arquivos.pt/viewer?id=2318683>. Acesso em: 06 jan. 2021.

CRUZ, Camila Santos Muniz da. *Mulheres no criptojudaísmo: o olhar da historiografia*. 2015. Monografia (Licenciatura em História) - Departamento de História, Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2015.

DUCROT, Oswald. *Princípios de Semântica Linguística: dizer e não dizer*. Tradução de Carlos Vogt *et al.* São Paulo: Cultrix, 1977. (Tít. Original: *Dire et né pás dire: principes de Sémantique Linguistique*. Paris :Herman) (1972).

_____. *Provar e Dizer*. São Paulo: Global, 1981. (Tít. Original: **La Prouve et le Dire**. Paris: Delarge, Editeur) (1973).

FAIRCLOUGH, Norman. *Analysing Discourse: textual analysis for social research*. London: Routledge, 2003.

_____. *Discourse and Social Change*. Cambridge: Polity Press, 2001.

FRANCO, Gabriele. *Entre o revelar e o ocultar: análise e modernização do discurso das Antunes no “Livro das Reconciliações e Confissões” (1591 - 1592)*. 2022. Tese (Doutorado em Filologia e Língua Portuguesa) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8142/tde-05102022-095804/pt-br.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

GONÇALVES SEGUNDO, Paulo. Discurso e Prática Social. In: BATISTA, J.R.L. SATO, Denise T. B., MELO, Iran F. *Análise de discurso crítica*. São Paulo: Parábola, 2018, p. 78-103.

MOTA, Ana Cláudia de Ataíde Almeida. *Confessar em segredo: edição e estudo de um Livro de Confissões quinhentista (Inquisição de Lisboa, Liv. 777, Salvador, Bahia, 1591-1592)*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2016.

NEVES, Maria Helena de Moura. *A gramática do Português revelada em textos*. São Paulo: Unesp, 2018.

NOVINSKY, Anita. *Os judeus que construíram o Brasil: fontes inéditas para uma nova visão da história*. São Paulo: Planeta do Brasil, 2015.

OLIVEIRA, Kelly Cristina de. *O uso de estratégias argumentativas em entrevistas de seleção*. Orientadora: Maria Lúcia C.V.O. Andrade. 211 f.. Dissertação (Mestrado Programa de Filologia e Língua Portuguesa do Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8142/tde-01122009-114755/es.php>. Acesso em: 14 set. 2022.

_____; OLÍMPIO FERREIRA, Moisés. *Cabelo liso e solto ao vento. Retórica e Comunicação Multidimensional*. Coimbra - Portugal: Gracío Editor, 2017, p. 105-126. ISBN: 978-989-99682-6-4 (e-book). Disponível em: <https://www.ruigracio.com/pessoal/livros.html>. Acesso em: 14 set. 2023.

SOARES, Evânia França. *Mulher, judaísmo e inquisição nas Minas*. Belo Horizonte: D'Plácido, 2018.

Visões da educação judaica por meio da arte de Marc Chagall

Carolina Birenbaum³⁵

Olívio Guedes³⁶

Da apresentação

Neste texto será apresentada a relação entre a arte e a história bíblica por meio da educação. A questão central a ser analisada é como a obra dedicada por Chagall ao povo judeu, a partir do pensamento judaico e da história judaica contemporânea, a partir do Holocausto e da constituição do Estado de Israel, permite estabelecer uma visão mais ampla no processo educacional prático no século XXI.

Do conteúdo

Diante de modelos mais ultrapassados como o da educação bancária, segundo o educador Paulo Freire³⁷, tendências à desinformação, a questão da propagação do discurso de ódio e extremismo político e religioso, e contextos de guerra, pessoas e grupos crescem por formas de relações humanas baseadas na autenticidade, na busca de origens ancestrais, na recuperação e preservação de memórias, no uso de novas tecnologias de comunicação para a organização e defesa das identidades, contra a discriminação e o antissemitismo.

Nesse contexto, a figura e a obra de Marc Chagall mostram uma força regeneradora que atendem, por um lado, a essas demandas sociais e políticas na ordem dos valores da cidadania e, por outro lado, respondem aos dilemas teóricos e educacionais que são necessários na construção de novas visões na educação judaica. Particularmente sobre os instrumentos e

³⁵ Mestre pela Universidade Hebraica de Jerusalém, coordenadora da Universidade Bar-Ilan Brasil. E-mail: carolinabiren@gmail.com

³⁶ Pós-doutor pela Universidade de São Paulo, representante da Universidade de Haifa. E-mail: olivioguedes@terra.com.br

³⁷ Educação bancária, conceito criado por Paulo Freire refere-se ao ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador, e o depositante não possuindo a preocupação da retenção dos conhecimentos

as práticas educativas e as relações entre a imagem e o texto. A arte de Chagall na atualidade pode nos abrir uma janela para estudarmos nosso cotidiano, inclui a complexidade e a transdisciplinaridade³⁸, uma educação transversal mais aberta é mais desafiadora, pois compreende o conhecimento de uma forma plural, busca dar uma resposta ao método tradicional de divisão de disciplinas, exige uma coordenação mais complexa entre os educadores e facilita as práticas de ensino. O intuito de dar a visão de um “todo”. Usar os painéis de Chagall embasados na história geral e judaica, arte, bíblia, religiões comparadas, geografia e por que não química e física, entrando mais a fundo. Como escreve o filósofo e sociólogo Edgar Morin:

A complexidade é um progresso de conhecimento que traz o desconhecido e o mistério. O mistério não é somente privativo, ele nos libera de toda racionalização delirante que pretende reduzir o real à ideia. Ele nos traz, sob forma de poesia, a mensagem do inconcebível. (MORIN, 2005)

Do artista

Marc Chagall (nascido em 7 de julho de 1887, Vitebsk, Bielorrússia, Império Russo [agora na Bielorrússia] - falecido em 28 de março de 1985, Saint-Paul, Alpes-Maritimes, França) foi um pintor que possuía uma aproximação com a Bíblia, que se interliga com a sua vida e a arte. Vindo de uma casa na qual a família hassídica vivenciava o judaísmo de forma intensa e alegre. Os tempos de crise vividos pelo artista eram de confusão e mudança cultural.

Sobre a educação judaica de Chagall:

... foi baseada na lei histórica da Eleição Divina e cobriu apenas o lado religioso da vida. A transmissão ao âmago do coração judaico foi essencialmente efetuada através meios orais. Cada oração, cada recitação da Torá ou do Talmud imposta ao crente estava em uma voz cantante; aulas de leitura eram dadas em voz alta; a vida cotidiana era ritmada pelos tempos repetitivos da prática ritual das cantigas e no Shabat dia, bênçãos solenes. Cada casa judaica é um lugar santificado pela liturgia da palavra. A família Chagall pertencia à tradição

³⁸ Transdisciplinaridade: termo forjado por Jean Piaget na década de 1970, é um conceito da educação que compreende o conhecimento de uma forma plural. É uma corrente de pensamento mais aberta e que busca dar uma resposta ao método tradicional de divisão de disciplinas.

hassídica. Devemos enfatizar aqui que esta forma de piedade – hassid significa devoto – dá preferência ao contato direto entre o indivíduo e Deus. O diálogo assim estabelecido entre fiéis e Yahweh existe sem a mediação da pompa e exibição rabínica. Ele nasce diretamente do ritual cotidiano e se expressa no exercício da liberdade pessoal. (GUERMAN, 2004 p. 11)

Os seus vitrais animam e unificam o espaço interior numa ordem temática e arquitetônica. Para Chagall as pinturas referem-se à influência da crença em ações religiosas de santidade, criando um sentido do maravilhoso e o fervor religioso do ritual. Retratam a tradição de contos e lendas, das luzes das velas no sábado e a sua imaginação, trazendo o sobrenatural como um ambiente natural.

Utiliza a metáfora como sua linguagem pessoal dentro da comunidade judaica hassídica na Europa Oriental. O movimento religioso popular e místico, traz um apelo emocional e grupal. O ser interior emerge para o exterior. Sonhos e memória e com isso o despertar e revelação. Sobre Chagall e sua escola:

Chagall funda uma academia aberta a todas as novas tendências, e depois pintando decorações e cenários para o Teatro Judaico de Moscou. Como sua pintura, repleta de fábulas e do folclore judaico, seu teatro revolucionário quer ser pura fantasia; foi também com esse propósito que Chagall criou sua escola em Vítebsk... (Argan, 2008, p. 329)

Da filosofia, arte e educação

Emanuel Levinas, (nascido em 30 de dezembro de 1905 Kaunas, Lituânia - falecido em 25 de dezembro de 1995, Paris, França), judeu, filósofo francês conhecido por sua poderosa crítica à preeminência da ontologia e o estudo filosófico do ser na história da filosofia ocidental, particularmente na obra do filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976).

Levinas pensa a obra de arte a partir de sua consideração da estética como a dimensão além do ato de captura intelectual da forma, que pertence à dimensão ontológica da realidade. A partir dessa nova perspectiva, ela consegue se situar no momento anterior à definição, naquele da busca e do questionamento que sempre reaparecem por trás de cada tentativa de delimitação.

Nesse sentido, é sintomático que não haja possibilidade de se tornar arte, assim como não há possibilidade de definir a pessoa, como atesta o fato de que as tentativas de fazer ao longo da história fracassaram.

Se definir é delimitar, incluir e encerrar em um conceito que generaliza e universaliza a singularidade, aproximando o que se define na unidade do ser, como pretender unir algo cuja própria natureza deve ser separada? Ou como pretender tornar igual o traço que consiste em ser diferente, ou aquele que consiste em ser único?

O modo de “reencontro” de algo, nesse sentido, “descarregado do ser”, requer necessariamente um modo diferente daquele da definição formal que neutraliza as diferenças para se dar à consciência em um processo que culmina na consciência do Sim.

Deve haver algum tipo de relacionamento que respeite as diferenças e as acolha sem reduzi-las. É o que Levinas descobre ao despojar a arte da consideração do “objeto” e levá-la à categoria de obra a partir da relação ético-estética singular.

A chave é que a tese levinasiana permite a abertura das coordenadas espaço-temporais para um “antes” e um “aqui” do ato de apreensão formal que fica circunscrito à relação propriamente ontológica. Desta forma, a estética aprofunda as noções clássicas de tempo e espaço.

E neste ponto gostaríamos de fazer uma intervenção e pensar como Levinas retrata a arte de Chagall. Se Levinas pensa na obra de arte a partir de sua consideração da estética como a dimensão além do ato de captura intelectual da forma, que pertence à dimensão ontológica da realidade, ele vem ao encontro do lado onírico e sem fronteiras de Chagall. A relação estética para Levinas transcende e abre as coordenadas espaço-tempo assim como Chagall retrata em suas obras.

Levinas consegue despojar a materialidade das coisas de seu caráter de signo que revela a objetividade. A materialidade assim pensada não é um meio de inteligibilidade, mas a manifestação de uma singularidade.

A abertura do tempo e do espaço possibilita uma forma única de olhar a realidade que dá origem à experiência estética e à criação artística. O espaço-tempo mais aqui e antes-formal, corresponde à face da escuridão, à zona de sombra da realidade em que se situam as singulares “formas de arte”.

No acesso à sombra, revelam-se a estrutura e os apontamentos que caracterizam a arte diante de outras manifestações do ser humano.

Sobre a educação judaica Levinas expressa sua preocupação, segundo trechos do livro “Como é possível o judaísmo?”.

Nele comenta sobre três feitos que embasam, pós a Segunda Grande Guerra, o pensamento para o judaísmo e para o ensino judaico da atualidade: a criação do Estado de Israel e a presença dele nas consciências do Povo Judeu; o desenvolvimento dos movimentos juvenis que transformam um simples final de semana de atividades para jovens e até mesmo outras idades, para um novo modelo de ensino; e por último, a volta ao estudo dos textos bíblicos que havia sido reduzida por muito tempo a uma liturgia não compreensível.

A sabedoria judaica é inseparável do conhecimento dos textos rabínicos e bíblicos, a língua hebraica dirige a atenção do leitor para o verdadeiro nível desses textos, nível que é mais profundo do Ser. Cita ainda: Os textos têm que estar para o judaísmo, assim como as igrejas estão na paisagem das cidades. (Levinas, 1963, p. 232)

Levinas, afirma que os textos, devem ser ensinados em hebraica e com a inserção de textos de filósofos contemporâneos.

Da Teoria e Prática

Mas como podemos utilizar a arte para ensinar atualmente?

Tomando como base a ideia de exposição criada pela da Profa. Elisheva Baugarten, da UHJ, podemos nos ater a quatro pilares que formam o contexto principal de uma sociedade organizada e como pode ser interligada com a arte: ritual, espaços, objetos e pessoas.

Poder contextualizar as obras de Chagall dentro um espaço pré-determinado, mas sem esquecer que em seu entorno existe uma comunidade aberta. Assim, como nós judeus estamos inseridos dentro dessa comunidade, as obras também fazem parte dessa paisagem maior no contemporâneo.

Analisar a ligação entre o passado e o presente, essa interligação com a comunidade maior, possibilita o diálogo e apresenta a obra artística a um grupo de alunos que estudam a história judaica, história geral, geografia, artes, bem como estimular a darem respostas e suas interpretações sobre as obras apresentadas em aula.

A preocupação em Chagall sobre a educação era notória. Segundo Dr. Guerman³⁹, na biografia feita sobre Chagall afirma:

³⁹ Mikhail Yurievich German foi um escritor soviético e russo, historiador de arte, doutor em crítica de arte, professor e membro da Associação Internacional de Críticos de Arte, Conselho Internacional de Museus, Clube PEN Internacional,

... Ele não era um teórico, mas pressentiu perfeitamente o que era necessário para os talentosos jovens que o procuravam na escola. “Meus sonhos de que as crianças pobres da cidade, que em casa rabiscados carinhosamente no papel, devem vir para se juntar à arte, estão sendo efetivados. Mas isso não basta: é preciso que a educação artística recebida seja proveitosa a cada aluno, sem perda de tempo valioso, e que seu trabalho executado durante treinamento seja o produto da Arte com A maiúsculo, que os métodos e dispositivos usados na educação artística segue imediatamente um caminho definido, a fim de que não produza aleijados e almas mortas sem esperança de ressurreição. Mas mesmo isso não é suficiente; também é necessário que a instituição prestadora de educação e uma introdução à arte devem mudar radicalmente do mais compreensível e perigoso caminho – o caminho da rotina – e seguir o caminho do revolucionário em arte, o caminho da experimentação. (Guerman, 2004, p. 116).

Contextualizando os quatro pilares sugeridos pela Profa. Elisheva Baumgart:

Sobre o Ritual: A Bíblia foi sua principal inspiração, particularmente as bênçãos de Jacó sobre seus doze filhos e as bênçãos de Moisés sobre as doze tribos. Cada janela é dominada por uma cor específica e contém uma citação das bênçãos individuais.

Sobre o Espaço: A sinagoga foi inaugurada, na presença do artista, em 6 de fevereiro de 1962 como parte das comemorações do Bodas de Ouro do Hospital Hadassah. O sentimento que paira é de estar presente num local santo, que tem sua relação com o momento de cuidados, de curas e até mesmo de óbitos, tudo torna esse espaço especial.

A medida de cada vitral é de onze por oito pés. Quatro cores distintas são utilizadas: esmeralda, rubi, safira, lápis-lazúli, ouro. Camadas de tons vibrantes de cores de vidro dependem da luz solar. A luz colorida brilhante das janelas externas flui através do interior, transformando o tempo e espaço.

Os desenhos e signos pintados por Chagall trazem sua representação e simbologia. Desde os escritos em hebraico, até os animais e seu lado onírico, como ovelhas com asas, os objetos ritualísticos judaicos sempre presentes, assim como as letras do alfabeto hebraicos “soltas no ar”, e

impregnadas de seu peso na gematria⁴⁰, faz parte desse mundo que Chagall retrata nos vitrais.

Sobre as Pessoas: os frequentadores da sinagoga são judeus religiosos que fazem suas rezas cotidianas, os familiares que vem orar por um pronto restabelecimento de pessoas queridas e os turistas que vem observar e conhecer as obras de Chagall e a sinagoga.

Chagall projetou e criou todos os 12 vitrais e os doou ao hospital como um favor pessoal ao diretor do hospital. Trabalhou no projeto por dois anos. Em fevereiro de 1962, elas foram permanentemente instaladas na sinagoga. Em 1967, após a Guerra dos Seis Dias⁴¹, Chagall consertou algumas das janelas aos 89 anos. Ele deixou um buraco de bala na janela verde - como um gesto simbólico.

Sobre os objetos: Devemos lembrar também a presença de objetos ritualísticos que se fazem presentes na sinagoga, como os livros de reza, o candelabro, a *menora*⁴² e *chanukia*⁴³, o copo de vinho para o *kidush*⁴⁴ e as *Torot*, com seus utensílios.

Da prática educacional

Aqui podemos sugerir uma interação entre a aula de Bíblia com a leitura dos trechos em hebraico, respeitando a temática sugerida em cada um dos painéis por Chagall e considerando a fonte primária de informação como essencial para o estudo da religião e a continuidade do judaísmo em sua língua de origem.

Parafraseando a Profa. Elisheva:

Assim, organizamos nosso trabalho em quatro eixos: ritual, espaços, objetos e pessoas. Os eixos, que muitas vezes se cruzam, permitiram o desenvolvimento de diversas perspectivas sobre a vida judaica. (Baugarten, 2021 p.3)

⁴⁰ Gematria é o método hermenêutico de análise das palavras bíblicas somente em hebraico, atribuindo um valor numérico definido a cada letra.

⁴¹ Em junho de 1967, as Forças Armadas israelenses realizaram um fulminante ataque aos três países. Em seis dias, os exércitos da Síria, do Egito e da Jordânia foram derrotados, demonstrando a imensa superioridade da força militar israelense em relação à de seus vizinhos.

⁴² A Menorá, é um candelabro de sete braços, e um dos principais e mais difundidos símbolos do Judaísmo.

⁴³ Candelabro de 9 braços utilizado durante a festa de Chanuka.

⁴⁴ Kiddush é a bênção recitada sobre o vinho ou suco de uva para santificar o Shabat ou uma festa judaica.

Lemos Genesis 49 e Deuteronômio 33, cada versículo que corresponde as bênçãos proferidas por Jose antes de sua morte, representando as 12 tribos e discutimos com alunos de diferentes correntes religiosas, seguindo o Rabino Hartman⁴⁵, criador de escola religiosa onde, judeus seculares e ortodoxos estudavam juntos. Homens e mulheres juntos. Acreditava que quando você estuda a Tora faz parte de uma comunidade interpretativa, você empodera o individuo a ter conclusões e ser incluído dentro de sua comunidade. Ele ainda acrescentou juntamente ao estudo do Talmud Babilônico o estudo de textos contemporâneos, assim como sugere Levinas. Traz a visão dos dias atuais incorporando-se a um estudo milenar, defendendo o pluralismo como valor religioso.

Segundo a Prof. Renana Birnbaum⁴⁶, em sua entrevista ao Programa Enlace Judío, comenta a importância do diálogo aberto entre membros da comunidade judaica e a sociedade aberta. Ela exemplifica que existem dois tipos de judeus:

- 1) O Judeu modelo Noé – que estava fechado dentro de sua arca, sem se comunicar com outras pessoas. Que os mandamentos recebidos por D’us deveriam ser executados simplesmente.
- 2) O Judeu modelo Abrãao – que morava numa tenda aberta, tendo acesso ao mundo exterior e dialogando com ele.

Para a Profa. Birnbaum, D’us criou o mundo de uma forma incompleta e nós, assim como Abrãao, somos sócios de D’us e temos o dever/direito de completar sua obra Divina. Ela segue completando que o judaísmo deve ser visto de uma forma horizontal onde o Diálogo e a Troca são partes fundamentais, e não vertical onde somente se recebe o mandamento sem questionamento ou troca.

Da conclusão

Chegando ao fim deste texto gostaríamos de concluir que é possível sim utilizar os vitrais do artista Marc Chagall como ferramenta na educação. Através da parte teórica acima relatada, vimos a relevância desse judeu destacado no mundo das artes, e como seu conteúdo pode favorecer no desenvolvimento dos estudos em sala de aula. Uma apresentação da arte como suporte ao trabalho do educador em prol da educação geral e judaica.

⁴⁵ Líder americano-israelense e filósofo do judaísmo contemporâneo, fundador do Instituto Shalom Hartman em Jerusalém, Israel, professor da UHJ e um autor judeu.

⁴⁶ Educadora, mulher e diretora do Instituto Machon Miriam Freund para a Conversão e o Retorno de Shavei Israel.

Abaixo citamos alguns dos benefícios do estudo das obras de Chagall inseridas no contexto da educação judaica escolar:

- Criar estímulos e percepção adicional sobre os costumes judaicos retratados em sua obra, trazendo melhor compreensão através do olhar ligado à questão estética;
- Utilizar imagens do cotidiano e fazer com que atenção aos detalhes gere um aprofundamento na história judaica e assim possa ser “vista” através de um novo prisma;
- Criar paralelos entre os costumes contemporâneos judaicos e os retratados nas obras, analisar as semelhanças e diferenças;
- Estimular o diálogo entre os jovens e seus professores, enfatizando a importância na “troca” entre jovens de diferentes visões;
- Criar uma avaliação onde os alunos trazem os benefícios do estudo do judaísmo através da perspectiva de arte.

A arte de Chagall nos estimula a “enxergar” a visão onírica do artista e nos traz através das imagens simbólicas o cotidiano de um mundo judaico. Traz em sua paleta de cores, indo dos pastéis às cores mais vibrantes, uma esperança em uma época não tão simples da história judaica.

Estudar com os jovens as suas obras nos aguça e permite-nos sentir a vibração e o pensamento desse grande artista. Conseguimos trazer contribuições significativas para a sala de aula, ou mesmo, em sítios específicos - fazendo menção a obras criadas de acordo com o ambiente e com um espaço determinado, como no caso dos vitrais do Hospital Hadassa.

Poder estudar e ensinar a Bíblia e a arte observando a magia dos relatos das cenas, como as Doze Tribos de Israel, através dos vitrais no Hospital Hadassa, é sem dúvida um privilégio para poucos. Chagall nos presenteou com sua arte na Universidade Hebraica de Jerusalém e o valor do patrimônio cultural (e financeiro) é incomensurável.

E para finalizar deixo a frase feita pelo artista Chagall, quando da inauguração dos vitrais no Hadassah Hospital.

Este é o meu modesto presente ao povo judeu que sempre sonhou com o amor bíblico, a amizade e a paz entre todos os povos. Este é o meu presente para aquelas pessoas que viveram aqui milhares de anos atrás entre os outros povos semitas. (Marc Chagall – Referindo-se aos vitrais do Hospital Hadassa, em fevereiro de 1962)

Referências

ACKERMAN, Ari. **Jewish Education – For What?** Schechter Institute of Jewish Studies, 2008, p. 53-54

ARGAN, Giulio Carlo. **Arte Moderna**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

BAUGARTEN, Elisheva. **Jewish Daily Life in Medieval Europe Encounters Israeli Art**. Hebrew University of Jerusalem, 2021.

BIRNBAUM, Enlace Judío. **El judío debe tener un diálogo con el exterior**. Youtube, 16 nov. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f96zgFe5gvQ>. Acesso em: 11 set. 2023.

CHAGALL Estate. **Artists Rights Society**: New York. 2021

GUERMAN, Mikhail. **Chagall. London**: Sirrocco, 2004 (English version), p. 116.

HADASSA University Medical Center. **Hospital Hadassa**. Disponível em: <https://www.hadassah.org.il/en/>. Acesso em: 11 set. 2023.

LEVINAS, Emanuel. **Como es posible el judaísmo?** En difícil Libertad: Ensayos sobre el Judaísmo. Ediciones Limod – Editorial Fineo, 2019, p. 221 e 232.

MORIN, Edgar. **O Método**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

O ensino religioso no contexto escolar de um Estado laico: uma contribuição para a discussão sobre a diversidade

Armando Silvestre⁴⁷

1. Introdução

A Constituição Federal Brasileira (CFB), de 1988, chamada de a “constituição cidadã”, continua a afirmar a laicidade do Estado brasileiro, bem como assegura o direito à diversidade religiosa, diante da qual se apresenta o Ensino Religioso (ER) como disciplina escolar. A diversidade, em termos de religiosidade no Brasil, traz aspectos relevantes a serem considerados numa educação que deve levar em conta a pluralidade religiosa, bem como a possibilidade de educar para a alteridade e a tolerância. O Ensino Religioso na escola pública pode ser um dos espaços para educar para a tolerância, por meio de um diálogo em que haja respeito e sensibilidade, em sala de aula, para conviver com as diferentes tradições religiosas presentes.

Em primeiro giro, é importante afirmar que um Estado leigo (ou laico) não pode patrocinar um determinado ensino confessional de qualquer religião, mas, ao contrário, deve garantir que todos os credos e confissões possam se expressar, pois um Estado laico não é um Estado ateu. Dessa maneira e na verdade, o ER como disciplina escolar, recebeu tratamento específico em todas as constituições brasileiras, exceto na de 1891, que declarava em seu Art. 72, § 6º: “Será leigo o ensino ministrado nos estabelecimentos públicos”.

Nas escolas brasileiras, o Ensino Religioso não apenas foi contemplado nos itens da Educação, como desencadeou polêmicas e discussões que envolveram a sociedade, a Igreja Católica quase hegemônica e os demais diferentes grupos. As discussões, das quais o ER foi

⁴⁷ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - campus BRA.
E-mail: silvestre.armando@ifsp.edu.br

protagonista, estavam vinculadas ao debate acerca da questão sobre o direito de quem poderia ensinar e o que se poderia ensinar na escola.

A realidade brasileira é plurirreligiosa e traz como característica a diversidade. O Ensino Religioso está inserido neste contexto e é afetado diretamente por ele. Se, por um lado, a disciplina tem lei específica que a regulamenta, por outro lado, precisa dar conta da diversidade em termos de diferentes tradições religiosas presentes na sociedade brasileira.

A escola e o ER podem educar o ser humano de hoje em sua busca por dar sentido para sua própria vida, levando-se em conta que a realidade brasileira é plurirreligiosa e que ela tem como característica fundamental a diversidade religiosa. As Constituições de 1934 e 1937 refletem, quanto ao ER, a polêmica entre dois grupos que defendiam posições ideológicas divergentes a respeito da educação: o movimento renovador e a ala católica. O movimento renovador julgava ter chegado o momento de o Estado “assumir o controle da educação”, para que este proporcionasse uma escola gratuita, obrigatória e acessível para todos. Por essa razão, àquela época, a escola só poderia ser leiga (laica): e o ensino ministrado pelo Estado, numa sociedade heterogênea, só poderia ser leigo. Essa era a única maneira de se garantir aos educandos o respeito à sua personalidade e à sua confissão religiosa. Dever-se-ia evitar que a escola se transformasse em instrumento de propaganda ou de doutrinação religiosa.

Contudo, a Igreja Católica mantinha o monopólio do ensino médio e defendia o ensino religioso nas escolas públicas, confessional, que começou a fazer parte integrante da escola pública, tanto propriamente como conquista da Igreja Católica quanto como uma concessão do Governo, cuja Constituição Federal, de 1946, em seu Art. 168, item V, preceituava:

[...] o ensino religioso constitui disciplina dos horários das escolas oficiais, é de matrícula facultativa e será ministrado de acordo com a confissão religiosa do aluno, manifestada por ele, se for capaz, ou pelo seu representante legal ou responsável.

Ora, sendo a maioria católica, era o mesmo que dizer que a educação religiosa católica era. Assim, até 1961 a educação brasileira foi regida por Leis Orgânicas e nelas havia seis decretos que abordavam o ER como “prática educativa”, “parte dos estudos” ou “disciplina”. Com a promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 4.024, também em 1961, foi regulamentado o texto constitucional e, assim, a polêmica acerca da escola pública e particular retornou ao cenário brasileiro. Essa LDB de 1961 trouxe de volta a polêmica em torno da escola pública e da

particular e essa Lei regulamentou a questão. Mais uma vez, a Igreja Católica conseguiu manter o ER confessional na escola pública.

2. Breve histórico sobre o ensino religioso no Brasil

Com o propósito de explicar sobre a existência do Ensino Religioso, esse artigo inicia afirmando que ganhou destaque já na Constituição de 1891. O novo governo republicano, militar, procurou imbuir à nova república um caráter positivista, abandonando os costumes do passado como meio de construir um Estado moderno que modificasse também os seus sujeitos - contexto em que a escola emergiria como uma instituição civilizadora e promotora do progresso nacional, capaz de difundir e inculcar os valores imprescindíveis à tessitura da identidade republicana e para enfatizar a separação entre Estado e Igreja. A laicidade colocava o ambiente escolar acima das crenças individuais, em um momento que se buscava construir um corpo nacional (Ghiraldelli Júnior, 2009).

O Ensino Religioso retornou às escolas públicas em 1930, por via do Decreto 19.941/1931, do Secretário da Educação e Saúde Francisco Campos, passando a ser alcunhada como a “Reforma Campos” e que ocorreu durante o Governo Vargas. À época, os pioneiros da educação nova conseguiram levar adiante uma proposta de educação laica, pois acima dos teóricos e intelectuais deveria prevalecer a vontade política (Ghiraldelli Junior, 2009). Com isso, o presidente Getúlio Vargas selara a união entre Estado e Igreja, reintroduzindo o ER na Constituição de 1934 que, em seu art. 153 relata:

O ensino religioso será de frequência facultativa e ministrado de acordo com os princípios da confissão religiosa do aluno manifestada pelos pais ou responsáveis e constituirá matéria dos horários nas escolas públicas primárias, secundárias, profissionais e normais (Brasil, 1934).

Em suma, a Constituição de 1934 determinava uma abordagem multiconfessional, em um formato empiricamente difícil de ser aplicado, pois a escola teria de se adaptar aos diversos credos de seu público. Outro ponto marcante era o caráter facultativo da matrícula do aluno em relação à disciplina, conforme também já estava previsto no decreto de 1931. A partir disso, tal característica jamais abandonou o ER no Brasil, cuja população era em sua grande maioria católica, passando o ER a ser sinônimo de ensino da religião católica (Horta, 1994). Após o golpe de estado instituído por

Getúlio e a instauração do Estado Novo, outra Constituição trouxe uma nova visão para o Ensino Religioso:

Art 133 - O ensino religioso poderá ser contemplado como matéria do curso ordinário das escolas primárias, normais e secundárias. Não poderá, porém, constituir objeto de obrigação dos mestres ou professores, nem de frequência compulsória por parte dos alunos (BRASIL, 1937).

Com a nova Constituição de 1937, o ER poderia ser entendido como uma subdisciplina que poderia ou não existir na realidade da escola. A sua oferta ficou no campo da “possibilidade” e sua condução ficou fora de responsabilidade dos professores, gerando uma situação de grande incerteza. Mas, com a queda de Vargas que ocorreu em 1945, foi homologada mais uma Carta Constitucional, com uma nova redação do ER, porém que retomou alguns elementos da versão constitucional de 1934:

[...] o ensino religioso constitui disciplina dos horários das escolas oficiais, é de matrícula facultativa e será ministrado de acordo com a confissão religiosa do aluno, manifestada por ele, se for capaz, ou pelo seu representante legal ou responsável (BRASIL, 1946, Art. 168, Parágrafo V).

E este novo entendimento do ER como disciplina facultativa e multiconfessional perdurou até 1961, quando ocorreu a redação da primeira Lei de Diretrizes e Bases, a LDB:

Art. 97. O ensino religioso constitui disciplina dos horários das escolas oficiais, é de matrícula facultativa, e será ministrado sem ônus para os poderes públicos, de acordo com a confissão religiosa do aluno, manifestada por ele, se for capaz, ou pelo seu representante legal ou responsável. § 1º A formação de classe para o ensino religioso independe de número mínimo de alunos. § 2º O registro dos professores de ensino religioso será realizado perante a autoridade religiosa respectiva. (BRASIL, LDB, 1961).

A partir do movimento que implantou um regime de orientação militar, em 1964, novas disciplinas foram inseridas nesse âmbito da formação comportamental e disciplinadora como Organização Social e Política Brasileira (OSP) e Educação Moral e Cívica (EMC), cuja função

era apregoar os valores morais afinados com o discurso governamental. E pouco espaço restou ao ER.

Art. 168, Parágrafo V - o ensino religioso constitui disciplina dos horários das escolas oficiais, é de matrícula facultativa e será ministrado de acordo com a confissão religiosa do aluno, manifestada por ele, se for capaz, ou pelo seu representante legal ou responsável (BRASIL, 1946).

Durante o governo militar, ocorreu uma intensificação das relações entre Igreja e Estado, já que a educação moral e cívica dos estudantes era em grande medida vinculada à religião. O efeito disso foi que a Igreja Católica tomou para si a missão de ensinar os preceitos e valores morais, necessários à formação do cidadão brasileiro, e essa formação ficara diluída nas disciplinas que se destacaram neste período.

Após tal período houve maior abertura e uma lenta redemocratização, quando os movimentos educacionais voltaram sua atenção. Com isso, foram necessárias uma nova Constituição e uma nova LDB. Assim, permeado de muitas discussões, o ER finalmente começou a perder seu caráter confessional. A Constituição chamada de cidadã, de 1988, assinalou o traço facultativo da disciplina e sua normalidade nos horários da escola. E a função de especificar a abordagem da disciplina ficou a cargo de uma nova Lei de Diretrizes e Bases, a LDB 9394, de 1996.

Art. 33. O ensino religioso, de matrícula facultativa, é parte integrante da formação básica do cidadão e constitui disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental, assegurado o respeito à diversidade cultural religiosa do Brasil, vedadas quaisquer formas de proselitismo (BRASIL, 1996).

Como o proselitismo passou a não ser mais aceito, a própria base teórico-metodológica da disciplina passou a rejeitar qualquer perspectiva confessional. Não seria mais possível, portanto, utilizá-la como um instrumento a serviço de quaisquer igrejas. A nova abordagem que daí se seguiu teve um olhar científico, promoveu o estudo do fenômeno religioso em sua pluralidade.

Porém, o ER ainda precisava delimitar seus conteúdos, pois nunca tinham sido contemplados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Tais conteúdos somente apareceram na primeira versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2015, quase vinte anos após a vigência da

LDB 9394, também alcunhada como Lei Darcy Ribeiro. (Aguiar; Dourado, 2018).

Um dos elementos que mais sofreu com alterações nas redações da BNCC foi o ER. A cada versão surgia um novo entendimento acerca da disciplina. Na ausência dos Parâmetros Comuns Curriculares de Ensino Religioso (PCNER), foi o Fórum Nacional Permanente do Ensino Religioso (FONAPER), uma organização não-governamental (ONG), que passou a ser a referência para as escolas e secretarias de educação elaborando e comercializando os conteúdos para a disciplina. Na realidade, era um novo conjunto de alterações na Ldb 9394/96, com forte caráter mercadológico, também mais voltado à lógica de uma aprendizagem com base em habilidades e competências, “[...] com um modelo curricular restritivo e aliado a avaliação de tipo padronizada” (Dourado e Oliveira, 2018).

Apesar de inúmeros retrocessos, a BNCC trouxe contribuições para o ER. Na primeira versão, de 2015, o ER figura como disciplina da área das Ciências Humanas. Na segunda versão, de 2016, acompanhada da Resolução do Conselho Nacional de Ensino, a Resolução CNE número 4, bem como a de número 7, de 2010, nas quais a disciplina ER foi separada das Ciências Humanas e ganhou status de área do conhecimento. Já na terceira versão da BNCC, o ER simplesmente deixou de existir, tendo como argumento para a sua exclusão que, devido às peculiaridades da disciplina, os seus conteúdos ficariam a cargo de estados e municípios. Antes de ser homologada, no entanto, o CNE reintroduziu o ER e seus conteúdos, e a BNCC para o ensino fundamental foi aprovada no fim de 2017 (Ibid.).

Após um julgamento efetuado no Supremo Tribunal Federal (STF), a BNCC foi homologada e corrigiu sua falha ao ressuscitar o ER como área do conhecimento, tal como na segunda versão. O CNE, diante da deturpação da disciplina pelo entendimento do STF - que reduziu ou eliminou tal abordagem confessional - reintegrou o ER na BNCC com uma proposta científica e laica, ou seja, muito distante de uma visão confessional. Portanto, diferentemente do ensino confessional, os conselheiros do CNE que incluíram o ER na BNCC, o fez seguindo um modelo que se aproximou muito do Modelo de Ciência da Religião, conforme tratado mais adiante.

Ainda existe muita discussão para harmonizar o entendimento do ER que eduque para a cidadania, conforme a legislação vigente e, principalmente, a BNCC. Contudo, ao menos a BNCC afasta do ER uma abordagem confessional e privilegia um entendimento da disciplina por uma perspectiva totalmente científica, fundamentada na história, na sociologia e na filosofia (Dourado e Oliveira, 2018). Não mais coube ao professor de ER difundir ensinamentos de quaisquer credos específicos, mas a função de

mediar um estudo do fenômeno religioso, a fim de fomentar o diálogo, a tolerância e os direitos humanos.

3. Breve discussão sobre o Ensino Religioso em um Estado laico

Resultantes dessa discussão sobre o ER em um país laico, a contribuição desse artigo aponta que, em 1997, uma nova LDB foi editada: a Lei n. 9.475/97, a qual passou a considerar o ER como um componente curricular responsável por assegurar o conhecimento e respeito da diversidade religiosa. Outra novidade da LDB 9475 ~e a licenciatura em Ciência da Religião que passou a ser a área de conhecimento responsável pelos seus conteúdos. Com isso, o Ensino Religioso assumiu a responsabilidade de oportunizar o acesso aos saberes e conhecimentos produzidos pelas diferentes culturas e cosmovisões religiosas e pós ou não religiosas, enquanto patrimônios culturais da humanidade. Esse novo modelo de ER passou a instigar a problematização das relações de saberes e de poderes de caráter religioso. O ER não tem mais a ver com a expansão de igrejas, nem com a educação religiosa, mas com a formação cidadã.

Ainda houve outro avanço, no final de 2018, quando foram instituídas pelo CNE as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a licenciatura em Ciência da Religião. Conforme a proposta da BNCC, o ER traduzia pedagogicamente em processos de aprendizagem os conhecimentos transversais da(s) Ciência(s) da(s) Religião(ões). Estes passaram a ser articulados em unidades temáticas que começaram a tratar de identidades e alteridades, do humano e sua transcendência, das manifestações religiosas, dos conhecimentos simbólicos e espirituais, das crenças religiosas e filosofias de vida, das práticas éticas religiosas e também das não religiosas.

A ER toma um novo direcionamento em que a religião é tratada na escola como objeto de estudo, como um exercício de ciência a ser feito com os estudantes, cujos objetos de estudo são as religiosidades e espiritualidades em suas expressões simbólicas e valorativas, contribuindo, assim, com a formação geral do cidadão.

Agora o ER trata de uma educação “sobre” a religião e “da” espiritualidade. Isso é totalmente diferente da educação “para” a prática religiosa, coisa esta que fica ao encargo e sempre foi competência tanto das confissões religiosas quanto das vivências familiares.

Em um Estado laico, desse modo, o ER passou a se justificar pela necessidade de formação de cidadãos críticos e responsáveis, capazes de discernir a dinâmica dos fatos religiosos que permeiam a vida em âmbito pessoal, nacional e mundial. As questões socioculturais são as diferentes crenças e expressões religiosas, cujos aspectos da realidade devem ser

socializados e abordados. Mas, na ausência delas, poderão ser feitas por convicções filosóficas e que contribuem na fundamentação das ações. Considera-se isso como atitudes de descentramento e o ER deve tratar pedagogicamente dessas atitudes, com abertura e cuidado para além de si, como nos casos em que existam entre e para além de todas as tradições religiosas e filosóficas. O foco é resgatar os valores humanos que as espiritualidades podem trazer para a educação.

Com isso, apresenta-se um Modelo de Ensino Religioso, cuja base ou fundamento passa a ser a Ciência da Religião; um modelo muito relevante, pois ele parte da História e da Geografia comparadas aos fatos religiosos, buscando interpretá-los hermeneuticamente em um campo transdisciplinar que aprofunda os significados do que as culturas experimentam como sagrado. Buscando entender a tradução pedagógica dos conteúdos produzidos pela Ciência da Religião, as religiosidades particulares e as histórias das religiões passam a ser transcendidas e substituídas pela busca de uma visão sistemática. Passa a existir uma morfologia das experiências do sagrado que se apresenta como capaz de abarcar as diversidades. Ainda e, ao mesmo tempo, capaz de captar a singularidade de cada fato religioso.

Aqui se desdobra uma visão transreligiosa cuja mística é humana, e que deve estar em sintonia com uma metodologia transdisciplinar de fazer ciência. A observação da realidade é realizada pela transferência de conhecimento de uma disciplina para outra, chamada de interdisciplinaridade em um nível mais avançado. Esta é a observação da realidade realizada na interseção dos conhecimentos disciplinares, porque ela enfatiza a centralidade da vida e procura a compreensão de conhecimento como relação, buscando a unidade do conhecimento entre e além das disciplinas científicas.

Neste viés, o objetivo é produzir conhecimentos a partir da(s) ciência(s) da(s) religião(ões) e traduzi-los para o Ensino Religioso transdisciplinar, romper com o conteudismo abstrato e fragmentado, para, assim, gerar processos de aprendizagem colaborativos e compromissados através de projetos de pesquisa das vivências espirituais. Dessa forma, alcança-se um engajamento no seu esclarecimento e terapeutização. O ER, nesse perspectiva, caracteriza-se como a busca de uma espiritualidade transreligiosa que fomenta, sobretudo em espaços comunitários de educação, o diálogo entre tradições de sabedoria e filosofia, em nossa cultura pluralista e para o âmbito democrático e republicano da atualidade.

As disciplinas científicas não são descartadas nesta transdisciplinaridade, mas estão entre, através e além delas. Tal transdisciplinaridade transgride as fronteiras de cada ciência disciplinar e

constrói um novo conhecimento por meio das ciências, um conhecimento integrado em função da humanidade, resgatando as relações de interdependência.

Neste contexto de complexidade da nossa atualidade, cria-se o BANI: B, Brittle, que significa frágil; A de Ansioso, N de não-linear e I de Inseguro (Munda BANI). Em meio a uma aldeia global, onde o ER deve se abrir para as dimensões de pedagogia espiritual que existem entre e além de todas as tradições religiosas, deve-se resgatar os valores humanos e a abertura mística que as espiritualidades, religiosas e não religiosas, podem trazer para a educação dos estudantes.

Assim, a religião, neste modelo de ER com base na Ciência da Religião, não se ensina propriamente na escola, mas pode e deve-se refletir, nesse ponto, sobre esse fenômeno humano, na busca de significados mais profundos para o que é experimentado como sagrado em cada cultura. Todas as pessoas têm direito ao esclarecimento das crenças da humanidade. O ER deve, então, avaliar e interpretar as notícias religiosas em seus contextos, estudar as religiões como questão e não como dado. Mas, o ER deve promover também uma ação educativa esperançosa, em que o anúncio e a utopia desempenham um papel reconstrutivo e transformador das religiões. Uma postura transdisciplinar ajuda a criar conteúdo dialógico no campo das Ciências da Religião e a traduzir pedagogicamente, em processos de aprendizagem libertários, tais conhecimentos religiosos para o ER.

4. Resultados: análise dos requisitos para a formação docente para o ensino religioso

Conforme apontado por Gilbraz Aragão e Mailson Souza (*in*: Junqueira; Brandenburg; Klein, 2017, p. 152), em quadro aqui adaptado, pode-se visualizar, de maneira clara, os diferentes modelos de Ensino Religioso: Catequético, Teológico e o da Ciência da Religião, no qual são traçadas as comparações e características das suas diferentes cosmovisões, contextos, fontes de pesquisa e métodos utilizados, afinidades, objetivos, a quem se atribuem as responsabilidades e quais são os riscos quanto aos modelos adotados e praticados durante a história brasileira na qual as nossas escolas se encontraram.

O modelo Catequético foi o primeiro implantado no país e que teve (e ainda tem) ampla aceitação por longos períodos da história. Sua visão de mundo, cosmovisão, ou orientação que poderemos dizer ideológica, era unirreligiosa, pois apenas a religião católica era reconhecida no país colonizado pelos portugueses católicos e, em seu entendimento, deveria apenas ser esta a orientação religiosa possível no Brasil. Seu método de

ensino se deu por meio de doutrinação dos brancos e a catequese de indígenas e negros aqui escravizados. O claro objetivo era a evangelização e a expansão da igreja católica, bem como a sua hegemonia ou até mesmo monopólio, sem abertura inicial para outras confissões religiosas, exceto após o segundo Império, quando iniciaram-se as imigrações europeias de alemães, franceses, ingleses, italianos e demais países, dentre os quais houve uma parcela de protestantes, judeus e muçulmanos que para cá vieram. O risco inerente ao ER deste Modelo Catequético sempre foi o escancarado proselitismo católico e a intolerância religiosa com os demais credos religiosos ou confissões. A seguir, a figura 1 traz os modelos de ensino religioso:

Figura 1. Modelos de Ensino Religioso.

MODELOS	CATEQUÉTICO	TEOLÓGICO	CIÊNCIAS DA RELIGIÃO
COSMOVISÃO	UNIRRELIGIOSA	PLURIRRELIGIOSA	TRANSRRELIGIOSA
CONTEXTO	ALIANÇA IGREJA-ESTADO	SOCIEDADE SECULARIZADA	SOCIEDADE SECULARIZADA
FONTE	CONTEÚDOS DOUTRINAIS	ANTROPOLOGIA, TEOLOGIA DO PLURALISMO	CIÊNCIAS DA RELIGIÃO
MÉTODO	DOCTRINAÇÃO	INDUÇÃO	TRANSDUÇÃO
AFINIDADE	TRADICIONAL	ESCOLA NOVA	EPISTEMOLOGIA DA COMPLEXIDADE
OBJETIVO	EXPANSÃO DA IGREJA	FORMAÇÃO RELIGIOSA DOS CIDADÃOS	EDUCAÇÃO DO CIDADÃO
RESPONSABILIDADE	CONFISSÕES RELIGIOSAS	CONFISSÕES RELIGIOSAS	COMUNIDADE CIENTÍFICA / ESTADO
RISCOS	PROSELITISMO E INTOLERÂNCIA	CATEQUESE DISFARÇADA	NEUTRALIDADE CIENTÍFICA

Fonte: Adaptado de ARAGÃO, Gilbraz; SOUZA, Mailson (2017, p. 152).

No modelo Teológico se observa o fruto de uma experiência de quase cinquenta anos, inspirado, principalmente, nos ares ecumênicos do período do pós segunda Grande Guerra, em meio a uma sociedade plurirreligiosa, com diferentes expressões confessionais diante das quais passaram a existir questões de fundo teológico diferentes, a teologia do pluralismo. O ER precisou se debruçar sobre os conhecimentos de antropologia também, para poder oferecer respostas aos reclamos dessa diversidade religiosa crescente. Assim, o foco passou a ser a formação religiosa dos cidadãos brasileiros, respeitando-se as diferentes confissões e expressões religiosas, com seus proselitismos e catequese disfarçada como ER. Os conflitos com a hegemonia católica sempre foram frequentes e

sempre houve disputas no chamado campo religioso em meio ao universo educacional.

Por fim, o modelo baseado na Ciência da Religião começou a ser posto em prática a partir da afirmação, no Brasil, desta área de conhecimento nos últimos trinta anos.

O objetivo deste artigo foi, portanto, tentar justificar por que a Ciência da Religião é o modelo mais coerente para fundamentar teórica e metodologicamente a prática do ER, com a contribuição específica – ético-normativa, mas não confessional nem teológica – que a Filosofia da Religião pode dar no processo de transposição didática dos resultados da Ciência da Religião para os conteúdos e práticas pedagógicas.

Este é o escopo do ER, segundo o modelo da Ciência da Religião: demonstrar quão relevante vem a ser uma adequada formação em Ciência da Religião para os docentes de ER na atualidade. Essa é uma formação específica e também um meio eficaz de “espantar” a experiência de décadas a fio, a qual acabou criando um falso lugar comum de que o país se encontra às voltas com a formação religiosa dos alunos, porém, isso se deu no sentido mais catequético e proselitista da expressão. Em contraponto, um docente devidamente qualificado estará apto a relevar a expectativa de uma educação religiosa de seus estudantes em benefício de uma educação autenticamente cidadã e inclusiva.

5 Conclusão

A investigação aqui apresentada se propôs a compreender como se faz necessária, atualmente, a formação de professores de ER voltada a uma concepção verdadeiramente pluralista e não proselitista da disciplina. Portanto, uma formação fundamental para a efetivação do direito à liberdade de crença de todos os cidadãos garantida pelo princípio da laicidade do Estado.

Compreendendo que a premissa da laicidade do Estado está ameaçada diante do campo educacional, passou-se a apontar que os cursos de graduação (licenciaturas) em Ciência(s) da(s) Religião(ões) devem ter características de formação docente que reflitam na proposta de ER a ser ministrado na educação básica pública. Como o Brasil é um país laico, o ER deve ser ministrado sem proselitismos e com vistas à formação cidadão diante da diversidade religiosa nacional, especialmente nas universidades públicas brasileiras. A investigação e análise da formação propiciada nestes cursos se justifica por seus possíveis impactos sobre a laicidade do Estado, especialmente porque isso permitirá conhecer a estrutura de um curso de formação docente para o ER, em Licenciaturas ofertadas por Instituições de

Ensino Superior (IES) pertencentes ao sistema federal de educação, devendo compreender quais políticas de formação de professores postas por uma instituição vinculada ao governo federal estão previstas para estes futuros profissionais da área.

Referências

AGUIAR, Márcia Angela da S., DOURADO, Luiz Fernandes. (Orgs.). **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas**. Recife: ANPAE, 2018.

AMARAL, Daniela Patti do; SOUZA, Evelin Christine Fonseca de. **Formação docente para o ensino religioso: análise retórica sobre o projeto político-pedagógico do curso de licenciatura em ciências das religiões da UFPB**. Disponível em: <https://www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt05-4144.pdf>. Acesso em 13 Maio 2023.

ARAGÃO, Gilbraz; SOUZA, Mailson. Modelos de ensino religioso. In: JUNQUEIRA; BRANDENBURG; KLEIN (Orgs.). **Compêncido de ensino religioso**. Petrópolis: Vozes, 2017, pp. 147-155.

BRASIL. Constituição (1891). Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao91.htm. Acesso em 07 abr. 2023.

_____. Constituição (1934). Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm. Acesso em 07 abr. 2023.

_____. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 07 abr. 2023.

_____. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 20 jul. 2023.

_____. Decreto nº 19.941, de 30 de abril de 1931. Dispõe sobre a instrução religiosa nos cursos primário, secundário e normal. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19941-30-abril-1931-518529-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em 07 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=13448&Itemid. Acesso em 09 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>. Acesso em 09 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação. Lei nº 9.475/97, de 22 de julho de 1997. Dá nova redação ao art. 33 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da educação nacional. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19475.htm. Acesso em 09 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação (1999). Parecer CES nº 1.105/99. Autorização (projeto) para funcionamento do curso de Licenciatura em Ensino Religioso. Brasília, DF. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1999/pces1105_99.pdf. Acesso em 09 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação (1999a). Parecer CP nº 97/99. Formação de professores para o Ensino Religioso nas escolas públicas de ensino fundamental. Brasília, DF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/PNCP097.pdf>. Acesso em 09 abr. 2023.

_____. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

CARON, L. **Políticas e práticas de formação de professores de Ensino Religioso:** desafios, avanços e perspectivas. Revista Pistis & Praxis. Teologia Pastoral. Curitiba, v. 2, n. 2, p. 269-289, jul./dez. 2010.

CAVALIERE, A. M. **O mal-estar do ensino religioso nas escolas públicas.** Cadernos de Pesquisa. São Paulo, v. 37, n.131, p.303-332, maio/ago. 2007.

CUNHA, L. A. **Sintonia oscilante:** religião, moral e civismo no Brasil - 1931/97. Cadernos de Pesquisa. São Paulo, v.37, n.131, p.285-302, maio/ago. 2007.

_____. Autonomização do campo educacional: efeitos do e no ensino religioso. **Revista Contemporânea de Educação**. Rio de Janeiro, v.1, n.2, 15 p, 2006.

DOURADO, Luiz Fernandes; OLIVEIRA, João Ferreira de. Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os impactos nas políticas de regulação e avaliação da educação superior. In: AGUIAR, Márcia Angela da S.; DOURADO, Luiz Fernandes (Orgs.). A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas. Recife: ANPAE, 2018, p. 38-43.

GHIRALDELLI JUNIOR, Paulo. **História da educação brasileira**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2009.

HORTA, José Silveira Baía. **O hino, o sermão e a ordem do dia: regime autoritário e a educação no Brasil (1930-1945)**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA. Rede Federal é destaque na principal avaliação da educação básica do mundo. Disponível em: <http://www.ifb.edu.br/reitori/12838-rede-federal-e-destaque-na-principal-avaliacao-da-educacao-basica-do-mundo>. Acesso em: 8 abr. 2023.

KLEIN, R.; JUNQUEIRA, S. R. A. Aspectos referentes à formação de professores de ensino religioso. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 8, n. 23, p. 221-243, jan- abr. 2008.

MARCOS, W. R. **Dilema epistemológico do Ensino Religioso e formação docente**. Horizonte: Belo Horizonte, v. 10, n. 28, p. 1435-1457, out./dez. 2012.

TOLEDO, C. A. A.; AMARAL, T. C. I. Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino religioso nas escolas públicas. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 6, n. 1, 18, p. 2005.

WAECHTER STRECK, Gisela. O ensino religioso e a diversidade religiosa no brasil: desafios para a educação. **REVISTA PISTIS & PRAXIS: Teologia e Pastoral**, vol. 4, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 261-276. Pontificia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449749235014>. Acesso em 23 abr. 2023.

Conhecimento pedagógico do conteúdo do tópico específico (TSPCK): uma breve revisão

Rolién José Vieira Cirilo⁴⁸

Elaine Angelina Colagrande⁴⁹

1 Introdução

O conhecimento profissional docente têm sido discutido sob várias perspectivas nas últimas décadas. Há, por exemplo, a vertente de saberes docentes discutida por Tardif (2014) e Gauthier (2006), a corrente reflexiva sobre a ação docente, ancorada nos pressupostos de Shön (2007) e a sabedoria da prática, uma corrente shulmaniana baseada no Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, do inglês *Pedagogical Content Knowledge*) proposta por Lee S. Shulman (1986).

Como tema específico deste artigo, os estudos de Shulman iniciam-se sob a égide do conhecimento do conteúdo, na perspectiva da profissionalização do professor (Shulman, 1986). Shulman relatou que a transformação que a educação sofreu no século XX direcionou o foco das pesquisas acadêmicas e da própria formação docente – que eram extremamente focadas no conteúdo – para um outro extremo, quase exclusivamente relacionadas ao conhecimento pedagógico. Ao questionar “Onde foi parar o assunto? O que houve com o conteúdo”, Shulman (1986, p. 5, tradução nossa) aponta que o assunto passou a assumir o papel de um “ponto cego” nas pesquisas sobre educação e ensino, que o autor denominou o “paradigma perdido”. Ele defende, então, o resgate da importância do conteúdo no conhecimento profissional docente, propondo o construto do PCK como uma categoria de conhecimento inserida no conhecimento do conteúdo.

Posteriormente, Shulman (1987, p. 8, tradução nossa) revê este entendimento, propondo que o PCK é “um amálgama especial entre conteúdo e pedagogia que é de competência exclusiva dos professores, sua

⁴⁸ Coordenadoria Sociopedagógica, Campus Bragança Paulista, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: rolienvieira@gmail.com

⁴⁹ Instituto de Química, Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG). E-mail: elainecola@gmail.com

forma própria e especial de conhecimento profissional”, situando o PCK como uma categoria independente, resultante da interação entre o Conhecimento Pedagógico (PK, do inglês *Pedagogical Knowledge*) e o Conhecimento do Conteúdo (CK, do inglês *Content Knowledge*). Neste estudo, inclusive, o autor propõe um Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) para o desenvolvimento do PCK de um profissional docente.

A partir das elaborações iniciais de Shulman sobre o PCK, várias discussões foram travadas na literatura científica com vistas a estabelecer consensos sobre a natureza epistemológica do construto. Outros modelos de PCK foram propostos ao longo dos anos, demonstrando a necessidade de rediscutir a teoria do construto a partir da definição trazida por Shulman (1987) sobre o PCK. A partir desses debates, esclareceu-se que o desenvolvimento profissional docente pode ser influenciado por outras categorias de conhecimento para além do PK e do CK, como por exemplo o Conhecimento Tecnológico, incorporado por Mishrae Koehler (2006) em seu modelo de Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo (TPACK, do inglês *Technological Pedagogical Content Knowledge*), modelo bastante reconhecido na literatura científica (Maneira; Gomes, 2016; Marinho, 2018; Mouza, 2016; Nogueira et al., 2015; Ribeiro; Piedade, 2021).

Fernandez (2015) realizou uma revisão sobre os modelos de PCK propostos no âmbito do ensino de Ciências explorando o encontro da Cúpula do PCK: um encontro de mais de trinta grupos de pesquisa em Ciências que desenvolvia estudos e pesquisas baseados no PCK, na tentativa de criarem um modelo e uma definição consensual para o construto. Tal modelo ficou conhecido como Modelo Consensual (MC) ou Modelo de Cúpula, porém, não houve na prática um verdadeiro consenso sobre a definição ou modelo para o PCK. Outros modelos, como o de Azam (2019) e o de Pena e Mesquita (2020) – este específico para o campo disciplinar da Química – foram propostos após a publicação do MC. Aliás, em 2019 houve um segundo encontro da cúpula do PCK que culminou em uma redefinição daquele modelo consensual, que ficou conhecido como Modelo Consensual Refinado – MCR (Carlson; Daehler, 2019). Goes (2014) apontou, em seu estudo, a necessidade de se aprofundarem os estudos teóricos sobre a natureza e definição do PCK, a partir de uma pesquisa do tipo Estado da Arte sobre esta temática no campo da educação.

A ideia do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo do Tópico Específico começou a ser discutida ainda no final do século XX, por Magnusson et al. (1999) e, posteriormente, retomada por Abell (2008). Mas, foi a partir de Veal e Mackinster (1999) que, na literatura científica, começou-se a discutir o PCK e suas divisões em seu domínio de tópico

específico, a partir da proposição de uma taxonomia para o PCK. A discussão de Veal e Mackinster (1999) foi apoiada por Loughran et al. (2006) e culminou na proposição do modelo de TSPCK por Mavhunga e Rollnick (2013) seguido de diversos estudos pelas autoras a partir dessa vertente do PCK de tópico específico (Makhechane; Mavhunga, 2021; Malcolm et al., 2019; Mavhunga; Rollnick, 2016; Pitjeng-Mosabala; Rollnick, 2018; Rollnick; Mavhunga, 2016). Mais recentemente, Azam (2019) destacou importantes distinções entre o Conhecimento Profissional de um Tópico Específico (TSPK, do inglês *Topic-Specific Professional Knowledge*) e o TSPCK, propondo um modelo de trabalho para o campo das Ciências.

2 Objetivos

Com o surgimento de novos estudos, discussões e o assentamento dessa nova vertente do PCK em seu domínio da especificidade do tópico, este estudo parte de uma pesquisa mais ampla no contexto de um mestrado acadêmico, buscou responder a seguinte questão de pesquisa: Quais as áreas de conhecimento e tópicos específicos foram objetos de estudos que resultaram em produções acadêmicas utilizando o TSPCK no século XXI?

A partir desse questionamento, nosso objetivo foi identificar nas publicações científicas de periódicos nacionais e internacionais quais tópicos têm sido investigados sob a perspectiva do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo do Tópico Específico. Como objetivos específicos, buscamos identificar a nacionalidade da produção acadêmica analisada, bem como a localização temporal dessas publicações, no intuito de estabelecer um panorama sobre as publicações envolvendo o TSPCK desde a proposição deste construto.

3 Metodologia e contexto da pesquisa

Esta pesquisa pode ser compreendida enquanto uma pesquisa qualitativa, de caráter documental e do tipo exploratória, de acordo com Gil (2002), uma vez que busca a caracterização de um fenômeno a partir de um contexto real. Trata-se de uma revisão integrativa, que conforme aponta Cooper (1982, p. 292, tradução nossa):

O objetivo de uma revisão integrativa é resumir o estado de conhecimento acumulado considerando as relações de interesse e para realçar assuntos importantes que a pesquisa científica deixou não-resolvida (Taveggia, 1974). Sob a ótica do leitor, uma pesquisa de revisão integrativa tem intenção de (a) reposicionar artigos que

saíram da frente de pesquisa (Price, 1965) e (b) direcionar pesquisas futuras para que produza o máximo possível de novas informações.

O levantamento bibliográfico foi realizado no mês de outubro de 2020, na plataforma ERIC, no âmbito do mestrado acadêmico e atualizado para os anos de 2020 até 2022, utilizando-se as palavras chave “*Topic-Specific PCK*”. Justificamos a escolha dessa plataforma por ter apresentado o maior número de produções acadêmicas em vias de divulgação científica na literatura internacional, além de ser a base de dados com maior número de resultados obtidos, totalizando quarenta e duas publicações.

Como critério de análise, optamos por analisar 50 das 53 produções que resultaram do levantamento, uma vez que três dos resultados referiam-se a teses de doutorado não publicadas e as outras 50 eram artigos publicados em periódicos.

A partir desse levantamento, os dados foram tratados e passaram a compor o *corpus* de pesquisa e foram analisados através da técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2002). A Análise de Conteúdo (AC) é definida por Bardin (2002) como um conjunto de técnicas e procedimentos que têm como objetivo a descrição do conteúdo das mensagens.

Franco (2003) considera que uma das principais etapas para o processo de AC é a Categorização, que deve ser realizada após definidas as unidades de registro e unidades de contexto. Dessa forma, importa descrever aos leitores que nosso processo de análise partiu de uma seleção do material analisado, *a priori*, que compuseram nosso corpus de análise (neste caso, os artigos científicos publicados em periódicos). Após a fragmentação deste *corpus* de análise, foram definidas unidades de registro (como, por exemplo, nacionalidade das produções acadêmicas, período da publicação; área de conhecimento e tópico investigado etc.) e unidades de contexto, mais amplas, que deram origem às categorias de análise (a exemplo da “difusão mundial do TSPCK nas produções acadêmicas”), que foram concebidas *a posteriori*, ou seja, emergiram dos dados analisados com critério semântico.

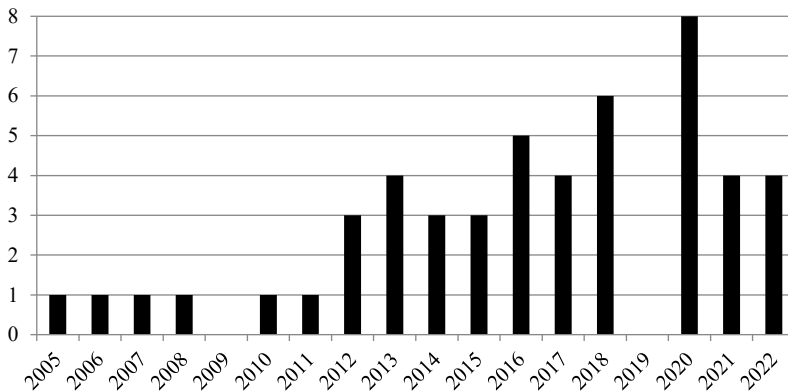
4 Resultados e discussão

A partir do *corpus* analisado, discutiremos nesta seção os resultados obtidos dessa revisão integrativa, na perspectiva da Análise de Conteúdo. As unidades de registro, obtidas da fragmentação do corpus, fizeram emergir três categorias de análise, quais sejam “O crescimento do interesse da comunidade acadêmica pelo TSPCK”, “A difusão mundial do TSPCK nas publicações acadêmicas” e “A multidisciplinaridade das pesquisas em TSPCK”, que serão descritas a seguir.

4.1 O crescimento do interesse da comunidade acadêmica pelo TSPCK

De acordo com os dados constantes na Figura 1, a publicação mais antiga constante da base de dados data do ano de 2005. Importante destacar que, embora tenham havido discussões acerca da natureza de tópico-específico do PCK desde 1999, esta dimensão do PCK apenas foi suportada a partir da publicação de Loughran et al. (2006).

Figura 1. Período das publicações analisadas.



Fonte: Atualizado a partir de Cirilo (2022, p. 45)

Apesar de não haver nenhuma publicação nos anos de 2009 e 2019 especificamente, é possível perceber o crescimento do número de publicações ao longo dos anos, desde 2005. Apenas no ano de 2020, foram encontrados oito artigos científicos publicados e disponíveis na plataforma ERIC. Comparando o primeiro e o segundo quinquênios desse recorte temporal, nota-se que o número de publicações mais que dobrou do período 2005-2009 para o período de 2010-2014. Ainda, o último quinquênio (2018-2022) contempla pouco menos da metade ($n = 22$) das 50 publicações analisadas.

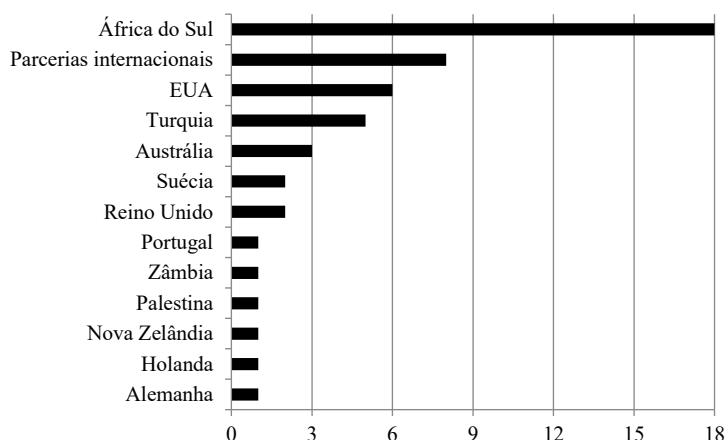
Com isso, nossos dados nos conduzem a afirmar que, embora haja um número reduzido de publicações por ano, há, também, um crescimento do interesse da comunidade acadêmica nas investigações utilizando o TSPCK enquanto um quadro teórico. Uma das possíveis justificativas para o baixo número de publicações pode encontrar fundamento na própria

elaboração do construto, bastante recente mesmo quando comparada à proposição inicial de Shulman (1986).

4.2 A difusão mundial do TSPCK nas produções acadêmicas

A Figura 2 elucida a difusão do construto em escala internacional. Das 50 publicações analisadas, constatamos produções acadêmicas de quinze nacionalidades diferentes, com destaque para colaborações internacionais (entre pesquisadores de diferentes países), com 8 publicações, incluindo Suazilândia, Suíça e Landau, que contribuíram apenas a partir de colaborações internacionais.

Figura 2. Publicações por países e colaborações internacionais.



Fonte: Atualizado a partir de Cirilo (2022, p. 46).

Outra discussão emergente desta análise revela o protagonismo Sul-africano, com o maior número de publicações individuais ($n = 18$), seguido dos EUA ($n = 6$), berço do PCK.

A difusão do construto, portanto, além de dimensões internacionais, alcança também dimensões intercontinentais, com o maior número de produções oriundas do continente africano, fato que pode carregar a influência das pesquisas de Mavhunga e Rollnick (2013) na proposição do modelo de TSPCK.

4.3 A multidisciplinaridade das pesquisas em TSPCK

Além de sua abrangência internacional, as produções acadêmicas analisadas também revelaram a diversidade de tópicos e conteúdos disciplinares investigados pelos pesquisadores. Foi possível constatar sete campos disciplinares específicos: Biologia, Física, Química, Educação Física, Geografia, Matemática e Tecnologia, dos quais as Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) se destacam frente ao quantitativo de publicações, bem como de tópicos específicos analisados, como pode ser observado no Quadro 1.

Em especial, a maioria dos artigos envolviam pelo menos um dos tópicos de Química, trazidos no Quadro 1. Importante ressaltar que a soma do número de publicações constante no Quadro 1 não resulta em 50, pois há artigos que abordaram mais de um tópico no âmbito da pesquisa.

Quadro 1. Tópicos específicos e disciplinas encontrados nas publicações analisadas.

Disciplina	N.º de Tópicos Específicos	N.º de publicações
Ciências/Biologia	10	11
Ciências/Física	13	12
Ciências/Química	17	25
Educação Física	1	1
Geografia	6	1
Matemática	3	3
Tecnologia	1	2

Fonte: Adaptado de Cirilo (2022, p. 46).

Outro ponto a ser discutido tem fundamento nos estudos de Goes (2014), uma vez que grande parte das publicações ($n = 47$) referem-se a pesquisas de natureza empírica, frente a apenas três publicações de natureza teórica, reforçando-se a necessidade de se discutir mais intensamente as bases epistemológicas do construto em uma perspectiva teórica, dada a diversidade de compreensões que a temática tem adquirido ao longo dos anos.

4 Considerações finais

Embora seja um construto recente, o que pode explicar inclusive o reduzido número de publicações no âmbito do TSPCK, essa linha de pesquisa têm conquistado relevância na literatura científica, em especial nos últimos anos.

A aceitação da comunidade acadêmica pode ser compreendida, para além da tendência crescente das publicações, por sua difusão mundial, ao observarmos estudos publicados em treze países diferentes, em diversos continentes.

Outra tendência apontada pelo estudo encontra base na utilização de tópicos das Ciências da Natureza, encontrados na grande maioria das publicações, com destaque para a Química com aproximadamente metade das publicações contendo pelo menos um tópico relacionado à disciplina.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001, apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIFAL-MG e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP).

Referências

- ABELL, S. K. Twenty years later: does pedagogical content knowledge remain a useful idea? **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p. 1405-1416, 2008.
- AZAM, S. Distinguishing topic-specific professional knowledge from topic-specific PCK: a conceptual framework. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 14, n. 5, p. 281-296, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: 70, 2002.
- CARLSON; J.; DAEHLER, K. R. The redefined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In: HUME, A. et al. (ed.) **Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science**. Singapore: Springer Nature, 2019, p. 77-92.
- COOPER, H. M. Scientific guidelines for conducting integrative research reviews. **Review of Educational Research**, v. 52, n. 2, 291-302, 1982.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, 2015.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano, 2003.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. 2. ed. Ijuí: Editora Unijui, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOES, L. F. **Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de química**. 2014. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

LOUGHRAN, J. et al. **Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge**. Rotterdam: Sense Publishers.

MAGNUNSSON, S. et al. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In: GUESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (ed.). **Examining pedagogical content knowledge**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 95-132.

MAKHECHANE, M.; MAVHUNGA, E. Developing topic-specific PCK in chemical equilibrium in a chemistry PGCE class: feasible or not?. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 25, n. 2, p. 160-173, 2021.

MALCOLM, S. A. et al. The validity and reliability of an instrument to measure physical science teachers' topic specific pedagogical content knowledge in stoichiometry. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 23, n. 2, 2019.

MANEIRA, S.; GOMES, M. J. Professores e TPACK: uma revisão sistemática da literatura. In: CONGRESSO MUNDIAL ESTILOS DE APRENDIZAGEM, 7., 2016, Braga. Atas [...]. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, p. 1345-1360, 2016.

MARINHO, C. M. **Contribuições do quadro tpack para a formação de professores de língua portuguesa**: uma proposta de trilha de aprendizagem. 2018. 76 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.

MAVHUNGA, E.; ROLLNICK, M. Teacher- or learner-centred? Science teacher beliefs related to topic specific pedagogical content knowledge: a South African case study. **Research in Science Education**, v. 46, p. 831-855, 2016.

MISHRA; P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MOUZA, C. Developing and assessing TPACK among pre-service teachers. In: HERRING, M.; KOEHLER, M.; MISHRA, P. (ed.). **Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators**. 2. ed. Nova York: Routledge, 2016. p. 169-188.

NOGUEIRA, H. et al. Desafios e oportunidades do uso da tecnologia para a formação contínua de professores: uma revisão em torno do TPACK em Portugal, Brasil e Espanha. **#Tear**: revista de educação ciência e tecnologia, v. 4, n. 2, 2015.

PENA, G. B. O.; MESQUITA, N. S. A. Conhecimento pedagógico do conteúdo de química (PCKC): conhecimento profissional específico para a docência em química. In: FALEIRO, W.; VIGÁRIO, A. F.; FELÍCIO, C. M. (org.). **Entre fios e tramas da formação inicial e continuada de professores**. Goiânia: KELPS, 2020, p. 304-329.

PITJENG-MOSABALA, P.; ROLLNICK, M. Exploring the development of novice unqualified graduate teachers' topic-specific PCK in teaching the particulate nature of matter in South Africa's classrooms. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 7, p. 742-770, 2018.

RIBEIRO, P. R. L.; PIEDADE, J. M. N. Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. **Revista Educação em Questão**, v. 59, n. 59, 2021.

ROLLNICK, M.; MAVHUNGA, E. Can the principles of topic-specific PCK be applied across science topics? Teaching PCK in a pre-service programme. In: PAPADOURIS, N. et al. (ed.). **Insights from research in science teaching and learning. Contributions from science education research**, v. 2., Suíça: Springer Cham, 2016. p. 59-72.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2007. 256 p.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 12, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2014. 328 p.



Autores

Adailton Marcos Regly
Álefe Massamitsu Otaki
André Marcelo Panhan
Armando Silvestre
Bruno Candido Cardoso da Silva
Carolina Birenbaum
Cristina Correa de Oliveira
Dyego S. Menezes
Elaine Angelina Colagrande
Felipe da Costa Santos
Fernando Cintra Appezzatto
Fernando Moreira
Gabriel Toscano Marques
Gabriele Franco
Hiram Camargo Capozzoli
João Alexandre Paschoalin Filho
João Pedro Camargo Corrêa
José Erick Souza Lima
Kelly Cristina de Oliveira
Leonardo Leme dos Santos
Letícia Souza Netto Brandi
Luiz Carlos Pereira Filho
Olívio Guedes
Pedro Luís Calheiros da Silva
Reginaldo de Abreu
Rodrigo Felipe Raffa
Rolién José Vieira Cirilo
Rubens Pantano Filho
Talita de Paula Cypriano de Souza
Tamiris Batista Leite
Thyago Arthur Higgins Domingues
Wingley Borssali Miorali Vital



ISBN 978-85-66799-67-5



9 788566 799675



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO
Campus Bragança Paulista

**CONCIS
TEC** Congresso Científico
da Semana Nacional
de Ciência e
Tecnologia do IFSP

BRAGANTEC
FEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SEMTEC
Semana de Tecnologia do
IFSP - Campus Bragança Paulista



CONGESA
CONFIANÇA QUE SE CONSTRÓI



JOSÉ CARLOS TONIN
EMPREENDIMENTOS E OBRAS

**DE VECHI &
PACIONI**
CONSULTORIA

日本
nippon chemical



WonderFood
CULINÁRIA SAUDÁVEL
HOLAMBRA

Ralos
ciclo dos