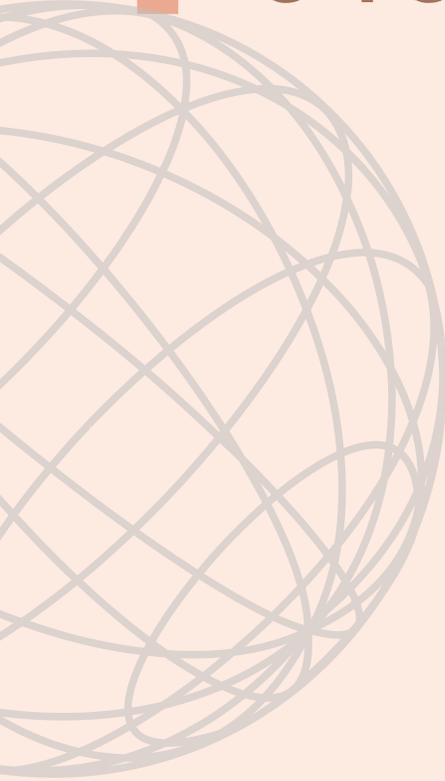




# Ensaio:

## Educação, Ciência e Tecnologia



Organizadores  
Kelly Cristina de Oliveira  
Ricardo José Orsi de Sanctis  
Rubens Pantano Filho

***Ensaio:***  
***Educação, Ciência e Tecnologia***

***Organizadores***  
***Kelly Cristina de Oliveira***  
***Ricardo José Orsi de Sanctis***  
***Rubens Pantano Filho***

**2022**

© 2022, FoxTablet

**Título:** Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia

**Autores:** vários

**Organizadores:** Kelly Cristina de Oliveira, Ricardo José Orsi de Sanctis e Rubens Pantano Filho

**Arte da capa:** Maria Ângela Lourençoni.

**Diagramação:** Ademilson Francisco Couto.

### FICHA CATALOGRÁFICA

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b><br><b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |   |
|---|---|
| <b>E59</b>  | <b>Ensaio [livro eletrônico] : Educação, Ciência e Tecnologia / Organizadores Kelly Cristina de Oliveira, Ricardo José Orsi de Sanctis, Rubens Pantano Filho. – Salto, SP: FoxTablet, 2022. 182 p. : il.</b><br><br>Formato: PDF<br>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader<br>Modo de acesso: World Wide Web<br>Inclui bibliografia<br>ISBN 978-65-89010-68-5<br><br>1. Educação. 2. Ciência. 3. Tecnologia. I. Oliveira, Kelly Cristina de. II. Sanctis, Ricardo José Orsi de. III. Pantano Filho, Rubens.<br>CDD 370 |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>   |   |

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  
Tel. (11) 3413-3998 / Cel. (11) 98689-1789

## Sumário

---

---

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Apresentação.....</i>   | <i>05</i> |
| <i>O celular na sala de aula: de vilão a redentor em época de pandemia.....</i>  | <i>06</i> |
| <i>Ricardo José Orsi de Sanctis</i>  |           |
| <i>Alfabetizar na Pandemia: os desafios do Ensino Remoto enfrentados pelos professores das escolas públicas de São Paulo via sistema CMSP.....</i>                                     | <i>19</i> |
| <i>Kelly Cristina de Oliveira / Ana Carolina Ventura</i>   |           |
| <i>A percepção dos professores do Ensino Superior sobre os desafios das aulas remotas durante a pandemia do Coronavírus.....</i>   | <i>33</i> |
| <i>Carla Pineda Lechugo / Fábio de Paula Santos</i>  |           |
| <i>Desenvolvimento de projetos interculturais no ensino superior: uma experiência interdisciplinar a partir da metodologia COIL (Collaborative Online International Learning).....</i> | <i>45</i> |
| <i>Maira de Lourdes Rezende / Patrício Hernán Marabolí Albornoz</i>  |           |
| <i>Um olhar além dos números.....</i>  | <i>58</i> |
| <i>Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva / Nirlei Santos de Lima</i>  |           |
| <i>Output, Noticing e Monitoramento em função da aquisição de L2: Uma investigação das noções e aplicabilidade no processo de aprendizagem....</i>                                     | <i>70</i> |
| <i>Marcos Antonio Gomes Lima Filho / Fernanda G. Felipe Lacerda</i>  |           |
| <i>Tecnologias no ensino: a sociedade da aprendizagem.....</i>   | <i>78</i> |
| <i>Maria Ângela Lourençoni</i>   |           |
| <i>Arte e Matemática: uma abordagem possível no estudo de funções elementares com o auxílio da calculadora gráfica Desmos.....</i>   | <i>87</i> |
| <i>Ana Carolina Camargo Francisco / Sandra Menezes</i>   |           |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Tecnologias assistivas no ensino remoto: desafios e possibilidades.....</i>   | <i>96</i>  |
| <i>Lucas G. B. de Oliveira / Carla L. da Silva / Carolina A. de Jesus</i>  |            |
| <i>Resíduos de construção civil: um panorama acerca da problemática e aspectos legais pertinentes nas esferas Federal, Estadual e Municipal.....</i> | <i>110</i> |
| <i>João A. Paschoalin Filho / Rafael Guerreiro / Diego G. Camelo</i>   |            |
| <i>Pseudociência – porque fugir dela.....</i>  | <i>133</i> |
| <i>Norma Reggiani</i>  |            |
| <i>O Efeito Einstein-de Haas.....</i>  | <i>143</i> |
| <i>Reginaldo de Abreu / Rubens Pantano Filho</i>   |            |
| <i>Proposta experimental para ensino da Lei de Faraday-Lenz.....</i>   | <i>154</i> |
| <i>Kaíque Thiago de Souza / Raul Pinheiro da Silva / Tersio<br/>Guilherme de Souza Cruz / Fernanda Keila Marinho da Silva</i>                        |            |
| <i>Análise das curvas de carga e descarga de um capacitor utilizando simulador computacional e seu uso no ensino de física.....</i>                  | <i>169</i> |
| <i>Alexandre Galetti / Rodrigo Felipe Raffa</i>  |            |

## *Apresentação*

---

---

A presente publicação é uma iniciativa do Instituto Federal de São Paulo - campus Bragança Paulista – IFSP-BRA, em parceria com a Faculdade de Tecnologia José Creso – FATEC Sorocaba. Participam colegas professores das duas instituições, bem como outros de entidades convidadas, com destaque para a Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Este livro contempla trabalhos nas áreas de educação, ciência e tecnologia, resultantes de estudos, reflexões e práticas do dia a dia acadêmico-profissional dos autores, objetivando a socialização de suas pesquisas, de modo que seus resultados possam gerar outras ideias, análises e discussões tão fundamentais para o avanço dos trabalhos acadêmicos.

A publicação também é parte de três importantes eventos já tradicionais no calendário acadêmico do IFSP-BRA:

**BRAGANTEC** – Feira de Ciência e Tecnologia da Região Bragantina, que recebe projetos de alunos dos ensinos fundamental (8º e 9º anos), médio e técnico, nas áreas de Ciências da Natureza e Exatas, Ciências Humanas e Linguagens, Engenharias e Informática.

**SEMTEC** – Semana de Ciência e Tecnologia, que apresenta em sua programação um ciclo de palestras, minicursos e mostra de trabalhos, em parceria com as indústrias da região bragantina e com várias instituições nacionais de ensino e pesquisa.

**CONCISTEC** – Congresso Científico da Semana Nacional de Tecnologia - 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.

Assim, esperamos que os artigos aqui apresentados sejam de grande valia para os colegas professores, bem como para estudantes universitários em fase de formação profissional.

*Kelly Cristina de Oliveira*  
*Ricardo José Orsi de Sanctis*  
*Rubens Pantano Filho*

## ***O celular na sala de aula: de vilão a redentor em época de pandemia***

---

---

***Ricardo José Orsi de Sanctis<sup>1</sup>***

### **Introdução**

A pandemia da COVID-19 decretada pela Organização Mundial de Saúde em 11 de março de 2020 provocou mudanças no comportamento humano principalmente no que diz respeito às formas de interação social. Em um cenário no qual a preocupação com o número de contaminados e com a evolução da doença se torna o centro das discussões, surgem questionamentos com relação às medidas sanitárias tão importantes na tentativa de frear um pouco do que ainda estava por vir. Além das discussões sobre saúde pública, a educação ganha especial destaque, pois alunos e professores, que nesse momento se viram impedidos de frequentar a escola, tiveram de se reinventar para abraçar, de forma prematura, uma nova forma de convivência que se deu no espaço virtual.

Para que pudéssemos seguir com a educação de nossos alunos, o Ministério da Educação e Cultura (MEC), com a emissão da portaria nº 343, seguida pela portaria 544 de 2020 e o Parecer n.º 19 do Conselho Nacional de Educação (CNE), autorizou que as aulas de cursos originariamente presenciais pudessem se realizar de forma remota, substituindo-se o espaço físico pelo virtual com previsão até dezembro de 2021.

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) ganham especial destaque, e professores e alunos tiveram de envidar esforços para lidar com as novas tecnologias para superar as barreiras de distanciamento social. Os celulares, uma das principais vias para a comunicação em grupos de WhatsApp e para os aplicativos da plataforma *Teams* e *Zoom*, passam de aparelhos demonizados por muitas leis, que sempre os proibiram, a verdadeiros redentores, nesse momento de crise.

A adesão forçada às novas tecnologias, para que pudéssemos dar seguimento às atividades pedagógicas, dão margem a certos

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação, graduado em Letras, Direito, Secretariado Executivo Bilíngue. Vice-diretor na FATEC de Sorocaba e Professor na Universidade Paulista, Campus Sorocaba. E-mail: [ricardosantis@uol.com.br](mailto:ricardosantis@uol.com.br)

questionamentos importantes, uma vez que, muitas vezes, professores ofereceram resistência ao uso de novas tecnologias.

Muito embora os documentos internacionais sobre educação tentem forjar um consenso pacífico que sinalize o uso de TIC como instrumento que garanta a qualidade de ensino de forma determinista - discurso este repetido por muitos docentes, ao partir para prática no dia a dia - , encontramos um discurso de resistência e tensões no ambiente escolar que acabam deixando as TIC à margem do processo de ensino-aprendizagem.

Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017) relatam os discursos de resistências que retratam as barreiras levantadas pelos docentes. Neles, a falta de equipamentos, de infraestrutura, de acesso à internet e de apoio, por parte da coordenação pedagógica da escola, são os principais apontamentos. Porém, vale lembrar que a insegurança também é fator preponderante, uma vez que muitos docentes não se viam preparados, até então, para explorar o espaço virtual.

A insegurança do professor pode estar intrinsecamente ligada ao fato de os alunos, muitas vezes, terem um conhecimento superior no que se refere ao manuseio das tecnologias. Prensky (2001), ao observar o comportamento dos jovens em relação às novas tecnologias, relata que eles buscam informações de forma rápida, na Web, antes mesmo de recorrer a professores ou livros, observação que levou o autor a denominá-los de “Nativos Digitais”, uma vez que esses jovens nasceram em contato com a linguagem digital. Para Prensky (2001), os jovens vivem e processam informações de formas diferentes, *on-line e off-line*, o que os diferencia de seus pais e professores. Diferentemente desses jovens alunos, os professores, chamados pelo autor de “Imigrantes Digitais”, são aqueles que não nasceram com a tecnologia imposta e que têm a necessidade de realizar uma transição para se adaptarem ao seu uso.

Ocorre que, por conta do advento da pandemia e da urgência em voltar com as atividades pedagógicas, medidas foram tomadas as quais se sobrepuseram às questões outrora estudadas. Recorrer ao espaço virtual para dar continuidade às aulas não foi uma escolha senão uma determinação circunstancial. Celulares que, por muitas vezes, foram objetos terminantemente proibidos em sala de aula, quando vivemos a pandemia, passaram a substituí-la, uma vez que muitos alunos dispunham somente desses aparelhos para conectarem-se às plataformas destinadas às aulas remotas.

Professores tiveram de adquirir competências e habilidades “da noite para o dia”, ficando, muitas vezes, a reflexão sobre o como fazer, à revelia das discussões pedagógicas.

A presente pesquisa feita de forma contingencial questionou os professores envolvidos nesse processo, que os fizeram migrar para o ensino virtual, a fim de saber sobre suas possíveis transformações, como profissionais, e de como traçaram o relacionamento que se estabeleceu com essa nova configuração.

### **Uso de TIC e celular na escola: barreiras e resistências**

São várias as barreiras para a adoção de TIC em sala de aula. Além dos discursos que relatam as resistências calcadas na falta de infraestrutura, na falta de apoio por parte dos gestores e no medo do conflito entre nativos e imigrantes digitais, as leis e documentos internacionais também podem provocar discussões que vão oscilar entre o incentivo e a proibição.

Muitos documentos oficiais nacionais e internacionais e leis buscaram reger o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação e do celular em sala de aula, gerando constantes contradições no cotidiano escolar, uma vez que muitos deles incentivam o uso de novas tecnologias e, outras vezes, passam a demonizar seu uso, principalmente dos celulares que são, de certa forma, verdadeiros computadores de bolso.

Ao analisar os documentos que incentivam o uso das TIC no processo educacional, Farias e Dias (2013) destacam três discursos: o discurso de valorização das TIC como recursos didático-pedagógico, atrelado à melhoria na qualidade da educação; o discurso da democratização do ensino, vinculando seu uso ao acesso ao conhecimento que ele pode proporcionar; e, finalmente, o discurso da possibilidade de que seu uso pode atrair a atenção do aluno para a escola, por aproximar-se mais de sua realidade.

Documentos, tais como o Relatório Delors de 1996, as Metas Educativas 2021 organizadas em El Salvador, em 2008, incentivam o uso das novas tecnologias na educação, como forma de melhoria da qualidade e de acesso ao ensino e aos Padrões de Competência em TIC, para professores. Diretrizes para as Políticas de Aprendizagem Móvel incentivam o uso das tecnologias móveis por permitirem a aprendizagem de qualquer pessoa em qualquer tempo e lugar, uma vez que estão presentes em áreas aonde, muitas vezes, nem a escola, nem os livros ou computadores chegaram. Nas páginas das diretrizes, podemos observar o objetivo de “auxiliar os formuladores de políticas a entenderem melhor o que é aprendizagem móvel e como seus benefícios, tão particulares, podem ser usados como alavanca para fazer avançar o progresso em direção à Educação para Todos” (UNESCO, 2013, p. 7).

O documento explica ainda o que seria a aprendizagem móvel, a evolução desses dispositivos, e aponta o crescente acesso a que os países em desenvolvimento tiveram, no ano de 2017, relatando promessas de países como a Turquia e a Tailândia, bem como seus planos ambiciosos para implantação do uso de *tablets* nas escolas (UNESCO, 2013, p. 7).

Como desdobramento do incentivo ao uso de celulares na sala de aula, ocorreram os eventos *First UNESCO Mobile Learning Week*, em 2011 e *Second UNESCO Mobile Learning Week*, em 2013”, em Paris, fazendo nascer a convicção, por parte a agência da ONU, de que existe a possibilidade do uso dos dispositivos móveis nos processos educativos, já em observação em países da América Latina.

São estudos sobre *Mobile Learning*, realizados na América Latina, relatados pela UNESCO, que apontam para o crescente uso dos celulares na última década e para as experiências com diferentes faixas etárias e níveis de ensino, inclusive com os processos de alfabetização de populações vulneráveis (SANCTIS, 2019).

Destaque especial é dado a uma experiência realizada no Paraguai, com o uso de celulares para aplicação de uma prova com conteúdo de Língua, Literatura e Matemática, envolvendo 18.000 alunos e professores em treinamento. Vale ressaltar que, muito embora a questão seja anunciada como um ganho para a educação, nenhum objetivo ou resultado pedagógico é relatado, pois, em descrição dos objetivos da aplicação, o que se nota é a preocupação em “reduzir o custo de implementação e aumentar a velocidade e a eficiência na avaliação de alunos que estão aprendendo em todo o país” (UNESCO, 2012, p. 23, tradução nossa).

Em meio a tantos incentivos, destacam-se também as leis que insistem na proibição do celular no cotidiano escolar com argumentações diversas.

Vicente Romano (1999), ao analisar o papel das novas tecnologias de informação e comunicação, atribuiu ao celular um papel de destaque, pela vanguarda de possibilidades que se iniciava com a feitura desses aparelhos, tais como enviar mensagem e fotos a qualquer tempo e de qualquer lugar. Segundo o autor, as sociedades vigiadas e controladas não seriam mais apenas aquelas que se submetem a um regime comunista, mas também as sociedades democráticas capitalistas que se tornam uma sociedade proclamada como sociedade da informação e que, na realidade, detém dados dos conhecimentos necessários para que os cidadãos possam atuar de forma livre e inteligente na sociedade, comparando-os aos relatados na literatura de ficção em obras como a *Aldeia Global*, de Marshal McLuhan e Admirável Mundo Novo Aldous Huxley.

Ao refletir sobre a crítica de Romano (1999), analogicamente podemos questionar se não estaríamos, através das leis que proíbem terminantemente o uso dos celulares no cotidiano escolar, reproduzindo uma posição política de controle do conhecimento e de manutenção de um processo de aprendizagem em que o “micropoder”, exercido pelo professor, colabora para a perpetuação da escola disciplinar, tradicional.

No Brasil, são inúmeras as leis que proíbem o uso do celular no cotidiano escolar cujos projetos se revestiram de várias argumentações à revelia de pesquisas que trazem importantes experiências de seu uso pedagógico.

O Projeto de Lei n.º 2.246-A de 2007, por exemplo, encabeçado por Darci Pompeu Mattos, com formação em Direito e não em educação, ressalta o propósito de preservar a essência do ambiente escolar no qual alunos devem manter suas atenções voltadas à aprendizagem e ao professor. Para o autor, o celular é considerado um intruso que pode competir com a escola, comprometendo o desenvolvimento e a concentração dos alunos que podem ficar trocando “torpedos” entre si ou até mesmo entretidos com os jogos instalados nos aparelhos. Ademais, alerta para a possibilidade da “cola”, uma vez que os alunos podem, além de trocar mensagens, transmitir o conteúdo das disciplinas das avaliações (SANCTIS, 2019).

Com um posicionamento mais democrático, o Projeto de lei da Deputada Eliane de Lima, n.º 3.486/2008, pensados aos anteriores, traz um relato de que o crescimento das tecnologias veio para ficar. A proposta não só reconhece a queixa dos professores e os usos abusivos, mas também dá ao professor a prerrogativa de autorizar o uso do aparelho celular, que classifica como pedagógico.

Mais recentemente, na França, o artigo primeiro da lei L551-5 do Código de Educação do país foi modificado, proferindo a proibição:

O uso de um telefone celular ou outro equipamento terminal de comunicação eletrônica por um aluno é proibido em jardins de infância, escolas primárias e faculdades e durante qualquer atividade relacionada ao ensino que ocorra fora seu recinto, com exceção das circunstâncias, em particular usos educacionais, e locais em que o estatuto o autoriza expressamente. "Nas escolas secundárias, as regras de procedimento podem proibir o uso, por um aluno, dos dispositivos mencionados no primeiro parágrafo em todo ou em parte do recinto da instituição, bem como durante atividades que ocorram fora dele. (FRANÇA, 2018, tradução nossa).

As manifestações legais podem ser consideradas atos de governamentalidade, definidos como um conjunto de técnicas e de

procedimentos com o objetivo de administrar a conduta dos indivíduos, governar a vida dos sujeitos e suas relações com as coisas. Eles operam por meio de uma vigilância multifacetada, em redes de informação, que difundem os saberes aplicados aos fenômenos sociais, funcionando como um verdadeiro instrumento de governo da racionalidade política da população.

A partir desse conjunto de técnicas, a população passa a se autogovernar, autorregular, assumindo um processo no qual o indivíduo examina a si mesmo e aos princípios que governam a sua vida para conviver em sociedade. Nas palavras de Foucault (2008, p. 134), Governamentalidade é:

[...] o conjunto constituído pelas instituições, pelos procedimentos, análises e reflexões, pelos cálculos e pelas táticas que permitem exercer esse modelo bem específico, ainda que complexo, de poder, que tem por alvo principal a população, por modelo principal de saber a economia política, por instrumento técnico essencial os dispositivos de segurança. Em segundo lugar, por governamentalidade, eu entendo a tendência, a linha de força que, em todo o Ocidente, conduziu incessantemente, durante muito, muito tempo, à preeminência desse modelo de poder que se pode chamar de governo sobre todos os outros: soberania, disciplina etc. [...] enfim, por governamentalidade, eu acredito que seria preciso entender o processo, ou melhor, o resultado do processo pelo qual o Estado de justiça da Idade Média, que se tornou nos séculos XV e XVI Estado administrativo, como se viu pouco a pouco governamentalizado.

Com a assunção da governamentalidade, a escola não examina apenas o conteúdo de ensino aprendizagem curricular, mas também os comportamentos, as aptidões de seus alunos e professores, o como reagem às leis e deliberações que são estratégias que direcionam a população a escolhas reguladas, funcionando não como instância privilegiada de poder, mas como uma complexa máquina da administração da sociedade.

Por essa razão, mesmo que haja uma governamentalidade confusa com documentos que incentivam o uso celular nos processos de ensino aprendizagem e leis que o proíbem, as relações de poder se configuram como barreiras para a adesão de tecnologias de informação e comunicação no cotidiano escolar.

## **Metodologia**

No cenário pandêmico, as barreiras tiveram que ser transpostas “a fórceps”. Quando “da noite para o dia” o convívio regular, nas salas de aula, tornou-se uma ameaça à saúde e à integridade física das pessoas, não restou

à escola outra alternativa senão a de recorrer a salas de aula virtuais cujo acesso do aluno, muitas vezes, deu-se pelo celular, objeto encarado como o vilão do processo de ensino-aprendizagem. Por essa razão, a presente pesquisa se deu conta de que as circunstâncias forçaram uma mudança cujo comportamento, pensamento e reflexões docentes mereceriam investigação.

Para a coleta desses dados, que puderam revelar o pensamento dos professores na abrupta mudança, foi utilizado um questionário aberto, aplicado por meio de formulário eletrônico, no qual os professores registraram seus relatos de experiência. Como sujeito envolvido na pesquisa, tivemos professores de línguas de duas instituições de ensino da região de Sorocaba, sendo uma pública de ensino superior tecnológico e outra privada, voltada para a formação de professores.

A análise dos dados coletados recorreu à análise do discurso coletivo. Os docentes responderam sem que houvesse, por parte do pesquisador, qualquer tipo de intervenção que pudesse direcionar a uma desejabilidade de resposta.

O objetivo deste formulário eletrônico foi avaliar como se deu essa mudança repentina e categorizar que tipo de utilização do espaço virtual foi promovido pelos docentes.

O Discurso de análise do Sujeito Coletivo (DSC) tem como desafio responder à autoexpressão do pensamento coletivo, fruto das representações sociais - que, nesse caso, são os professores-, conceituado por Lefèvre e Lefèvre (2010) como esquemas sociocognitivos utilizados pelas pessoas para expressarem seus juízos no cotidiano que vivenciam. Esse sujeito coletivo, falando em primeira pessoa do singular, emite suas opiniões que se complementaram entre si, razão pela qual temos uma representação social bem definida.

Lefèvre e Lefèvre (2010) desenvolveram um esquema que parte do acesso aos depoimentos individuais e caminha para reconstruções, comportando as dimensões qualitativa quanto quantitativa.

Resta ao pesquisador, segundo essa metodologia, reunir os conteúdos semelhantes em discursos únicos, permitindo que se construam vários discursos em primeira pessoa do singular que, nesse momento, fala em nome de uma coletividade e sobre assunto delimitado (LEFÈVRE; LEFÈVRE, 2005).

Para Lefèvre e Lefèvre (2005) apud Sanctis e Lima (2021), seguimos quatro operações para a produção do discurso:

1. As ideias centrais (IC), que são fórmulas artificiais que servem para descrever os sentidos presentes nos depoimentos dados em cada resposta, bem como o conjunto de respostas dadas por diferentes

## *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

indivíduos que podem apresentar sentidos semelhantes ou complementares. Nesta figura metodológica, buscamos a descrição do sentido de um discurso que pode surgir com mais de uma ideia central;

2. A ancoragem (Ac), que é o ato pelo qual encontramos expressões que descrevem uma dada teoria ou ideologia que o autor do discurso professa de forma natural como se fosse uma afirmação qualquer. As ancoragens, diferentemente das ideias centrais, nem sempre estarão presentes no discurso, sendo algumas vezes de difícil identificação;

3. As expressões-chave (ECh), que são expressões que nos remetem às ideias centrais e ancoragens, revelando a essência dos depoimentos, formadas pelas transcrições literais dos depoimentos;

4. E, por fim, o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que é a agregação discursiva que une diferentes pedaços dos discursos individuais que têm como característica a intercompatibilidade.

Ao seguir esse esquema, somos capazes de construir um discurso-síntese, na primeira pessoa do singular, resultante de expressões-chave que têm ideias centrais ou ancoragens semelhantes ou complementares. As repostas dadas resultaram em Discursos Coletivos, sendo o recorte aqui apresentado um relato cuja ideia central revela as impressões e suas práticas sobre as aulas remotas.

### **DSC 1 – ideia central – Prática docente**

O celular foi o grande aliado... foi o instrumento mais usado pelos alunos, pois muitos não tinham computador em casa. Para a prática docente, tive dificuldades em mexer nas ferramentas. Elas estavam disponíveis muito antes da pandemia, mas a habilitação ocorreu via tutoriais em grande parte e, depois, por tentativas, erros e acertos. Contudo, não queria acreditar em uma "substituição" para o professor. Além de ter que aprender em 24 horas, entrar e dar as aulas ao vivo, a maior dificuldade foi perceber que elas funcionam. Tive que aprender tudo sozinha para deixar a aula interativa, para receber um feedback.

Foi difícil utilizar as ferramentas com a mesma agilidade e rapidez que um giz, mas com o passar do tempo isso foi melhorando. Compreendi que não era possível repetir com a mesma intensidade da prática docente física e procurei adaptar. Tive que preparar um grande número de material, instrumentos de interação e isso demandou mais tempo.

Preocupou-me não mostrar insegurança e passar acolhimento num momento tão delicado, conversando, dividindo as aflições. Tentei ao máximo ser fiel a minha prática docente presencial. Me preocupou, também compartilhar material que tem anos de produção/organização (Todos os sujeitos).

## **DSC 2 – O comportamento discente**

Com relação aos alunos, conectados aos celulares, muito mais do que aos computadores, houve menos interação (...) permanecem calados. Contatar o maior número possível de alunos foi um desafio, bem como atender as necessidades do ensino de língua estrangeira sem ter o domínio da ferramenta.

O momento despertou algumas preocupações tais como: se as aulas estavam sendo eficazes e significativas aos alunos, quanto de tempo eles ficavam atentos e motivados, se todos os alunos estavam entendendo o conteúdo da mesma maneira, afinal nem todos aprendem só ouvindo ou por slides. Não encontrei nenhuma facilidade. Mesmo não havendo a substituição do docente, muitas atividades podem substituir, sim, com maior eficácia, certas atividades presenciais (Todos os sujeitos).

## **Analisando o discurso**

### ***DCI- ideia central- A prática docente***

Após a construção do discurso coletivo por meio das ideias centrais, podemos constatar o sentimento dos professores com relação à mudança que fez com que eles tivessem que encarar uma nova realidade, uma nova forma de lecionar que incluía o espaço virtual. O medo de não dominar as tecnologias ou até mesmo de ser substituído por elas fica evidente.

Não houve tempo hábil para que o processo se desse com a devida reflexão de como usar as tecnologias de informação e comunicação. Isso fica flagrante quando a preocupação maior era reproduzir o fazer docente da mesma forma que era feito em sala de aula presencialmente, o que, obviamente, nem sempre foi possível.

A preocupação em reproduzir a mesma aula que daria, caso estivesse trabalhando presencialmente, revela o desconhecimento com relação às potencialidades oferecidas pelo espaço virtual. Essas potencialidades para as quais os professores podem se lançar e explorar fazem parte de um uso rizomático, um uso que busca não apenas substituir os antigos recursos de sala de aula pelas novas tecnologias, mas também promover os hiperlinks, os hipertextos, a busca em vários sites, o uso de aplicativos etc.

Sanctis, ao categorizar o uso do celular em sala de aula com essa proposta de interação, exploração e busca, afirma:

A presença do celular [...] trazida para explorar vários *sites*, aplicativos, suscitar discussões, extrapolar os limites da leitura linear de conteúdos limitados muitas vezes propostos em sala de aula, representa uma reação à pedagogia do desastre, à formação de um

## *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

método ou antimétodo que podemos chamar de rizomático por permitir maior liberdade às experiências de pensamento e construção de conhecimento do aluno e da atuação docente (SANCTIS, 2019, p. 148).

Ao categorizar esse uso, Sanctis afirma que o nome rizomático refere-se

à metáfora do rizoma usada por Deleuze e Guattari (2010) para explicar uma forma de construção do conhecimento distinta do modelo arbóreo que o hierarquiza, limitando-o. O conhecimento rizomático, termo emprestado da biologia, é aquele que se alastra na horizontal (como a grama), e se caracteriza pelo fato de qualquer ponto poder conectar-se a qualquer outro, exatamente como acontece nos hiperlinks que realizamos ao navegar no ciberespaço. São conexões de cadeias semióticas, da arte, das organizações de poder, da ciência, das lutas sociais, entre outras conexões possíveis que fluem no espaço virtual. Nessa perspectiva, abandona-se a construção do conhecimento que parte de um ponto inicial ou central e que promovem hierarquias do saber. O rizoma, assim como o ciberespaço, é sempre múltiplo, atuando em função de seu agenciamento com outro rizoma, e pode ser acessado em múltiplos pontos, conforme sua cartografia, sem um único começo, nem um fim determinado (DELEUZE; GUATTARI, 2010 apud SANCTIS, 221, 229-230).

### ***DSC 2 – ideia central – O comportamento discente***

Embora os conceitos de tecnologias de informação e comunicação tenham em seu bojo a palavra interação, ao relatar o comportamento discente, os professores afirmam não ter havido muita interatividade entre os alunos. Eles “permaneciam calados” na maior parte do tempo. Isso nos leva a crer que a busca em dar as aulas da mesma forma, como se estivesse atuando em sala de aula presencialmente, acabou por reproduzir também um aluno dócil, passivo diante das práticas que insistiram em colocar o professor como centro na relação pedagógica.

As interações, caso houvesse um uso rizomático do ciberespaço nas aulas remotas, poderiam ter trazido um outro tipo de aluno: um aluno mais ativo, querendo mostrar os resultados de suas buscas, de suas descobertas, abrindo espaço para discussões numa relação mais horizontal e participativa.

O uso do espaço virtual não provocou o que Pierre Levy (1999; 2011) chama de inteligência coletiva. Essa inteligência se presta ao exercício da interação social, criando uma espécie de democracia em tempo real. Está “calcada na valorização do saber individual e na aprendizagem interativa e

mútua entre os indivíduos e as comunidades por meio das tecnologias digitais, que podem trazer experiências originais e a elaboração de novos conhecimentos” (SANCTIS, 2019, p. 23).

### **Considerações finais**

Ironicamente, tivemos uma situação inusitada, pois o celular que sempre foi visto pela maior parte dos professores e legisladores como o grande vilão em sala de aula, no momento da pandemia, se converteu em redentor da educação, ferramenta primordial para a continuidade das ações pedagógicas.

O momento da pandemia passou a ser também um momento para reflexão com relação ao uso e à necessidade de imigrantes digitais dominarem as novas tecnologias. O aprendizado foi duro, sem muito tempo para que houvesse uma adaptação pensada, mas, de certa forma, como podemos constatar no discurso de nosso sujeito coletivo, foi um avanço para os professores e alunos, no que diz respeito ao medo e às tantas barreiras relatadas na literatura sobre as resistências ao uso.

Contudo, pudemos observar que os professores se preocuparam em manter o ensino tradicional em seu aspecto epistemológico. Fizeram a escolha por uma abordagem tradicional do ensino. Partindo de ações pedagógicas que decompõem a realidade como forma de simplificar os conhecimentos a serem ensinados, prepararam suas atividades colocando os alunos em posição passiva. A preocupação em disponibilizar o conteúdo que tem “anos de organização” revela a postura de controle típica da sociedade disciplinar que enfileira, examina, vigia e dociliza os corpos na escola, na igreja e na sociedade em geral.

Caminhamos para enfrentar os mitos, as resistências e as barreiras para o uso das tecnologias de informação e comunicação em sala de aula, mas ainda nos resta refletir sobre seu uso e as possibilidades pedagógicas para superar a linearidade proposta em nossos currículos escolares.

### **Referências**

- DELORS, Jacques *et al.* **Educação**: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 1998.
- DELEUZE, Gilles; GUATTARRI, Félix. **Mil platôs**: capitalismo e esquizofrenia. Rio de Janeiro: 34, 2010.

FARIAS, Livia Cardoso; DIAS, Rosanne Evangelista. Discursos sobre o uso das TIC na educação em documentos Ibero-Americanos. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 83-104, jul./dez. 2013.

FOUCAULT, Michel. **Segurança, Território, População**. Curso dado no Collège de France, 1977-1978. São Paulo: Martins Fontes: 2008.

OEI (2010). **Metas educativas 2021: la educación que queremos para la aeración de los bicentenarios**. Disponível em: <https://www.oei.es/Educacion/metas2021/presentacion>. Acesso em: 07 jul. 2019.

LEFEVRE, Fernando; LEFEVRE, Ana Maria Cavalcanti. **Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social**. Brasília: Liber Livros, 2005.

LEFEVRE, Fernando; LEFEVRE, Ana Maria Cavalcanti. **Pesquisa de Representação Social**. Brasília: Liber Livros, 2010.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: 34, 2011.

PRENSKY, Marc. **Nativos digitais, imigrantes digitais** Parte II: será que eles realmente pensam diferente? Neurociência diz sim. 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/> Acesso em: 10 fev. 2022.

ROMANO, Vicente. **Presente e futuro imediato das telecomunicações**. São Paulo em Perspectiva. 1999, v. 13, n. 3, pp. 117-125. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88391999000300015>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SANCTIS, Ricardo José Orsi de. O celular no cotidiano escolar das aulas de língua estrangeira. In: FERREIRA JUNIOR, Antônio da Silva (Org.). **Conversas sobre ensino de línguas durante a pandemia**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021, p. 220-232.

SANCTIS, Ricardo José Orsi de. **O celular no cotidiano escolar: relações de poder, usos, abusos e proibições**. 2019. 216 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, 2019.

SANCTIS, Ricardo José Orsi de; LIMA, Nirlei Santos de. Refletindo sobre o Discurso Jurídico no processo de ensino-aprendizagem: da elitização à democratização da linguagem. In: PANTANO FILHO, Rubens; PREARO-LIMA, Rafael; SANCTIS, Ricardo José Orsi de; MENDES, Edilson (Org.). **Diálogos Educação e Direito**. Salto: FoxTablet, 2021, p. 144 -153.

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das

tecnologias de informação e comunicação. **Ciência e educação**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 563- 576, jul. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132017000300563&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000300563&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 30 mai. 2022.

UNESCO. **Policy Guidelines for Mobile Learning**. 2013. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641E.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2022.

UNESCO. **Turning on Mobile Learning** – Illustrative initiatives and policy implications. UNESCO. 2012. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts/m4ed>. Acesso em: 10 jan. 2022.

# ***Alfabetizar na Pandemia: os desafios do Ensino Remoto enfrentados pelos professores das escolas públicas de São Paulo via sistema CMSP***

***Kelly Cristina de Oliveira<sup>2</sup>***

***Ana Carolina Ventura<sup>3</sup>***

---

---

## **Introdução**

O século XXI enfrenta uma nova realidade ocasionada pela pandemia do coronavírus, conhecido como COVID19<sup>4</sup>, e uma nova faceta da sociedade se desdobra através de desafios políticos, econômicos e sociais para combater essa doença infecto contagiosa e voltar ao tão conhecido “normal”.

Especificamente no Brasil, a pandemia desnudou cenários catastróficos, já existentes, mas pouco assistidos pelos governantes, tais como a extrema pobreza, a precariedade da rede de saúde pública e mesmo privada<sup>5</sup>, as lacunas ou reformas<sup>6</sup> das leis trabalhistas, e do sistema educacional público e privado. Este enfrentou novos desafios para as práticas de alfabetização em ambientes virtuais, considerando uma mudança drástica no cotidiano dos aprendizes e seus familiares, bem como as implicações na esfera educacional deslocadas para dentro dos lares.

---

<sup>2</sup> Doutora pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – FFLCH/USP. *E-mail: kelly.oliveira@ifsp.edu.br*

<sup>3</sup> Graduanda em Pedagogia na Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. *E-mail: ana.carolina.ventura@usp.br*

<sup>4</sup> Conhecido como covid 19, o SARS-CoV-2 é uma síndrome respiratória aguda grave altamente transmissível. A China foi o primeiro país a comunicar a sequência genética do SARS-CoV-2 no banco de dados internacional conhecido como Global Initiative on Sharing All Influenza Data (GISAID).

<sup>5</sup> A rede Prevent Senior de Saúde (plano de saúde da rede particular) ficou nacionalmente conhecida, especificamente no início da pandemia, pelo uso não comprovado cientificamente da hidroxicloroquina e azitromicina, tornando-se epicentro de mortes no Brasil (Batista Jr. 2020)

<sup>6</sup> Em 2021, foi publicado no diário oficial o decreto N. 10.854, substituindo o de 2018, N.9.580, que precarizou as leis trabalhistas em função da Desburocratização de Normas Trabalhistas Infralegais. (BRASIL, Decreto 10.854, 2021).

Nesta esfera, em 28 de abril de 2020, o Conselho Nacional de Educação reorganizou o calendário escolar e determinou que, apesar de as escolas não precisarem cumprir 200 dias letivos, mantivessem a carga mínima anual de 800 horas (CNE/CP 5, 2020). No dia 07 de julho, o CNE aprovou o Parecer nº 11/2020 em que apresentava orientações para a realização de aulas e atividades presenciais e não presenciais em contexto pandêmico. Dessa forma, as instituições de ensino puderam realizar suas atividades de forma remota. Foi institucionalizado desse modo, o ERE ou Ensino Remoto Emergencial.

Essa forma de ensino, apesar de desempenhar uma solução momentânea, angariou esforços extrapolantes de educadores, educandos, responsáveis e de todo o corpo escolar. O assunto educação tomou rumos diferentes, de *homeschooling* – pauta amplamente abordada pela linha conservadora e de direita do país<sup>7</sup> -, para a importância da escola no desenvolvimento escolar dos educandos.

Os decretos criados em razão da COVID19 sobre o fechamento das instituições escolares resultaram em uma enorme perda para alunos e professores. A escola representa, principalmente para educandos de escolas públicas, um lugar de segurança, alimentação, interação social e aprendizado. Privá-los disso foi, ao mesmo tempo, negar para muitas crianças os direitos mais fundamentais que a elas estavam resguardados por lei<sup>8</sup>.

Apesar de o processo educativo não ser restrito tão somente aos veículos formais das instituições escolares, ou seja, o decurso da educação não habita, necessariamente, em muros ou locais, o processo de ensino-aprendizagem não é espontâneo. Conseqüentemente, há a demanda e mediação de outros pares para que ele ocorra, seja por meio de adultos e/ou por meio de outras crianças. Sendo assim, os conhecimentos já existentes não são descobertos pelos educandos sem a mediação de um educador, a figura do professor torna-se central dentro do processo de ensino aprendizagem (MAINARDES, 2020).

Dessa forma, as trocas, o acompanhamento, as vivências, as experiências que as crianças têm dentro das instituições escolares, auxiliam-nas no desenvolvimento das habilidades já trabalhadas dentro e fora da sala

---

<sup>7</sup> O ensino domiciliar (*homeschooling*) foi e ainda é uma das agendas da campanha do atual presidente da república Jair Bolsonaro (ver PL2401/2019 rediscutido em PL3179/2012. <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/534328>

<sup>8</sup> A lei que garantia alimentação a crianças que tiveram as aulas suspensas só foi sancionada um ano após a pandemia, 2020, Lei 13.987/2020. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/113987.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/113987.htm)

de aula. Para a alfabetização, a figura do educador é vital. Para que a criança aprenda a ler e a escrever, a presença do professor confere a ela o acompanhamento, engajamento e a orientação da qual necessita. O vínculo afetivo que a circunda, nesse momento, é uma característica relevante e significativa dentro do processo da alfabetização (SOARES, 2020).

Por mais que o Ensino Remoto Emergencial fosse a alternativa emergencial viabilizada para amenizar os impactos negativos do fechamento das escolas, não conferiu aos educandos a aproximação necessária para um desenvolvimento educacional satisfatório, principalmente para crianças em fase de alfabetização<sup>9</sup>. A apropriação da língua se faz por meio da interação, por isso, seu ensino deve focar-se em situações nas quais as crianças possam, por meio da interação, serem estimuladas e incentivadas a explorarem os aspectos linguísticos em seus mais diversos meios:

Desse modo, ratificamos – alfabetizar é ensinar uma língua -, aquela que o aluno, certamente, já fala e escuta, portanto, requer procedimentos de interação e de estratégias que possibilite ao aluno aprender a ler e escrever, ou seja, inserir-se nas culturas do escrito. (FERREIRA, et al, 2020, p. 285)

A aprendizagem da língua materna não pode se retrair a processos de ensino meramente mecânicos e fora de contexto. O desenvolvimento das práticas da escrita se dá por meio de construções dos arquétipos da língua, que devem ser trabalhados por meio de contextualizações. De acordo com Magda Soares (2020), alfabetizar vai além dos processos de codificação e decodificação de um sistema, envolve a inclusão do aluno no mundo da linguagem, ou seja, a alfabetização não se dá sem o processo de letramento<sup>10</sup>.

Neste caso, cabe ponderar que muitas crianças só entram em contato com a literatura através das escolas. Sentir o livro, folheá-lo, acompanhar a leitura com as mãos, apreciar as gravuras, ter a presença de um adulto acompanhando-a neste processo proporciona a ela uma experiência distinta dentro dos aspectos do letramento, o que não pode ser garantido de forma remota.

Como alternativa viável, dentro do Estado de São Paulo, institucionalizou-se o Centro de Mídias, uma plataforma digital que visa a auxiliar, por meio remoto, professores e professoras dentro da sala de aula,

---

<sup>9</sup> Segundo pesquisa feita pela Datafolha, 2022, após o ensino remoto, 76% de educandos precisam de reforço escolar, o que corrobora com a problemática discutida neste artigo. (ARREGUY, Juliana, 2022)

<sup>10</sup> Marcuschi (2010) distingue alfabetização do letramento. O primeiro tem a ver com a capacidade de ler e escrever, enquanto o segundo é adquirido socialmente e possui níveis de letramento, não estando associado, necessariamente à alfabetização.

bem como educandos. Os alunos poderiam acessá-lo por meio de aplicativos, pelo site ou pela TV de acordo com a programação da TV Educação ou da TV Univesp (CENTRO, 2020). No entanto, levando em consideração o cenário destoante do Brasil, as diversas realidades dos alunos e dos professores, questionamos como, dentro do processo de alfabetização, decorreram as aulas utilizando tal ferramenta, uma vez que nem todos os estudantes puderam acessá-lo e nem todos os professores estavam familiarizados com esse “novo método” de ensino.

Portanto, lidar com os reveses da educação vai além de estabelecer um modo remoto de ensino, ou delimitar esta ou aquela plataforma digital. Há a extrema necessidade de compreender o aspecto e a função social que tem a escola, principalmente a pública, que historicamente enfrenta mais dificuldades que as particulares<sup>11</sup>.

Nas escolas públicas, os educadores lidam com crianças de diferentes níveis sociais com inúmeras realidades distintas. A escola não é só fomentadora da educação, posto que fornece alimentação, proporciona (ou deveria proporcionar) segurança, confiabilidade e interação; para muitas crianças, a escola corresponde a cuidados que elas não têm em seus lares (GRACIANI, 2015).

Considerando todas essas dificuldades, concebemos neste estudo uma abordagem qualitativa, na qual buscamos salientar as impressões e vivências de educadoras do Ensino Fundamental dos anos iniciais, da capital da cidade de São Paulo, voltados para o processo de alfabetização. Dessa forma, a pesquisa se pauta nas experiências das docentes. Como ocorreram essas aulas no cenário pandêmico? Quais os papéis que as plataformas digitais assumiram nesse contexto? Buscamos viabilizar estas questões entre as educadoras, a fim de discutir as novas relações que foram formadas entre educação, distanciamento e as possíveis alternativas digitais oferecidas nesse contexto.

## **A Educação pública na pandemia**

Problemas estruturais dentro do contexto educacional já existiam no Brasil<sup>12</sup> e se apresentavam de variados modos, desde danos e irregularidades

---

<sup>11</sup> Segundo pesquisas realizadas pelo IBGE, a pandemia agravou ainda mais o abismo educacional entre escolas privadas e públicas. A primeira, já com estrutura tecnológica mais eficiente, ofereceu aos alunos aulas online com mais aulas letivas. A segunda enfrentou problemas desde falta de conectividade dos alunos, paralização de suas atividades e até falta de sabão para lavar as mãos, quando o ensino voltou a ser presencial. (JANSEN, Roberta, 2021).

<sup>12</sup> Em 2015, foi feita uma pesquisa Movimento Todos Pela Educação, divulgado no jornal O Globo em que apontaram que “O Plano Nacional de Educação estabelece

nos prédios escolares, salário e direitos dos educadores – constantemente atacados – falta de merenda, superlotação das salas, carência de professores e de formação adequada – carentes de programas de formação continuada -, unidos aos aspectos cotidianos da vida dos alunos, em que muitas crianças compareciam às escolas para ter suas refeições e necessidades mais básicas atendidas.

De acordo com o Censo Escolar de 2020, doze milhões de crianças foram matriculadas na Educação Básica, correspondendo a um total de 81% da rede pública de ensino. Na pandemia, 99,3% das escolas brasileiras suspenderam as atividades presenciais e 98% adotaram estratégias não presenciais de ensino. Ainda assim, apenas 43,4% das escolas estaduais disponibilizaram equipamentos tais como computadores, notebooks, tablets ou smartphones para os educadores e educandos; nas municipais, apenas 19,7%; já o acesso gratuito ou subsídio à internet foi disponibilizado por apenas 15,9% das escolas (DIVULGADOS, 2021).

Os números são alarmantes quanto aos alunos que não têm acesso à internet. Segundo estudo do IBGE, divulgado no dia 10 de abril de 2021, ao final de 2019, 4,3 milhões de estudantes brasileiros não tinham acesso à internet. Destes, 4,1 estudavam na rede pública estadual, acarretando em 91 mil alunos sem acompanhar as aulas remotas ou entregar nenhuma atividade letiva no ano. (PAMPLONA, 2021)

Atrelado a esses dados, a iniciativa do ERE nas escolas, apesar de ser cabível para que os educandos não deixassem de ter aula, colidiu com as disparidades sociais dentro do ensino público e com a realidade de alunos e professores, já fragilizados por um sistema ineficaz de educação. Ainda assim, apesar desse cenário caótico, o corpo escolar se desdobrou de formas inéditas para alcançar o máximo de estudantes e, assim, buscar diminuir os impactos negativos da falta de acesso à escola acarretada pela pandemia.

### **Metas previstas para a educação**

Os desafios da Educação já eram sentidos antes da pandemia da COVID-19: As metas propostas e não alcançadas<sup>13</sup>, os grandes níveis de

---

sete itens de infraestrutura básica para as escolas, mas um estudo do Movimento Todos pela Educação revelou que só água tratada e energia existem em mais de 80% colégios. Menos da metade das escolas têm bibliotecas, acesso à internet, quadras de esporte, esgoto sanitário. E que só 8% contam com laboratórios de ciências. No Norte, menos de 1% das escolas tem todos os itens. (O GLOBO, 2015). Esse cenário avançou pouco com a pandemia.

<sup>13</sup> Dados de 2019 sobre o Ensino Fundamental no Plano Estratégico da cidade de São Paulo já demonstravam que desde 2013 as metas previstas para a educação não foram atingidas. A avaliação do Estado (IDEB) posicionou a Educação Paulista na

evasão escolar, os preocupantes resultados das avaliações, já corroboravam para uma difícil, porém necessária, reorganização e ponderação da realidade educacional e de metas que fossem condizentes com as conjunturas atuais.

No Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), encontramos um movimento de retrocesso dos anos finais do Ensino Fundamental em detrimento dos anos iniciais. Apenas 66,4% dos alunos do 5º ano alcançam os níveis exigidos de proficiência da língua portuguesa, e 53,7% alcançam os níveis esperados em matemática. Ainda assim, nos anos finais do Ensino Fundamental, apenas 29,5% dos alunos do 9º ano alcançam os níveis de proficiência da língua portuguesa e 16,7% em matemática. Dessa forma, a proficiência dos alunos na matéria de matemática seria equivalente para alunos do 6º ano, acarretando em uma defasagem de três anos (PLANO ESTRATÉGICO, 2019).

A situação da infraestrutura tanto dos prédios quanto tecnológicas das instituições escolares foram agravadas mediante o pouco investimento da secretaria nos últimos anos, em 2019, apenas 0,89% do orçamento fora investido. Os dados demonstram que 17% das escolas não apresentavam quadras esportivas, o que equivale a 900 instituições. Além disso, 1.384 demandavam reformas estruturais urgentes, outras 3.555, de reformas pontuais, e 2.391 não contavam com wi-fi para uso pedagógico, isto é, quase 46% da rede. A última atualização de computadores ocorreu somente em 2013/2014 com renovação de apenas 88 mil máquinas, no geral. (PLANO ESTRATÉGICO, 2019)

Levando em consideração a pesquisa realizada pela União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) realizada entre janeiro e fevereiro de 2021 com apoio da Unicef (Fundo das Nações Unidas para Infância), os maiores desafios, relatados pelas instituições se concentraram necessariamente entre o acesso dos educandos à internet e as dificuldades da infraestrutura escolar:

Numa escala de 1 a 5, em que 5 indicava a maior dificuldade, quase metade das redes (48,7%) assinalou os níveis mais altos (4 e 5) no tocante à internet; 40% (quarenta por cento) fizeram o mesmo em relação à necessidade de adequações de infraestrutura. (2021, p.4)

Citando outro estudo, desta vez elaborado pela Fundação Getúlio Vargas, realizado em 2020, o tempo médio que crianças de 6 a 15 anos passavam em aulas com formato remoto era em média de duas horas e meia (2,37) por dia útil, muito menos que o previsto em lei. Entretanto, educandos

---

14ª posição (entre 2005 e 2017), e foram lentas as evoluções na avaliação desde 2017 até a então formulação do Plano Estratégico em 2019.

providos de família de alta renda passaram um tempo maior e considerável por dia útil em aula remotas, em torno de (3,33) horas em atividades, ocasionando uma grande diferença entre alunos de baixa e alta renda.

Agregando-se a isso, os problemas já postos dentro da prática alfabetizadora, os problemas estruturais sociais e as medidas pouco eficientes de enfrentamento à pandemia levaram o Conselho Nacional de Educação a tomar diversas medidas que tentavam remediar problemas que, em sua conjuntura, eram e, ainda são, mais densos e profundos.

O Parecer nº06/2021 o CNE reconhecendo os problemas e as adversidades enfrentadas pelos profissionais da educação, corpo escolar em geral e dos próprios estudantes para tentarem amenizar os graves problemas ocasionados pela pandemia na esfera educacional, comprometeu-se a defender a volta às aulas mediante a vacinação dos educadores e profissionais do corpo escolar.

Mas antes desse retorno presencial, alternativas para o ensino remoto e presencial foram levantadas, desde plataformas que auxiliam professores no planejamento, atividades e planos de aula voltados para educandos em fase de alfabetização (Tempo de Aprender), aplicativos gratuitos de contação de história (Conta pra mim). Dentre estes, a plataforma do Centro de Mídias engajada pelo Governo do Estado de São Paulo foi uma das alternativas propostas aos docentes para a realização das aulas.

### **O Centro de Mídias de São Paulo (CMSP): relatos dos desafios dos professores**

Com base no Plano Estratégico realizado em 2019, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo lança o Centro de Mídias buscando estabelecer uma melhoria na qualidade educacional e promover um melhor aproveitamento dos docentes no desenvolvimento das aulas, e educandos na consolidação do conhecimento.

De acordo com a própria plataforma, o Centro de Mídias conta com dois canais digitais abertos e um aplicativo que disponibiliza diversos conteúdos ministrados por docentes. A plataforma contabiliza não só aulas para os educandos, mas também materiais acessíveis que foram utilizados pelos docentes nos vídeos, bem como conteúdos para a formação professoral. As aulas são gravadas em um estúdio, e podem ser, também, acompanhadas ao vivo pelo aplicativo e pelos canais digitais da TV Educação, tal qual da TV UNIVESP (CENTRO, 2021).

A pretensão do Centro de Mídias é angariar, pelo meio digital, um maior acesso dos alunos aos conteúdos ministrados, a fim de sanar as dificuldades de acesso à escola (em período pandêmico) e aperfeiçoar o

desenvolvimento das aulas. Essa foi a alternativa cabível aos estudantes durante o afastamento das instituições, bem como aos professores como suporte didático. Ainda assim, levando em consideração as diversas realidades que são diariamente encaradas pelos professores, o Centro de Mídias configurou-se mais como um problema, do que necessariamente uma boa e acessível solução, principalmente no tange ao engajamento dos educandos, conforme relato a seguir das professoras:

(Comecei a usar o CMSP) no final de março a início de abril de 2020. Assim que as aulas presenciais foram suspensas. O engajamento era baixíssimo. Poucos têm equipamentos para acesso ao CMSP. Como alternativa, pedíamos para que eles assistissem às aulas pela TV, mas mesmo assim o engajamento era baixo. (Professora 1)

Apesar de o acesso ao Centro de Mídias ser ampliado entre os alunos, 81% dos estudantes da rede pública de ensino o acessaram ao menos uma vez (BIMBATI, 2021), o que não reflete, especificamente, a adoção da ferramenta como vetor principal para o desenvolvimento da aula, principalmente entre os educandos dos anos iniciais do Ensino Fundamental I, como atestam as professoras a seguir:

Muitas crianças não tinham celular para acessar o aplicativo, ou se tinham, o celular pertencia aos pais e era usado para outros fins. Mesmo havendo a programação na TV, não esperávamos tanto que os alunos se adaptassem tão fácil, e eles não se adaptaram. As crianças na fase de alfabetização precisam de alguém que esteja ao lado delas, acompanhando de perto o desenvolvimento, a leitura, a escrita... (Professora 2)

Poucos estudantes conseguem acompanhar as aulas do CMSP, seja por falta de equipamento ou pela velocidade da aula, ou seja, não facilitou a aprendizagem. Nessa fase, as crianças têm muitas dúvidas, elas fundamentam melhor as ideias quando estão com seus pais. O Centro de Mídias funcionou como aqueles pequenos vídeos de histórias que mostramos para as crianças para começarmos as aulas. Na realidade, as aulas quase se resumiam nisso. (Professora 3)

Ao serem questionadas sobre o maior desafio ao utilizarem a ferramenta, levando em consideração o contexto da alfabetização, a grande dificuldade pairava entre a utilização de fato da ferramenta pelos estudantes e o distanciamento dos alunos, como explicam as professoras:

A gente entende que alfabetizar é um trabalho que fazemos em parceria e presença. Quando tivemos que encarar a pandemia, tivemos também que encarar uma outra forma de trabalho que não levasse em consideração a presença. Ainda que o Centro de Mídias fosse uma solução até boa para pautarmos as aulas, a gente ficava ansiosa se o

## *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

aluno conseguiu acessar ou não, se ele entendeu ou não, se estava mesmo com dúvida, se estava tudo bem em casa, se havia alguém pra dar um apoio [...]. Quando estamos em sala a gente sabe que está ali para dar o apoio, agora quando estamos longe, a situação muda de panorama. (Professora 1)

Eu faço o trabalho de uma forma que envolva o Centro de Mídias, mas eu dou um jeito de deixar da forma como a gente tinha começado a fazer em sala. A gente recebeu não só os vídeos, a plataforma, mas o material didático também, então eu mando os trabalhinhos e eles mandam de volta pra gente corrigir (seja por e-mail, por WhatsApp). Nesse quesito, o CMSP até ajuda, o que realmente dificulta é a distância. Eu converso com (as colegas) e a gente tenta engajar, mas como eles são pequenos, é difícil, eles não têm aquele rigor de sentar e estudar. (Professora 2)

Muitos alunos nesse ciclo de aprendizagem de alfabetização demandaram mais atenção, tanto dos educadores quanto dos responsáveis. Une-se a isso, a falta de autonomia das crianças para estudar delegando aos responsáveis uma maior vigilância em detrimento das atividades e acompanhamento das aulas, o que nem sempre era possível, como pode ser visto nos relatos abaixo:

Alguns pais (mães) acompanhavam bem de perto o desenvolvimento das aulas e das atividades, mas em relação a outras crianças, isso não ocorria. Muitas eram deixadas à própria sorte. Alguns responsáveis acham que se a criança tem a mais remota chance de terem aulas, significa que elas estão entendendo tudo muito bem e não precisam de acompanhamento. (Professora 1)

Essa relação entre pais e professores sempre foi um caos, até antes da pandemia. Se antes da pandemia os pais sequer compareciam às reuniões, quanto mais agora em que a sociedade estava colapsando na crise sanitária. A maior lição que temos ao darmos aulas, é que muitas vezes agimos como mães e pais dos alunos, no ensino remoto isso ficou ainda mais evidente. (Professora 2)

Infelizmente a participação dos responsáveis na vida escolar dos estudantes sempre foi baixa. Na pandemia ficou mais claro. Eles estão no começo do aprendizado, estão consolidando mesmo o que foi trabalhado nos anos de Educação Infantil. O Ensino Fundamental não tem esse nome por um acaso, ele é “Fundamental!” Mas a gente, como professora, não consegue fazer sozinha, os pais precisam estar presentes pra auxiliar na fase mais importante da vida escolar deles, que é o aprender a ler e a escrever. A falta do adulto, seja pelas professoras, seja pelos pais, resulta numa relação muito fraca na alfabetização. Eu tenho certeza que muitos alunos esqueceram quase

## *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

tudo que sabem das letras, das formações de fonemas, das sílabas...  
(Professora 3)

Em relação à autonomia docente, a partir da inserção do Centro de Mídias nas aulas, os relatos demonstraram pouca abertura para trabalharem, inclusive, em função da demanda acarretada por muitos retrocessos entre os alunos, e o tempo e as possibilidades para execução de atividades também, como pode-se averiguar a seguir:

Prejudicou a autonomia e aumentou a cobrança dos docentes. As aulas do CMSP acontecem em 30 minutos e presencialmente, por conta de toda demanda, é impossível seguir o modelo deles, ou seja, estamos sempre “atrasados” em relação as aulas que acontecem lá. (Professora 1)

A demanda é alta, a cobrança também. A pandemia revirou a educação, e os alunos do começo do Ensino Fundamental foram os mais prejudicados. As crianças têm que engolir a matéria, quase literalmente. É como se tivéssemos que dar 6 meses de aula em uma semana. (Professora 2)

Os docentes que trabalham lá (no CMSP) são bons e têm uma boa didática. A parte negativa é a impossibilidade de trabalharmos o mesmo conteúdo no mesmo tempo que eles. Toda a diversidade do presencial é ignorada. (Professora 3)

Ao serem questionadas sobre o que estão fazendo na retomada das aulas, a resposta foi assustadoramente a mesma: revisão, como podemos identificar a seguir:

Não tem como continuar pautando as aulas só no CMSP. Fizemos uma reunião há pouco tempo, e foram muitas reclamações. (Os alunos) estão atrasados demais! Meus alunos do ano anterior, (que agora estão na segunda série) esqueceram muitas coisas, quase tudo. A outra professora está **revisando** as sílabas, retomando atividades anteriores, todos estão atrasados. No Fundamental, se não revisar não dá pra seguir. (Professora 1) [grifo nosso]

**É alfabetização quase o dia todo.** A gente sabe que tem que dar outras matérias, mas é quase **o tempo todo voltado pra alfabetização**. O que vimos de crianças atrasadas, mesmo vendo as aulas no Centro (de Mídias) foi impressionante. O que com certeza prejudicou mais, foi não estarmos juntos, tanto dos alunos, quanto dos professores. Quando a gente dá aula sozinha, parece que somos a escola de uma pessoa só. Somos a Secretaria, somos as professoras, somos as responsáveis por ligar para as crianças pra saber se elas estão comendo direito, se tem alguém pra ajudar... (Professora 2) [grifos nossos]

## *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

Eu conversei com outras colegas na retomada, e nós fizemos um teste com as crianças pra ver o nível que elas estavam, e a situação não era animadora. Então resolvemos não só **revisar**, mas combinamos que em todas as matérias que daríamos pra eles, revisariamos a gramática. Então quando trabalhamos ‘história’ a gente trabalha também a gramática, as sílabas [...], geografia, também, até em Educação Física, Artes, o foco é alfabetização. (Professora 3) [grifo nosso]

Por fim, o trabalho geral com o Centro de Mídias dentro e fora do contexto pandêmico foi marcado por diversas experiências que demandaram dos docentes esforços para além dos já exercidos diariamente. Apesar de visarem a contribuição à educação, a plataforma dificultou o engajamento dos estudantes e interferiu na didática dos docentes, bem como em sua autonomia em sala de aula.

As questões da desigualdade social e das diferentes realidades foram latentes mesmo nas soluções que visavam a diminuí-las. Como já dito anteriormente, os problemas acarretados pela interdição das escolas trouxeram à tona problemas que já existiam, porém foram acentuados no cenário pandêmico.

### **Considerações finais**

O cenário pandêmico representou para todo o mundo um grande desafio. Na esfera educacional, o afastamento de docentes e educandos das instituições escolares se configurou como um denominador desigual, uma vez que muitos dependiam das escolas como fonte de cuidados, interação e suporte. Foi pelo contexto da pandemia que a escola demonstrou ser um espaço que vai além de uma instituição que prega o aprendizado: a escola tem uma função social profunda, e privar as crianças de frequentá-la é, ao mesmo tempo, privá-las de exercerem seus direitos mais básicos.

A alfabetização, na pandemia, enfrentou problemas de diversas ordens, uma vez que a interação, a comunicação e o convívio em sala de aula se caracterizam como elementos imprescindíveis para sua realização. A demanda educacional em processo de alfabetização correlaciona como elementar a figura do educador e dos educandos como principal fomento para consolidar-se.

Lidando com um caráter de urgência, e sabendo do contexto no qual o Brasil se amparava, o Conselho Nacional de Educação e os demais órgãos Educacionais, entenderam que o retorno das aulas era uma necessidade fundamental e indispensável. Os diversos estudos da esfera educacional (IBGE, INEP, SARESP) no Brasil apontaram uma enorme perda e retrocesso dos estudantes que estavam fadados ao Ensino Remoto Emergencial,

institucionalizado como a única alternativa viável para o acompanhamento das aulas.

Os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental foram os mais afetados pela longevidade dos dias fora das escolas e fora do contato com educandos e professores. As perdas na alfabetização foram enormes e o trabalho dos docentes multiplicaram-se a fim de amenizar tamanho retrocesso.

Como uma das alternativas cabíveis para extenuar os altos índices de perda escolar, o Estado de São Paulo lançou o Centro de Mídias - ferramenta já prevista no Plano Estratégico elaborado em 2019. Amplamente acessada no modo de Ensino Remoto Emergencial ou no Ensino Híbrido – mão não necessariamente adotada eficazmente -, o Centro de Mídias parecia ser uma possível solução para os atrasos fundamentados no período pandêmico.

Ainda assim, na visão docente, a ferramenta constituiu maiores problemas do que soluções ao ser utilizada. Apesar de a disseminação dos conteúdos pela TV, as respostas que o CMSP deveria configurar, na verdade, ajudaram a tornar visível as adversidades e diferenças sociais que afligem a sociedade. Os depoimentos de educadoras deixaram claro que as necessidades mais básicas como acesso à internet, suporte parental e assistência do Estado às famílias mais carentes tornaram-se questões fundamentais e emergenciais a serem sanadas, mas que, contraditoriamente, foram as menos visibilizadas e solucionadas.

## **Referências**

ARREGUY, Juliana. Datafolha: Após ensino remoto, 76% precisam de reforço na alfabetização. Educação Uol. São Paulo, 14 fev.2022. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2022/02/14/datafolha-educacao-reforco-alfabetizacao-pandemia-covid-aulas-presenciais.htm>. Acesso em: 24 abril, 2022.

BATISTA JR. Prevent Senior: do Epicentro de mortes da Covid-19 à recuperação. São Paulo, 07 agosto, 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/prevent-senior-do-epicentro-de-mortes-da-covid-19-a-recuperacao>. Acesso em: 20 fev. 2022

BIMBATI, Ana Paula. Em 1 ano, 81% dos alunos de rede estadual de SP acessaram centro de mídia. São Paulo, 21 abr, 2021. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2021/04/21/sp-em-um-ano-81-dos-alunos-da-rede-estadual-acessaram-centro-de-midia.htm>. Acesso em: 20 jan, 2022

BRASIL. Diário Oficial da União. Decreto 10.854, de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.854-de-10-de-novembro-de-2021-359085615>. Acesso em 24 abril, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 5, de 28 de abril de 2020. Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category\\_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 25 nov. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 06, de 5 de agosto de 2021. Diretrizes Nacionais orientadoras para a implementação de medidas no retorno à presencialidade das atividades de ensino e aprendizagem e para a regularização do calendário escolar. 2021. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=195831-pcp006-21&category\\_slug=julho-2021-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=195831-pcp006-21&category_slug=julho-2021-pdf&Itemid=30192). Acesso em 25 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 11, de 07 de julho de 2020. Orientações Educacionais para a Realização de Aulas e Atividades Pedagógicas Presenciais e Não Presenciais no contexto da Pandemia. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=148391-pcp011-20&category\\_slug=julho-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=148391-pcp011-20&category_slug=julho-2020-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Brasil confirma primeiro caso da doença. 26/02/2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46435-brasil-confirma-primeiro-caso-de-novo-coronavirus>. Acesso em: 26 nov. 2021

CENTRO de Mídias SP e TV Educação inauguram programação da rede estadual de ensino. Governo São Paulo, São Paulo, 06 abr, 2020. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/centro-de-midias-sp-e-tv-educacao-inauguram-programacao-da-rede-estadual-de-ensino>. Acesso em: 10 fev. 2022.

DIVULGADOS dados sobre impacto da pandemia na educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP. São Paulo, 08 jul, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/divulgados-dados-sobre-impacto-da-pandemia-na-educacao>. Acesso em 12 fev. 2022.

FERREIRA, L. G., GRACIA FERREIRA, L., & ZEN, G. C. (2021). Alfabetização em Tempos de Pandemia: Perspectivas para o Ensino da Língua Materna. *fólio - Revista De Letras*, 12(2). Disponível em: <https://doi.org/10.22481/folio.v12i2.7453>. Acesso em 12 fev. 2022.

GRACIANI, Graziela Dantas. **A função social da escola pública brasileira:** um estudo exploratório. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Estado, Sociedade e Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

JANSEN, Roberta. Pandemia agravou desigualdades na educação, entre rede pública e privada e entre pobres e ricos. Estado de São Paulo – online. São Paulo, 03 dez. 2021. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,pandemia-agravou-desigualdades-na-educacao-entre-rede-publica-e-privada-e-entre-pobres-e-ricos,70003915891>. Acesso em: 24 abril 2022.

MAINARDES, Jefferson. **Alfabetização em tempos de pandemia.** Rio de Janeiro. VW, 2021

MARCUSCHI, Luiz Antônio. **Da fala para a escrita:** atividades de retextualização. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

O GLOBO. Estudo revela falta de estrutura em escolas brasileiras. 28 de set. 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/09/estudo-revela-falta-de-estrutura-em-escolas-brasileiras.html>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PAMPLONA, Nicola. Segundo IBGE, 4,3 milhões de estudantes brasileiros entraram na pandemia sem acesso à internet. Folha de São Paulo, São Paulo, 14 abr, 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2021/04/segundo-ibge-43-milhoes-de-estudantes-brasileiros-entraram-na-pandemia-sem-acesso-a-internet.shtml>. Acesso em 10 nov. 2021

PLANO ESTRATÉGICO 2019-2020: Educação para Século XXI. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Educação. São Paulo, 2019. Disponível em: [https://www.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/plano-estrategico2019-2022-seduc\\_compressed.pdf](https://www.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/plano-estrategico2019-2022-seduc_compressed.pdf). Acesso em: 25 abr. 2022.

SOARES, Magda. Letramento em texto didático: O que é letramento e alfabetização. In: **Letramento:** um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

## ***A percepção dos professores do Ensino Superior sobre os desafios das aulas remotas durante a pandemia do Coronavírus***

---

---

***Carla Pineda Lechugo<sup>14</sup>***

***Fábio de Paula Santos<sup>15</sup>***

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos.

Pouco adiante, em 20 de janeiro de 2020, a mesma OMS classificou o surto como “Emergência de Saúde Pública de âmbito internacional” e em 11 de março, como uma Pandemia. Neste mesmo ano, professores e alunos iniciavam o semestre letivo como sempre o fizeram e, passados alguns dias, todos foram surpreendidos pela notícia de que as aulas - anteriormente presenciais, teriam de ser intermediadas pelo computador através de um modelo de ensino remoto.

Desta forma, o ensino remoto é uma alternativa emergencial e pontual adotada, ainda que não nominalmente muitas vezes, por instituições de ensino para tentar que o vínculo pedagógico não seja rompido totalmente. Tem sido desenvolvido no Brasil das mais diversas formas, com a mediação de tecnologias digitais ou não digitais (SANTANA; SALES, 2020).

Alunos e professores estavam naquele momento, de certa forma, perdidos e temerosos em relação a esse novo cenário que se apresentava. Alguns alunos diziam não querer prosseguir com as aulas remotas, outros diziam que parariam o curso em formação e outros permaneceram silenciados, foram embora de sua última aula sem dizer o que pensavam

---

<sup>14</sup> Doutora em Educação. Docente do Centro Paula Souza. *E-mail: carla.lechugo@fatec.sp.gov.br*

<sup>15</sup> Doutor em Computação. Docente do Centro Paula Souza e IFSP-Salto. *E-mail: fabio.santos@ifsp.edu.br*

sobre o assunto. A verdade é que todos, professores e alunos, estavam cheios de interrogações e medos.

Naquele mesmo mês, todos foram transferidos para plataformas virtuais, onde ferramentas tais como o *Moodle*, o *Microsoft Teams*, o *Google Classroom* e o *Blackboard* passaram a ser além de novas palavras introduzidas no vocabulário, novos aliados na comunicação e no compartilhamento do conhecimento com os alunos. Tais afirmações podem ser complementadas por Teixeira, Sousa, Navarro e Rodrigues (2022), que comentam o papel do professor como mediador dessas plataformas e tecnologias.

Atualmente, as aulas remotas fazem parte do Ensino a Distância como ferramenta na busca por uma aprendizagem significativa, ou seja, uma metodologia ativa e motivadora para o conhecimento. Com a quantidade excessiva de informações adquiridas a cada dia, torna-se indispensável o uso de tecnologias para alavancar as teorias de aprendizagem descritas por Ausubel e seus críticos. A organização de todas estas informações deve ser filtrada por relevância, e organizadas em materiais pedagógicos que favoreçam a objetividade do conhecimento adquirido. (TEIXEIRA; SOUSA; NAVARRO; RODRIGUES, 2022).

A grande maioria dos professores e alunos nunca tinha utilizado tais ferramentas que, de um dia para o outro, precisaram ser incorporadas em suas rotinas. Na maioria das instituições de ensino, não havia como “boicotar” ou escolher: todos foram obrigados a aprender a ensinar de forma remota, algumas instituições definiram a ferramenta de “cima para baixo” e, em outras, deixaram a cargo do docente tal definição. Também não se tratava de educação a distância (um modelo planejado e com sua forma específica de ensinar e aprender) mas sim, de um modelo emergencial de aulas síncronas, em que os alunos e professores estariam conectados de forma on-line. Instituições de ensino fizeram um grande esforço para ensinar a alunos e aos professores como operarem as plataformas (algumas delas transformadas “a toque de caixa” em ferramentas educacionais) e, de certa forma, encorajaram-nos a enfrentar aquele desafio. Os professores, muitos sem escolha, aprenderam a se “mover” dentro do novo modelo, e os alunos, em sua maioria, também, porém muita coisa aconteceu neste ínterim.

Este é o objetivo deste trabalho: identificar quais foram as dificuldades, sentimentos, percepções dos professores sobre essa nova experiência. Quanto aos alunos, pode-se observar que muitos desistiram de estudar alegando não se sentirem motivados com as aulas remotas, alguns acreditavam que seriam prejudicados, além do sentimento de se sentirem lesados, e outros alegaram não ter condições estruturais para prosseguir

(Nunes,2022). A média de evasão dos alunos do Ensino Superior cresceu e, além dos motivos citados acima, a falta de infraestrutura tecnológica e a falta de dinheiro e de bolsas de estudo contribuíram para aumentar esse quadro de trancamento e de desistência.

Segundo C6 Bank (2021), em pesquisa realizada entre novembro e dezembro de 2021 com alunos das redes públicas e privadas, o impacto da pandemia no abandono escolar foi maior no ensino superior: 16,3% dos alunos deixaram de estudar. Esta mesma pesquisa revela que problemas financeiros estão entre as principais causas dessas desistências em 2020. Dos que revelaram essas dificuldades, 19% ficaram sem condições de pagar a escola ou faculdade e 7% precisaram ajudar na renda familiar. Outros 22% justificaram o abandono por terem ficado sem aula e 20% relataram dificuldade com o ensino remoto. Diante desses dados, podemos avaliar o quanto as mudanças das aulas presenciais para as remotas impactaram na vida dos alunos.

E na vida dos professores, quais foram os impactos? Para saber como eles enfrentaram essas mudanças, fizemos uma pesquisa quali-quantitativa entre os meses de maio a julho de 2020 através do envio de formulário eletrônico para professores do ensino superior das redes públicas e privadas do interior de São Paulo, com 11 perguntas de respostas fechadas e uma pergunta aberta de caráter exploratório. Tais questões podem ser verificadas a seguir.

O número de respondentes foi de 153 professores, sendo 54% da rede pública, 27% da rede privada, 11,1% de ambas as Instituições e 7,25 de professores de instituições sem fins lucrativos. A maioria atua na área das Ciências Sociais Aplicadas (28,5%), seguido de professores das Ciências Exatas (23,8%), 15,9% nas áreas de Ciências Humanas e 10,6% nas Engenharias.

Nessa amostra, destacam-se os professores mais experientes, entre dez e vinte anos na função (39,9%), sendo que 38,5% tinham mais de 20 anos em sala de aula, os demais tinham entre cinco e dez anos (14,4%), e apenas 7,2% menos de cinco anos.

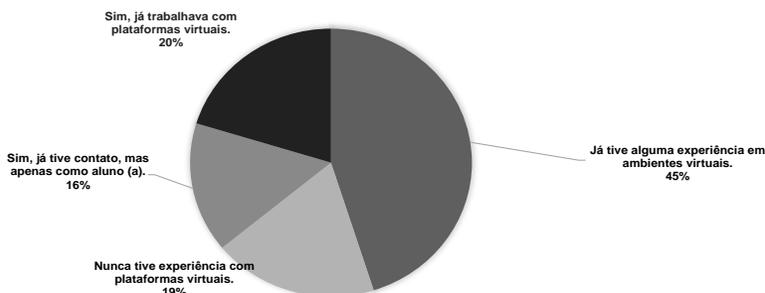
Procuramos saber se esse professor experiente já teve algum contato com as plataformas virtuais de educação:

Como observado na Figura 1, 45% dos professores entrevistados tiveram alguma experiência em ambientes virtuais e 20% já trabalharam com as referidas plataformas. Então, pode-se dizer que a maioria dos professores desse grupo de pesquisa tinha contato com ambientes virtuais. Cabe ressaltar que 16% declararam ter apenas experiência enquanto alunos, 19% nunca tiveram contato com as plataformas virtuais de educação. Somando esses

grupos, temos 35% de professores que não tinham experiência com educação virtual.

Figura 1- Experiência docente com Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

**4-VOCÊ JÁ TEVE EXPERIÊNCIA COM EDUCAÇÃO VIRTUAL ANTES DA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS (COVID-19)?**

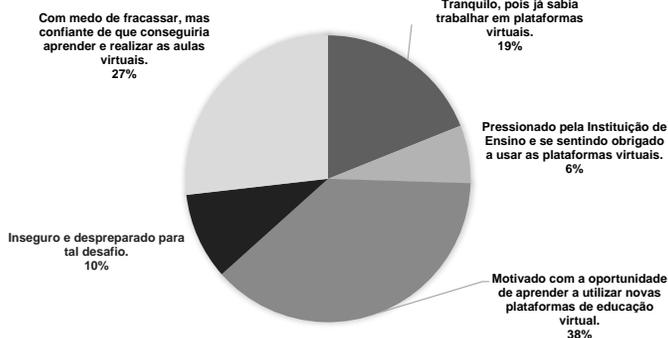


Fonte: autoria própria.

A próxima pergunta buscou identificar os sentimentos dos professores com relação à necessidade de migrar suas atividades para o ambiente virtual:

Figura 2- Sentimentos sobre a mudança para o ambiente virtual.

**5-DIANTE DO DESAFIO DE MIGRAR SUAS AULAS PARA AMBIENTES MEDIADOS PELA TECNOLOGIA, VOCÊ SE SENTIU:**

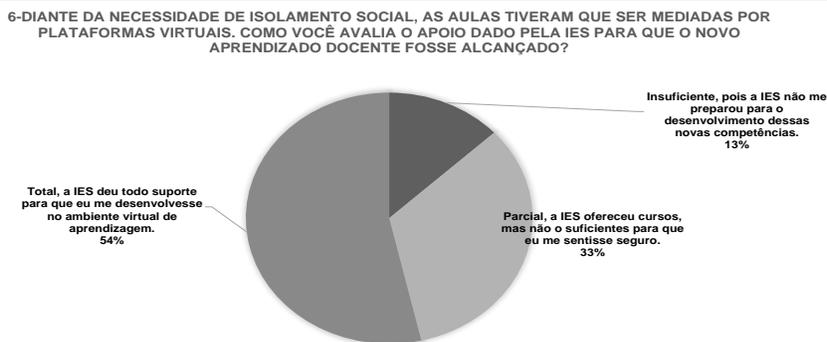


Fonte: autoria própria.

A maioria dos professores (38%) se declarou motivado com a oportunidade de aprender a utilizar novas tecnologias e 19% deles se sentiram tranquilos, pois sabiam trabalhar em ambientes virtuais. Mas, 10%

se sentiram inseguros e 6% se declararam pressionados pela instituição. Somando estes dois grupos, tem-se 16 % de professores que não se sentiram seguros e motivados para enfrentar tal desafio.

Figura 3 - Avaliação do apoio recebido pelo professor.

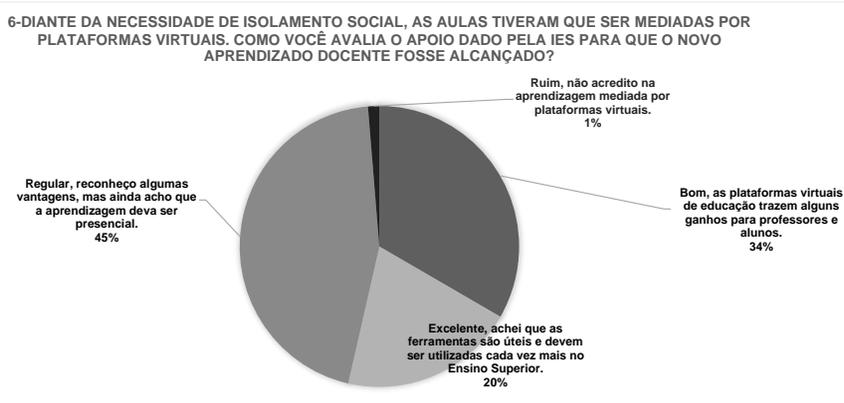


Fonte: autoria própria.

Os números da Figura 3 mostram que 54% dos professores reconhecem que as instituições de ensino em que atuam deram total suporte para que eles se desenvolvessem e enfrentassem os novos desafios das aulas remotas. Porém, 33% declararam que o apoio foi parcial e 13% que o apoio dado pelas instituições foi insuficiente para que se sentissem seguros diante dos desafios das aulas remotas.

A próxima questão refere-se à percepção dos professores depois de terem experimentado as plataformas virtuais:

Figura 4 - Percepção dos docentes sobre as plataformas de ensino.

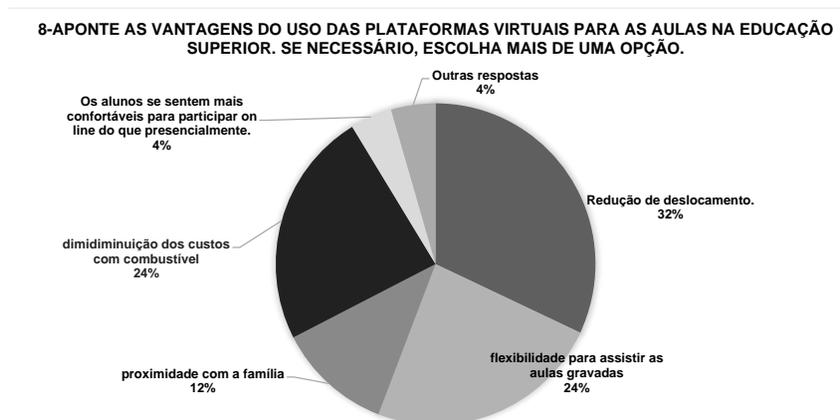


Fonte: autoria própria.

Com base nas respostas apresentadas na Figura 4, verificou-se: 45% dos professores afirmaram que a experiência foi regular e, além de reconhecerem algumas vantagens, acreditaram que a aprendizagem é melhor quando de forma presencial; 34% avaliaram como boa a experiência e reconheceram ganhos para professores e alunos; 20% consideraram a experiência como excelente e acreditam que as plataformas devem ser cada vez mais utilizadas na educação superior; e apenas 1% deles respondeu que as plataformas são ruins e dizem não acreditar na aprendizagem mediada pelas plataformas virtuais. Os professores que acharam as plataformas virtuais boas ou excelentes somam um total de 54%.

A pergunta seguinte questiona quais vantagens os professores reconhecem quando utilizaram as plataformas virtuais em suas aulas:

Figura 5 - Vantagens das plataformas no ensino superior.



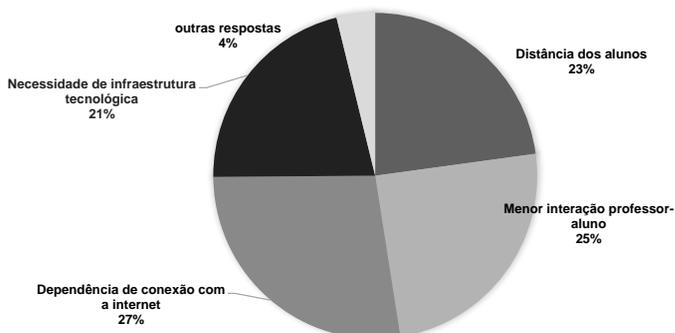
Fonte: autoria própria.

Dentre as principais vantagens apontadas pelos professores temos: a redução do tempo com o deslocamento até a faculdade, a flexibilidade para assistir as aulas gravadas, a diminuição dos custos com combustível e a proximidade com a família. Assim como os professores reconheceram os ganhos com a utilização das plataformas virtuais. Além disso, identificaram as desvantagens, como mostrado no gráfico a seguir (Figura 6):

As desvantagens mais identificadas pelos professores foram: a dependência de conexão com a internet, a menor interação entre professor e aluno, a distância dos alunos, a necessidade de infraestrutura tecnológica e a limitações de recursos visuais para ensinar com as plataformas virtuais.

Figura 6 - Desvantagens do uso das plataformas virtuais no ensino superior.

9- APONTE AS DESVANTAGENS DO USO DAS PLATAFORMAS VIRTUAIS PARA AS AULAS NA EDUCAÇÃO SUPERIOR. SE NECESSÁRIO, ESCOLHA MAIS DE UMA OPÇÃO.



Fonte: autoria própria.

A última pergunta indaga sobre os sentimentos dos professores quanto ao futuro dos seus empregos frente à adoção das plataformas virtuais e da inteligência artificial na educação superior ( Figura 7):

Figura 7 - Insegurança dos professores quanto ao futuro de seu emprego.

10 - Você se sente inseguro (a) quanto ao futuro do seu emprego frente à adoção de plataformas on line e do uso da Inteligência Artificial na Educação Superior?



Fonte: autoria própria.

Dos 150 professores, 18% não se sentem inseguros e acreditam que ao terminar a pandemia, tudo voltará como era antes. Mas 71% acreditam que com a utilização das plataformas on-line, podem perder espaço de

trabalho no futuro, e apenas 11% temem perder espaço no mercado de trabalho.

### **Resumo dos dados coletados**

A seguir, uma compilação dos resultados encontrados na amostra:

- A maioria dos professores (78 %) tem mais de dez anos na docência presencial e apenas 20 % deles utilizavam plataformas de tecnologia para ensinar;
- Ainda que metade (54%) dos professores declararam que as Instituições deram apoio total para que eles enfrentassem os desafios da migração das aulas presenciais para as virtuais, outra parte (46 %) dos pesquisados declararam que não se sentiram apoiados o suficiente;
- Mesmo não tendo as condições ideais para o ensino remoto, 54 % dos professores consideraram boa ou ótima a experiência das aulas remotas;
- A redução do tempo com o deslocamento, flexibilidade para assistir as aulas gravadas, diminuição dos custos com combustível e proximidade com a família foram os itens que os professores avaliaram como positivos das aulas remotas;
- A dependência de conexão com a internet, a menor interação entre professor e aluno, a distância dos alunos, a necessidade de infraestrutura tecnológica e as limitações de recursos visuais para ensinar foram as desvantagens elencadas pelos professores, quando no ambiente virtual;
- Dos professores questionados, cerca de 71 % temem perder espaço no mercado de trabalho, em virtude do uso de novas tecnologias usadas nas aulas remotas.

### **Reflexões para o futuro**

Vivemos em tempos de mudança, e, no ensino superior, os progressos foram mais evidenciados após a experiência da pandemia do coronavírus. O mundo virtual já fazia parte do cotidiano do professor, mas na área educacional experimenta-se o uso de novas tecnologias para ensinar e aprender. Após passar por esse processo de mudança, cabe uma pergunta: como a educação superior se adequará às lições aprendidas por todos? Será que ela caminha para uma educação híbrida? Tudo indica que sim, pois os professores, segundo essa pesquisa, reconheceram os ganhos da flexibilização da educação e hoje se sentem menos despreparados para “navegar” nestas novas plataformas de ensino. No entanto, algumas questões devem ser trazidas à luz das mudanças futuras. Ficou evidente que os

professores precisam de mais suporte das instituições para exercerem a profissão com a qualidade requerida, uma vez que pouco menos da metade deles declararam não se sentirem suficientemente apoiados pelas instituições em que trabalham. Mais uma vez, os professores estão apartados da discussão sobre os rumos do seu trabalho e das suas finalidades educacionais. Segundo Tardif (2005):

Ora, todas essas reformas, embora interpelem os professores e os obriguem a se apropriar de novos saberes e de novos métodos pedagógicos, são geralmente concebidas segundo uma lógica burocrática do *top and down*: os professores raramente são consultados, eles são colocados diante dos fatos prontos (TARDIF,2005).

Para que novos modelos educacionais sejam adotados, o professor deveria ser ouvido e participado ativamente da construção dos seus roteiros, principalmente sendo ele um dos “atores” principais. Como exercer um papel do qual não se conhece e nem ajudou a escrever? Dessa maneira, segundo Tardif (2005) “o ensino parece com uma representação teatral, cujo texto foi escrito exatamente por alguém que não participa da cena”.

Sendo assim, os professores se sentem como meros cumpridores de ordens sem compreender o real sentido do projeto do qual não se sentem parte. Nas palavras de Pimenta e Anastasiou (2002):

Retira-se da instituição e do próprio profissional – que acaba por não se sentir ligado a nenhum projeto educacional e/ou estimulado a refletir como docente – a responsabilidade de decisões colegiadas e de crescimento profissional das equipes docentes (PIMENTA e ANASTASIOU,2002).

Talvez por isso, falte engajamento por parte de alguns professores, que se sentem excluídos e silenciados no processo. Como querer que alunos sejam participativos, se a começar pelos professores, eles próprios não se veem na obra construída? Trata-se de um modelo que deveria concretizar a mudança em que todos tivessem voz e se sentissem “donos” das propostas oferecidas. No processo inverso, as mudanças tardam a ser concretizadas ou nunca o são efetivamente cumpridas por não terem sido idealizadas de “baixo para cima”.

É necessário estudar e propor encaminhamentos necessários ao envolvimento, à construção e à sistematização do coletivo que se pretenda atender. Embora estejamos advogando uma abrangência coletiva ao trabalho, é preciso destacar que a adesão deve ser voluntária, pois não se faz mudança por decreto (PIMENTA e ANASTASIOU,2002).

Outra questão importante que esta pesquisa revelou é que mais da metade dos professores sente medo dos rumos que a educação virtual está tomando. Teme perder espaço no mercado de trabalho, uma vez que um professor, individualmente, pode ter milhares de alunos participando de suas aulas de forma on-line. Esta situação reflete não só a máxima precarização do trabalho docente, mas também a diminuição das ofertas de emprego. Isso ocorre porque professor trabalha e vive de suas horas-aula. E este medo é compreensível, uma vez que a ele, nada é dito, tudo é obscuro - e como sempre, é o último a saber das decisões tomadas com relação ao seu trabalho. Se os professores estivessem construindo esse caminho junto com as instituições de ensino, a insegurança poderia ser menor e isto permitiria a eles se prepararem para cenários futuros. O medo nasce do desconhecido, e o encorajamento brota do enfrentamento do que lhe é familiar. Portanto, enquanto o professor estiver sozinho, mal-informado e destituído do seu papel de formação e participação institucional e social, os novos caminhos incorrerão nos mesmos erros do passado. Tem-se um retrato de uma educação que tem pouco a comemorar e muito para refletir, pois cada vez mais, a formação não forma o que pretendíamos: um aluno crítico, criativo e apto para exercer sua cidadania:

*A “refundação da escola” tem muitos caminhos, mas todos eles passam pelos professores. Esta profissão representou no passado, um dos lugares onde a ideia de escola foi inventada. No presente, o seu papel é essencial para que a escola seja recriada como espaço de formação individual e de cidadania democrática. Mas, para que tal aconteça, é preciso que os professores sejam capazes de refletirem sobre a sua própria profissão, encontrando modelos de formação e de trabalho que lhes permitam não só afirmar a importância dos aspectos pessoais e organizacionais na vida docente, mas também consolidar as dimensões coletivas da profissão (NOVOA, p. 20, 1999).*

Outro ponto que merece destaque é que dos 153 professores entrevistados, 40% tinham entre dez e vinte anos na função e 38% tinham mais de 20 anos em sala de aula, ou seja, nesta amostra destacam-se professores experientes. Por isso, conforme Pimenta e Anastasiou (2002):

*É preciso considerar, como princípio norteador, que o profissional que atua como docente já possui uma experiência de sala de aula, em vários anos como aluno, para além do tempo que atua como professor. Por isso, como sujeito de seu processo, sua voz é essencial na definição da caminhada a ser construída (PIMENTA e ANASTASIOU, 2002).*

Também devemos ressaltar que dos 153 professores pesquisados, 94 apontaram como desvantagem do ensino virtual a necessidade de uma boa (e de alto custo) infraestrutura tecnológica, e 121 responderam que a dependência do uso da internet é um problema, em razão da precariedade das instalações da rede nas escolas e na casa do professor. Vale lembrar que o “apoio” dado pelas instituições foi no âmbito de cursos e orientações de como utilizar as ferramentas virtuais, mas nenhuma (ou pouca) ajuda financeira foi fornecida aos professores no que tange à compra de equipamentos e outros recursos tecnológicos, tais como roteadores e contas de acesso à rede mundial de computadores. Cada um, de maneira isolada, buscou recursos próprios para se adequar às novas demandas. Sendo assim, deve-se pensar no futuro da educação e incluir as novas tecnologias educacionais, mas não se pode esquecer de, ao olhar para este futuro, pensar também no presente destes professores, que estão “jogados à própria sorte”.

A ‘paixão pelo futuro’ é um bom spot publicitário. Mas, no campo educativo, ele significa, muitas vezes, um ‘déficit de presente’. O pensamento educacional tem sido marcado pelo conformismo. Frequentemente, a análise prospectiva não é mais do que a face criativa deste conformismo, para não dizer resignação. Como se imaginar nos dispensasse de agir. É importante pensar o futuro dos professores. Mas sem esquecer o presente e sem calar a indignação pelo estado atual das coisas (NOVOA, p. 20, 1999).

Mas existe luz no final do túnel, pois mesmo não tendo as condições ideais para o ensino remoto, pouco mais da metade dos professores considerou boa ou ótima a experiência das aulas remotas, mostrando, com isso, que os professores são profissionais capazes de aprender e de enxergar novas possibilidades. Demonstram não serem avessos à modernização e, pelo contrário, são entusiastas de uma educação democrática e inovadora. Contudo, mais do que pensar sobre as ferramentas tecnológicas e o futuro da educação superior, devemos pensar sobre que Educação queremos e de que forma podemos construir um aprendizado coletivo que seja significativo e transformador para nós e para os alunos.

Finalmente, nas palavras de Chauí (1984):

Qual há de ser a função do educador hoje? Como pensar uma escola (do 1º grau à universidade) capaz de romper com essa violência chamada “modernização”? Como não cair nas armadilhas da pedagogia como ciência? Talvez recuperá-la como arte signifique menos uma atitude nostálgica e muito mais uma atitude crítica corajosa cujo tema seja nosso próprio trabalho enquanto professores (CHAUÍ, 1984).

## Referências

C6 BANK (Brasil). **C6 Bank/Datafolha:** 4 milhões de estudantes abandonaram a escola durante a pandemia. 2021. Disponível em: <https://medium.com/c6banknoticias/c6-bank-datafolha-4-milh%C3%B5es-de-estudantes-abandonaram-a-escola-durante-a-pandemia-c3eca99f09a8#:~:text=Entre%20os%20que%20pararam%20de,n%C3%A3o%20h%C3%A1%20dados%20oficiais%20dispon%C3%ADveis..> Acesso em: 13 jul. 2022.

CHAUÍ, M. S. O que é ser educador hoje? da arte à ciência: a morte do educador. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues (Org.). **O Educador:** vida e morte. Rio de Janeiro: Graal. 1984.

NOVOA, A. Os Professores na Virada do Milênio: do excesso dos discursos à pobreza das práticas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 11-20, jan/jun, 1999.

NUNES, R. C. An overview of the evasion of university students during remote studies caused by COVID-19 pandemic. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e1410313022, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13022>. Acesso em: 13 jul. 2022.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

SANTANA, C. L. S.; SALES, K. M. B. Aula em Casa: educação, tecnologias digitais e pandemia covid-19. **Interfaces Científicas - Educação**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 75-92, 6 set. 2020. Universidade Tiradentes. <http://dx.doi.org/10.17564/2316-3828.2020v10n1p75-92>. . Acesso em: 13 jul. 2022.

TARDIF, M. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis: Vozes, 2005.

TEIXEIRA, V. L. M. O.; SOUSA, M. A.; NAVARRO, E. C.; RODRIGUES, A. L. Aula Remota no Ensino Médio Frente à Pandemia da Covid-19: uma Revisão Bibliográfica. In: Centro Universitário Unicathedral (Mato Grosso). **Interface do conhecimento**. Mato Grosso: Unicathedral, 2022. p. 1-18. Disponível em: <https://periodicos.unicathedral.edu.br/index.php?journal=revistainterfaces&page=about&op=aboutThisPublishingSystem>. Acesso em: 01 jun. 2022.

## ***Desenvolvimento de projetos interculturais no ensino superior: uma experiência interdisciplinar a partir da metodologia COIL (Collaborative Online International Learning)***

---

---

***Maira de Lourdes Rezende<sup>16</sup>***

***Patrício Hernán Marabolí Albornoz<sup>2</sup>***

### **Introdução**

Atualmente, as instituições de Ensino Superior que atuam no processo de internacionalização buscam oportunizar formações e qualificações para professores e acadêmicos no exterior. A internacionalização surge fortemente a partir do final do século XX, por conta da globalização, e em muitos casos é um elemento do plano estratégico da universidade (STALLIVIERI, 2004, p. 3).

É possível afirmar que a vida e a identidade da maior parte dos alunos do ensino superior estão ligadas à tecnologia em geral e à internet em particular. A internet, metodologias de ensino a distância e híbridas, bem como a oferta de cursos abertos e dirigidos a um público amplo (MOOCs, do inglês *Massive Online Open Courses*) e o uso de dispositivos móveis com versões digitais de materiais didáticos impactaram a experiência acadêmica dos alunos e do ensino superior como um todo (HILDEBLANDO JUNIOR, 2019, p. 1).

Tal experiência foi impactada também pela pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), que emergiu em 2020 e levou a uma ruptura da educação presencial em escolas e universidades, as quais tiveram que encontrar soluções rápidas para o processo de ensino-aprendizagem remoto (PETRESCU, ENACHE e DUTA, 2022, p. 1090).

---

<sup>16</sup> Doutora em Nanociências e Materiais Avançados. Docente na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. *E-mail: maira.rezende@fatec.sp.gov.br*

<sup>2</sup> Engenheiro de Minas e Especialista em Prevenção de Riscos da Indústria Extrativa Mineira – Instituto Nacional de Capacitação Profissional (INACAP). *E-mail: patricio.maraboli03@inacapmail.cl*

A adaptação à nova realidade lançou mão das inovações tecnológicas, as quais não apenas aumentaram o acesso à educação online, como também permitiram uma abordagem mais personalizada do ensino-aprendizagem, a fim de atender às demandas atuais, permitindo ainda a mobilidade acadêmica em um contexto de globalização, interculturalidade e interdisciplinaridade.

No contexto educacional atual, é essencial que as metodologias de ensino-aprendizagem forneçam subsídios para promover mudanças que favoreçam a autonomia dos estudantes, que devem assumir um papel ativo na construção do conhecimento, enquanto o docente deve exercer a função de mediador e facilitador do processo de aprendizagem. Inserida nesse contexto, a utilização de projetos emerge como uma estratégia de caráter colaborativo que promove a participação ativa e centrada do estudante durante o processo de aprendizagem fundamentado em experiências cotidianas (MENEZES *et al.*, 2020, p. 50). São várias as metodologias que podem ser utilizadas com esse propósito e estas podem incluir Projetos Integrados e Projetos Interdisciplinares fundamentados e desenvolvidos com base nas metodologias ativas de ensino, como é o caso da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL).

Projetos colaborativos internacionais estabelecidos entre universidades de distintos países vêm sendo desenvolvidos por meio de projetos COIL, do inglês “Collaborative Online International Learning”, os quais propiciam novas experiências de ensino e aprendizagem, aliando tecnologia ao acesso à informação no âmbito educacional.

Essa abordagem promove mobilidade acadêmica online e colaboração internacional virtual, bem como aprendizagem de línguas e conteúdos estrangeiros, melhorando a comunicação intercultural, as competências globais e a internacionalização das instituições de ensino superior de forma dinâmica, beneficiando os alunos em seu aprendizado (MESTRE-SEGARRA; RUIZ-GARRIDO, 2022, p. 1).

Dentro deste contexto, este capítulo tem como objetivo descrever uma experiência real vivenciada por docentes e estudantes de diferentes áreas do conhecimento pertencentes a duas instituições de ensino superior: o chileno Instituto Nacional de Capacitação Profissional (INACAP), Sede Iquique, e a brasileira Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC). Pretende-se exemplificar um caso de projeto colaborativo internacional, interdisciplinar e intercultural, que aborda problemáticas ambientais oriundas da indústria de extração mineira, e o desenvolvimento experimental de possíveis soluções para minimizá-las.

A iniciativa foi fruto de uma oficina COIL (*Collaborative Online International Learning*) da qual participaram os autores Patricio Hernán Marabolí Alborno, docente da área de Engenharia de Minas da INACAP, e Maira de Lourdes Rezende, docente da área de Materiais Poliméricos da FATEC Sorocaba. Este workshop, constituído de oficinas práticas, teve a duração de 4 semanas e foi organizado para as instituições de ensino superior que compõem o Consórcio Learn Chile, ministrado por Stephanie Doscher, da Florida International University (FIU), Estados Unidos, e por Eva Haug, da Amsterdam University of Applied Sciences, Holanda.

A principal contribuição do treinamento está associada à elaboração de projetos colaborativos, entendendo que, para Olivencia (2011, p. 44), no âmbito educativo, o modelo de ensino intercultural é o mais adequado para gerenciar a diversidade e a formar a cidadania crítica. Dessa forma, a potencialidade de implementar uma educação intercultural e inclusiva passou de ser um propósito de determinados países e sistemas educativos, convertendo-se em um objetivo importante da agenda política mundial (VÉLEZ e OLIVENCIA, 2019, p. 38).

## **Fundamentação Teórica**

### **Interdisciplinaridade e Interculturalidade**

De acordo com Da Costa *et al.* (2021, p. 123), a interdisciplinaridade reúne os conteúdos de duas ou mais disciplinas a fim de que os alunos possam aprofundar a compreensão dos tópicos abordados em cada uma delas. A prática interdisciplinar visa a romper com os padrões tradicionais que promovem a produção fragmentada de conhecimento, destacando semelhanças e incentivando o estudo crítico de diversas abordagens sobre o mesmo assunto.

No meio acadêmico, todos são incentivados a especializarem-se em uma determinada área, o que associa ao “pensar dentro da caixa”, uma vez que o mundo acadêmico e científico é essencialmente constituído de disciplinas bem definidas. Dessa forma, as fronteiras entre os campos do saber transformaram-se em limites, caracterizando o que Barros (2019, p. 1) denomina “caixas” do conhecimento, definindo áreas isoladas em um processo por sua vez denominado disciplinaridade. Por outro lado, está a interdisciplinaridade que, para o autor, consiste em uma resistência contra as molduras disciplinares, embora seja também uma exigência da própria disciplinaridade. Ela se justifica porque os objetos do conhecimento nem sempre se acomodam perfeita e exclusivamente no interior de uma determinada disciplina e, também, porque a constituição dos campos

disciplinares se associa a divisões de trabalho intelectual que demandam reajustes constantes.

A visibilidade da interdisciplinaridade se fundamenta a partir da ciência contemporânea, que consiste de uma interação de saberes, o que a torna um complexo sistema de relações disciplinares que tem sido estudado e classificado por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento (LANÇA *et al.*, 2018, p. 151).

As contribuições das diferentes áreas do conhecimento dialogam entre si, ressignificando conceitos. Esses diálogos propiciam a construção interdisciplinar do conhecimento científico, que podem ser: individuais, quando o pesquisador atua em diferentes áreas; e, principalmente, coletivos, quando pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento desenvolvem pesquisas científicas em colaboração (NISENBAUM; PINHEIRO, 2016, p. 3).

Bejinaru (2017, p. 590) aborda as capacidades dinâmicas das universidades na sociedade acadêmica e o benefício dos movimentos de colaboração em pesquisa, dado “o efeito multiplicador das redes de pesquisa em colaboração e coautoria”. Os efeitos multiplicadores das redes, em geral, são vistos como um dos benefícios do trabalho colaborativo, uma vez que as publicações em coautoria tendem a multiplicar a produtividade individual, melhorando a avaliação individual dos pesquisadores e permitindo colaborações interculturais.

A interculturalidade pode ser definida como a possibilidade de diálogo entre as culturas e, embora apareça como eixo transversal ou marco para introduzir a diversidade e o reconhecimento do “outro” nessas reformas, sua intenção não foi refundar ou repensar os sistemas educacionais, mas acrescentar e acomodar um discurso de diversidade e interculturalidade – entendida como coexistência (WALSH, 2010, p. 173).

A construção de práticas socioeducativas inerentes à interculturalidade exige colocar em questão as dinâmicas habituais dos processos educativos, muitas vezes, padronizadas e uniformes, desvinculadas dos contextos socioculturais dos sujeitos que delas participam e baseadas no modelo formal de ensino - aprendizagem. As que favorecem são as dinâmicas participativas constituídas de processos de diferenciação pedagógica e da utilização de múltiplas linguagens que estimulam a construção coletiva (CANDAU, 2012, p. 246). Dentre as práticas que favorecem o desenvolvimento da interculturalidade se destaca a realização de projetos colaborativos.

## **Projetos Colaborativos**

Quando se almeja desenvolver a competência intercultural, é fundamental trabalhar sob a perspectiva das metodologias ativas de aprendizagem, as quais implicam necessariamente na mudança da concepção metodológica tradicional, bem como na adoção de um enfoque de trabalho baseado em metodologias ativas - as quais se associam às metodologias cooperativa e colaborativa (VÉLEZ e OLIVENCIA, 2019, p. 39).

O trabalho colaborativo é uma modalidade em que os participantes se apoiam de forma mútua, visando ao desenvolvimento de um projeto construído de forma didática e de maneira coletiva entre os membros do grupo. No entanto, essa construção e sinergia precisam ser sensíveis às diferentes culturas, de modo que os professores possam reconhecer e considerar os saberes culturais que se fazem presentes em suas salas de aulas, respeitando a diversidade cultural, cujo propósito é o de articular um diálogo intercultural. Essa interculturalidade de saberes permite que o docente rompa com uma visão essencialista das culturas (CANDAU, 2012, p. 245).

No que diz respeito ao trabalho colaborativo online - metodologia selecionada para a realização da experiência descrita neste capítulo -, este faz uso de tecnologias digitais, mais especificamente a internet, e pode ser realizado de forma síncrona ou assíncrona. Na aprendizagem síncrona, durante a conexão e o desenvolvimento das atividades propostas, alunos e professores estão online ao mesmo tempo, na mesma plataforma ou aplicação. A aprendizagem síncrona é facilitada por ferramentas multimídia, permitindo que os professores interajam com os alunos em tempo real (MESTRE-SEGARRA; RUIZ-GARRIDO, 2022, p. 2), enquanto a assíncrona ocorre de modo distinto, não sincronizado, o que não exige a presença simultânea dos participantes, nem no espaço e nem no tempo para comunicarem-se entre si (PIFFERO *et al.*, 2020, p. 3).

Essas sessões colaborativas permitem que os participantes possam compartilhar dados, informações e arquivos, além de gerenciar projetos e tarefas, e tomar decisões importantes em grupo (PETRESCU, ENACHE e DUTA, 2022, p. 1093).

## **Objetivos**

O projeto em questão faz parte do desenvolvimento de Programas de intercâmbios virtuais (IV) com instituições internacionais de ensino superior, promovidos pela Coordenadoria de Ensino Superior de Graduação (Cesu) e Assessoria de Relações Internacionais (ARInter) do Centro Paula Souza (CPS) junto às diversas Faculdades de Tecnologia (Fatecs) do Estado de São Paulo, Brasil; e dos Programas de Aprendizagem Virtual Internacional

(PAIV) de INACAP, os quais promovem o Selo Globalização, para que alunos e professores possam desenvolver a Competência Global (GC).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), também conhecidos como Objetivos Globais, foram adotados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 como um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade.

As diretrizes do projeto englobam o desenvolvimento sustentável de ambas as instituições, bem como uma posição comum a respeito da sustentabilidade, valorização, tratamento e destinação correta dos resíduos oriundos de atividade industrial, abordando diretamente os ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), 12 (Consumo e produção responsáveis), 13 (ação contra a mudança global do clima) e 15 (vida terrestre) da ONU.

Com relação aos objetivos gerais do projeto, estes consistem em realizar um trabalho colaborativo em equipe, gerenciar a relação intercultural e a interdependência positiva entre os participantes com o propósito de que os mesmos pudessem atingir as metas comuns. Os objetivos específicos consistem em desenvolver atividades experimentais, a fim de avaliar a eficiência das propostas de solução geradas colaborativamente. Para isso, os estudantes desenvolveram uma metodologia experimental e interdisciplinar, visando à minimização de impactos ambientais gerados pelos processos da indústria extrativa mineira, e analisaram os resultados obtidos.

## **Metodologia**

Participaram do projeto 26 alunos, sendo 13 estudantes do curso de Engenharia de Minas da Instituição de Ensino Superior (IES) chilena INACAP e 13 estudantes do curso de Tecnologia em Polímeros da IES brasileira Fatec Sorocaba, os quais foram orientados durante todo o projeto pelos docentes responsáveis por ele.

Por se tratar de um projeto de aprendizagem colaborativo e intercultural online, distintos aspectos foram considerados e valorizados, tais como o idioma, o processo de comunicação e a etapa de quebra-gelos (*rompehielos*, em espanhol), bem como o ambiente e as ferramentas virtuais utilizadas.

Com relação ao idioma, optou-se por incentivar o uso e a prática de ambos os idiomas, o português e o espanhol, entendendo que o projeto colaborativo intercultural visa desenvolver, dentre outras habilidades, as competências linguísticas. Dessa forma, os docentes elaboravam textos e materiais de apoio nos dois idiomas e, durante as atividades síncronas,

falavam nos dois idiomas, o que configurou uma oportunidade para que ambos pudessem desenvolver a capacidade bilíngue.

Para que houvesse uma comunicação intercultural adequada e eficaz entre os alunos dos países do Brasil e do Chile, os estudantes foram preparados a partir da ativação de sua humildade cultural que, de acordo com Leeds-Hurwitz (2017, p. 41), não somente enfatiza a aquisição de aptidão nas competências interculturais e no compromisso com a autorreflexão e autocrítica, mas também reduz deliberadamente, na medida do possível, as diferenças de poder entre os participantes. Dessa forma, buscou-se deixar de lado certos estereótipos que pudessem estar enraizados na cultura de cada um dos alunos, o que poderia levar a preconceitos infundados.

A etapa de quebra-gelo consistiu em uma atividade rápida e geralmente executada remotamente para promover a interação do grupo. Essa etapa foi extremamente importante e, por isso, foi realizada nas duas etapas do projeto, sempre no primeiro encontro realizado de maneira síncrona. Uma das atividades escolhidas pelos docentes para ser usada como quebra-gelo foi a denominada 5 fotografias. Nelas, os estudantes criaram uma apresentação ou colagem de cinco fotografias ou imagens, as quais poderiam ser pessoais ou extraídas da internet, e que os representassem. Na parte inferior delas, cada estudante descreveu, sucintamente, nos dois idiomas, o motivo que o levou a escolher determinada fotografia ou imagem.

Optou-se pela formação de 5 equipes, as quais foram integradas por alunos de ambos os países, promovendo a colaboração intercultural - incentivada durante todo o projeto por meio de apresentações e atividades quebra-gelos -, bem como discussões e outras atividades projetadas para ajudar os alunos a se familiarizar e se sentirem à vontade para conhecer outra cultura e trabalhar uns com os outros de forma remota.

Os encontros síncronos foram realizados quinzenalmente por meio das plataformas *Teams* e *Google meet* ; enquanto as atividades assíncronas eram disponibilizadas pelos docentes na plataforma *Classroom*, na qual os alunos enviavam os arquivos e os recebiam revisados pelos docentes.

O projeto foi realizado durante os dois semestres letivos de 2021, de modo que foi dividido em duas etapas: a primeira desenvolvida no primeiro semestre, no período compreendido entre os meses de março e julho; e a segunda desenvolvida no segundo semestre, no período compreendido entre os meses de agosto e dezembro do referido ano.

A primeira etapa do projeto foi dividida em 8 fases que incluíram: (1) a inserção dos estudantes no projeto COIL; (2) a realização de atividades quebra-gelo; (3) a realização de buscas de informações em bases de dados; (4) a realização de um levantamento bibliográfico; (5) a formulação de uma

problemática identificada a partir das buscas realizadas; (6) a formulação de uma proposta de solução para a problemática identificada; (7) a discussão dos resultados; e (8) a elaboração de uma apresentação audiovisual na qual os alunos apresentaram suas impressões acerca de sua participação no projeto, bem como os resultados obtidos e o produto das atividades colaborativas - o qual consistia na proposta de solução à determinada problemática ambiental.

A segunda etapa do projeto também foi dividida em 8 fases que incluíram: (1) a realização de atividades quebra-gelo; (2) a elaboração de uma metodologia experimental; (3) o planejamento de um plano de trabalho (cronograma) experimental; (4) a execução dos experimentos; (5) a análise e discussão dos resultados obtidos; (6) a reflexão e avaliação dos aspectos positivos e negativos relacionados ao projeto desenvolvido; (7) a elaboração de um texto descritivo ou artigo científico; (8) e o encerramento do projeto em sessão síncrona, na qual foram realizadas as apresentações audiovisuais de cada grupo - as quais incluíam reflexões acerca de sua participação no projeto, bem como os resultados experimentais obtidos.

## **Resultados e Discussão**

A metodologia do COIL possibilita que se transite por distintas dimensões do processo de ensino-aprendizagem, permitindo a proposição de distintos objetivos.

Dessa forma, a Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados relacionados ao levantamento de uma problemática ambiental gerada pela indústria extrativa mineira, bem como as metodologias experimentais definidas e utilizadas por cada equipe intercultural, durante o desenvolvimento do projeto, com a finalidade de propor uma solução para minimizar os impactos definidos na primeira etapa.

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

Tabela 1 - Problemáticas ambientais e propostas de solução apresentadas pelos distintos grupos.

| <b>Grupo</b> | <b>Problemática identificada</b>                  | <b>Proposta de solução</b>   |
|--------------|---|--|
| <b>1</b>     | Contaminação do solo por lubrificantes            | Utilização de polímeros superabsorventes na remediação de solo contaminado com lubrificantes             |
| <b>2</b>     | Contaminação do solo por metais pesados           | Uso da fitorremediação para remoção de metais pesados presentes em solo contaminado                      |
| <b>3</b>     | Descarte incorreto e acúmulo de pneus inservíveis | Utilização de resíduos de pneus na construção civil  |
| <b>4</b>     | Contaminação do solo por metais pesados           | Utilização de polímeros superabsorventes na remediação de solo contaminado com metais pesados            |
| <b>5</b>     | Descarte incorreto e acúmulo de PEAD              | Desenvolvimento de compósito de polietileno de alta densidade (PEAD) reciclado para substituir a madeira |

Fonte: autoria própria.

Após a definição das propostas de solução, foram realizadas as atividades experimentais (segunda etapa), definidas individualmente por cada grupo, cujos resultados são apresentados de forma resumida a seguir:

O grupo 1 desenvolveu um protótipo no qual foi possível verificar a capacidade de filtração de óleos lubrificantes por um polímero superabsorvente denominado poliacrilato de sódio (PAS), o qual apresenta capacidade de absorver o contaminante do solo.

O grupo 2 utilizou uma espécie de samambaia na fitorremediação de amostras de solo contaminadas com Arsênio (As), a qual se mostrou eficiente na remoção desse metal pesado de ambientes contaminados.

O grupo 3 realizou a reciclagem mecânica de pneus inservíveis utilizados na indústria extrativa mineira e incorporou distintos teores desse material na obtenção de blocos de concreto utilizados na construção civil.

O grupo 4 desenvolveu um protótipo no qual foi possível verificar a capacidade de filtração de metais pesados por um polímero superabsorvente denominado poliacrilato de sódio (PAS), o qual apresenta capacidade de absorver o contaminante do solo.

O grupo 5 realizou a reciclagem de polietileno de alta densidade (PEAD) utilizado na indústria extrativa mineira e produziu compósitos para a substituição da madeira em diversas aplicações.

Os resultados obtidos por todos os grupos são exitosos e refletem aspectos positivos de um trabalho colaborativo e interdisciplinar, o qual permitiu verificar que é possível resolver problemas a partir de outras esferas do conhecimento, considerando que os estudantes envolvidos no projeto pertenciam a distintas áreas (Engenharia de Minas e Materiais Poliméricos). Cabe ressaltar que em princípio houve insegurança, porém a integração recíproca dos conceitos fundamentais e da teoria do conhecimento promoveu a sinergia entre os conceitos específicos de cada área e a realidade dos estudantes, possibilitando uma formação global deles, facilitando os problemas do mundo real e o exercício de suas cidadanias.

Com relação aos resultados inerentes às competências interculturais, foi possível verificar que elas possibilitaram a obtenção de resultados positivos associados à interação colaborativa entre pessoas de distintas origens e culturas, a partir da construção de vínculo e da humildade cultural.

Nesse sentido, as atividades realizadas incentivaram a participação em diálogos interculturais e a visualização a partir de outras perspectivas, levando à aquisição de distintas habilidades, as quais permitiram o manejo adequado de certos conflitos, bem como o fortalecimento de identidades e de autoconsciências.

De acordo com a literatura, a educação proporciona conhecimentos culturais, atitudes e habilidades que contribuem com o respeito, a compreensão e a solidariedade entre indivíduos de distintas etnias, culturas e religiões. Tais princípios estão diretamente relacionados ao terceiro pilar da educação, denominado “Aprender a viver juntos”, que consiste em compreender o outro e a apreciar a interdependência, desenvolvendo projetos comuns e aprendendo a manejar conflitos com um espírito de respeito aos valores plurais, o entendimento e a paz. Esses princípios estão diretamente relacionados às disposições da Declaração Universal dos Direitos Humanos (LEEDS-HURWITZ, 2017, p. 31).

Finalmente, pode-se afirmar que os estudantes adquiriram competências culturais durante o desenvolvimento do projeto, as quais se veem refletidas a partir dos resultados obtidos em um ambiente de respeito e cooperação mútuos.

## **Conclusão**

Os resultados obtidos permitiram refletir sobre a importância de realizar projetos colaborativos que transcendam limites e fronteiras territoriais, bem como identificaram os principais benefícios associados à abordagem interdisciplinar.

A experiência evidenciou que existem vários impactos ambientais causados pelas atividades realizadas pela indústria de extração mineira, o que permitiu que professores e alunos de territórios geográficos, línguas, disciplinas e culturas acadêmicas distintos pudessem trabalhar de forma colaborativa em prol de um objetivo comum, o que, por sua vez, possibilitou o desenvolvimento de um processo de ensino-aprendizagem essencialmente personalizado.

Os aspectos desafiadores observados inicialmente, tais como medo e insegurança, puderam ser vencidos a partir da aquisição de competências interculturais adquiridas ao longo do desenvolvimento do projeto, o qual contribuiu com o desenvolvimento de confiança mútua e da troca de experiências e valores, servindo como precursores do desenvolvimento de objetivos comuns e da criação de um espaço de interações.

Foi possível diagnosticar a importância da aquisição de competências globais, as quais se relacionam fortemente com as problemáticas que impactam o meio ambiente em nível mundial e que estão diretamente relacionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Dessa forma, faz-se indispensável o desenvolvimento de habilidades e competências adquiridas por meio de um projeto colaborativo, interdisciplinar e intercultural realizado de maneira online.

Finalmente, pode-se concluir que a incorporação das competências culturais em projetos colaborativos facilita o processo de ensino-aprendizagem e promove flexibilidade na interação com o outro, eliminando preconceitos ou prejuízos associados à falta de conhecimentos a respeito de outras culturas.

## **Referências**

BARROS, José D'Assunção. **Interdisciplinaridade na história e em outros campos do saber**. São Paulo: Vozes, 2019.

BEJINARU, Ruxandra. **Dynamic capabilities of universities in the Knowledge Economy**. Management Dynamics in the Knowledge Economy, Bucharest, v. 5, n. 4, p. 577-595, 2017.

CANDAUI, Vera Maria Ferrão. Diferenças culturais, interculturalidade e educação em direitos humanos. **Educação & Sociedade**, v. 33, p. 235-250, 2012.

DA COSTA, Danilo et al. Sobre a interdisciplinaridade como conceito. **Revista Coleta Científica**, v. 5, n. 9, p. 119-134, 2021.

DA SILVA, Josenaide Alves; BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Ideias dos professores de ciências sobre o trabalho colaborativo intercultural. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 15, n. 2, p. 384-396, 2020.

HILDEBLANDO JUNIOR, Carlos Alberto. **Affordances da COIL: Análise de uma experiência entre UFES e UAH**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2019.

LANÇA, Tamie Aline; AMARAL, Roniberto Morato; GRACIOSO, Luciana Souza. Multi e interdisciplinaridade nos programas de pós-graduação em Ciência da Informação brasileiros. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, p. 150-183, 2018.

LEEDS-HURWITZ, Wendy. **Competencias interculturales: marco conceptual y operativo**. Universidad Nacional de Colombia. p. 47, 2017.

MARTINS, Marinete Aparecida; BEZERRA, Leonardo Mendes. **Autoavaliação Discente das Práticas Cotidianas: o ensino através de projetos interdisciplinares**. 4º Congresso Pós-Graduação do IFSP, 2019.

MENEZES, Karla Mendonça et al. Educação em saúde no contexto escolar: construção de uma proposta interdisciplinar de ensino-aprendizagem baseada em projetos. **Rev. Ed. Popular**, p. 48-66, 2020.

MESTRE-SEGARRA, María Ángelez; RUIZ-GARRIDO, Miguel F. Examining students' reflections on a collaborative online international learning project in an ICLHE context. **System**, 105, p. 1-15, 2022.

NISENBAUM, Moisés André; PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. Métodos para medição da interdisciplinaridade adotados na Ciência da Informação. **Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**, 17, 2016.

OLIVENCIA, Juan J. Leiva. La educación intercultural en una encrucijada de caminos: reflexiones pedagógicas para la construcción de una escuela intercultural. **Espiral. Cuadernos del profesorado**, v. 4, n. 7, p. 43-56, 2011.

PETRESCU, Daniela; ENACHE, Dumitru; DUTA, Luminita. Collaborative decision-making in online education. **Procedia Computer Science**, 199, p. 1090 - 1094, 2022.

PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana et al. Metodologias ativas e o ensino remoto de biologia: uso de recursos online para aulas síncronas e assíncronas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-19, 2020.

STALLIVIERI, Luciane. **Documento Marco de Lançamento dos Resultados do Planejamento Estratégico Aplicado ao Fórum das Assessorias das Universidades Brasileiras para Assuntos Internacionais - FAUBAI**. 2004.

VÉLEZ, Alicia Peñalva; OLIVENCIA, Juan José Leiva. Metodologías cooperativas y colaborativas en la formación del profesorado para la interculturalidad. **Tendencias pedagógicas**, n. 33, p. 37-46, 2019.

WALSH, Catherine et al. Interculturalidad crítica y educación intercultural. **Construyendo interculturalidad crítica**, v. 75, n. 96, p. 167-181, 2010.

## *Um olhar além dos números*

---

---

*Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva*<sup>17</sup>

*Nirlei Santos de Lima*<sup>18</sup>

### **Introdução**

A evolução histórica dos números ocorreu em consonância com a necessidade dos povos de ordenar e contar seus utensílios, caças e objetos. O Sistema de Numeração Decimal (SND) é aquele cuja base é a mais difundida da História, e sua adoção, hoje, é quase universal, embora existam outras: sexagesimal, binária, base vinte, base trinta, ou qualquer outra base que se queira representar. A ideia do sistema de numeração posicional é a variação do valor numérico dos dígitos do algarismo, de acordo com a posição na composição do algarismo.

Mais especificamente, em relação ao sentido do número, Castro e Rodrigues (2008, p. 11) observam que está associado ao “intuito de compreender os números e as suas relações e desenvolver estratégias úteis e eficazes para cada um os utilizar no seu dia a dia, na sua vida profissional ou enquanto cidadão ativo”. Tal afirmação atribui uma aproximação entre a compreensão do sentido de número e a realidade feita por crianças e adultos. Com algum entendimento sobre o sentido dos números, qualquer pessoa é capaz de perceber as relações numéricas e seus vários significados, sentindo-se apto a interpretá-lo num determinado contexto, de modo a fazer sentido. Tal capacidade lhe fornece subsídios para interpretar dados numéricos e tomar decisões a partir deles.

É sensato considerar os fatores evolutivos de um povo atrelados à criação de sistemas de contagem de objetos e da geometria e ao uso dos recursos naturais. Nessa linha de pensamento, Caraça (2010, p. 9) afirma que “a extensão do seu conhecimento depende do grau de civilização e da intensidade da vida social do homem”.

---

<sup>17</sup> Doutora em Educação. Docente da Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales. *E-mail: monica.silva15@fatec.sp.gov.br*

<sup>18</sup> Mestre em Educação. Docente da Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales. *E-mail: nirlei.lima@fatec.sp.gov.br*

Em busca de minimizar a entrada na esfera acadêmica, a qual põe em xeque os conhecimentos até então adquiridos - implicando novos modos de interação, outras formas de olhar para os números, de estabelecer diálogos entre as disciplinas e, principalmente, saber posicionar-se diante da diversidade -, surge o projeto interdisciplinar “Um olhar além dos números”.

Assim como os números, as palavras também têm suas raízes, sua história. O termo ‘projeto’, de acordo com sua etimologia, deriva do lat. *projectus,us* no sentido de 'ação de lançar para a frente, de se estender, extensão'. Para Machado (2006, p. 17), a ideia de projeto apresenta características, gerais, que ele enfatiza: “a referência ao *futuro*, a abertura para o *novo* e o caráter *indelegável* da ação projetada”.

Partindo dessa premissa, este projeto é uma estratégia de ensino-aprendizagem, que busca articular duas disciplinas curriculares Comunicação Empresarial e Cálculo, integrando os conteúdos destas, com o intuito de desenvolver a curiosidade, a criatividade, a capacidade de relacionar conteúdos, a habilidade de pesquisar, a visão crítica, e, sobretudo, a atitude colaborativa, a fim de projetar os alunos na vida acadêmica e profissional.

Os sujeitos deste projeto são alunos do 1º semestre do curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva da Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales, entre 2021 e 2022. Ressalta-se que a primeira experiência foi realizada durante a pandemia e prosseguiu nas aulas presenciais. Especificamente para este relato, utilizamos trabalhos dos estudantes ao longo de três semestres. Formulou-se a seguinte questão: *o que o aluno do primeiro semestre da Fatec Sorocaba compreende sobre o que vem a ser uma pesquisa acadêmica e sobre o conhecimento da origem dos números, da geometria, da aritmética e da álgebra.*

Esses questionamentos despertaram, inicialmente, estranheza nos alunos, pois dois professores de áreas distintas Cálculo e Comunicação Empresarial, sem correlação aparente entre as disciplinas, apresentaram um “trabalho semestral” juntos. Tal prática, de início, já cumpriu o objetivo, que consistia, também em desmistificar a “segregação” entre as disciplinas.

Para Machado (1999, p. 4), “múltiplos são os instrumentos para a realização plena de uma cidadania ativa, dentre eles: a ‘alfabetização’ relativamente aos dois sistemas básicos de representação da realidade — a língua materna e a matemática, condição de possibilidade do conhecimento em todas as áreas”.

Sendo assim, a inter-relação das disciplinas básicas da representação da realidade visa a propor uma imersão histórica nos sistemas numéricos sumério, babilônico, chinês, egípcio, maia e romano, buscando a

compreensão de fenômenos numéricos, a mobilização do conteúdo pesquisado e a expressão criativa do conhecimento adquirido.

Nesse viés, o presente relato irá apresentar o referencial teórico que embasa o projeto, em seguida, irá detalhar as práticas desenvolvidas pelos estudantes, bem como as dificuldades apresentadas por eles, seja pelo desconhecimento pela pesquisa seja pelo (*a priori*) desinteresse em saber um pouco mais sobre distintos campos da matemática.

### **Letramento Acadêmico**

Letramento é a habilidade de fazer uso socialmente da leitura e da escrita, ou seja, habilidade de ler e escrever para atingir diferentes objetivos ou atitudes de inserção efetiva no mundo da escrita, tendo prazer em ler e escrever (SOARES, 2009).

Assim sendo, o letramento, um processo contínuo e progressivo do ato de ler e escrever, permite ao indivíduo interpretar, compreender, inferir, argumentar, persuadir, ter voz em uma situação comunicativa no meio em que está inserido. Esse termo abarca vários contextos sociais de práticas de leitura e escrita, atribuindo a cada um deles uma interpretação.

No âmbito social podemos desenvolver vários tipos de letramento, dentre eles: digital, visual, literário, numérico, acadêmico, científico. Apesar da diversidade, todos são ancorados em contextos de interação social, por exemplo, do ponto de vista discursivo-enunciativo, o letramento acadêmico refere-se às produções escritas em um contexto acadêmico, tais como um relatório, um artigo, uma resenha, um resumo para atender a demanda de determinada disciplina; sem a obrigatoriedade de uma publicação em revistas científicas.

No plano de aula da disciplina de Comunicação Empresarial propõe-se um *ritual* de imersão em produções acadêmicas, apresentando a intencionalidade da produção escrita e a conscientização da existência de uma linguagem própria nos ambientes acadêmicos, evitando que os ingressantes do ensino superior encontrem dificuldades nas atividades e nas produções dos gêneros acadêmicos das disciplinas estudadas.

### **Letramento Matemático: perspectivas e alcances**

De acordo com a BNCC (2018), o letramento matemático é definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. Ressalta-se que a autonomia para a leitura, interpretação e

escrita, é compreendida na dimensão social, uma vez que é por meio desse contexto que o sujeito aplica os conceitos e desenvolve suas habilidades sociais.

Em relação à Matemática, esse processo requer uma junção efetiva das práticas de leitura, no contexto das habilidades do campo da matemática, iniciando pelas operações e a interpretação destas práticas. As relações que se estabelecem entre os conceitos são o mote para o efetivo aprendizado de matemática. Conceber o papel da matemática como a base para a possibilidade do uso de ferramentas e estratégias para descrever, explicar e posteriormente compreender fenômenos, auxilia o professor a trabalhar sob a perspectiva do letramento matemático.

Na Educação Matemática, considera-se também a possibilidade de o aluno ser letrado ou iletrado. Ortigão, Santos e Lima (2018) apresentam a definição de letramento matemático com base em Bronzoni (2004). Para os autores, o letramento matemático “compreende as habilidades matemáticas como constituintes das estratégias de leitura que precisam ser implementadas para uma compreensão da diversidade de textos que a vida social nos apresenta com frequência e diversificação cada vez maiores.” (BRONZONI, 2004, p. 27).

O Inaf (Indicador de Alfabetismo Funcional) em sua última pesquisa (2018) traz dados que revelam um cenário de lacunas e a predominância de não aprendizagem a nível Nacional. Para o Inaf, “Alfabetismo é a capacidade de compreender e utilizar a informação escrita e refletir sobre ela”. Desta forma, inclui-se a leitura, reconhecimento e compreensão da linguagem escrita bem como a interpretação de número, suas operações e sua magnitude dentro de um determinado contexto. Ainda esclarece o Inaf (2018),

dentro desse campo, distinguem-se dois domínios: o das capacidades de processamento de informações verbais, que envolvem uma série de conexões lógicas e narrativas, denominada pelo Inaf como letramento, e as capacidades de processamento de informações quantitativas, que envolvem noções e operações matemáticas, chamada numeramento. (AÇÃO EDUCATIVA; INSTITUTO PAULO MONTENEGRO, 2018, p. 4).

Sob esta perspectiva do *numeramento*, podendo ser utilizada de forma análoga ao letramento, utiliza-se o termo no qual o sujeito irá necessitar mobilizar conhecimentos diversos, importantes na vida social, entre os quais, os conhecimentos matemáticos. Torna-se fácil identificar situações cotidianas, nas quais a necessidade do *numeramento* para se inserir no contexto e tomar decisões, tais como; folhetos de supermercados, tabelas de preços, rótulos de produtos, peso altura para dosagem de remédios,

compreensão de um dado apresentado em jornais ou TV, cálculo do valor acrescido em compras a prazo etc. Há uma estreita ligação entre o *numeramento* matemático e o letramento, uma vez que a leitura permite a decodificação e seria esse o início para a interpretação do contexto, para, em seguida, os números, naquele contexto.

### **O sentido do número**

Buscou-se, nos PCNs (BRASIL, 1998), identificar a existência de alguma referência ao sentido do número, salientando-se que o termo significado (conceito) do número é menos abrangente que o sentido do número, pois conforme Cebola (2002, p. 224),

referir-se ao número apenas pelas suas definições elementares é demasiado limitativo quando, sob o ponto de vista da educação matemática, pretendemos realçar quer o seu carácter utilitário no mundo actual e na vida do cidadão comum, quer o seu carácter uniforme e global.

Nessa linha de pensamento há, de forma implícita, uma diretriz indicando a pertinência do uso de diferentes abordagens sobre o número. Em Portugal, o documento “Programas e Metas Curriculares” para o ensino básico (documento normativo legal para a disciplina de Matemática no Ensino Básico, 2013) foi referência para a busca do uso dos termos “sentido do número”. Não está explícito, assim como também nos PCNs, os termos “sentido do número”, mas termos correlatos, como fluência de cálculo e destreza<sup>19</sup>.

Encontram-se, no documento de Portugal, termos relativos ao entendimento do número, do SND, como o “sentido de número”, a compreensão dos números e das operações e a capacidade de cálculo mental e escrito. Se nos documentos a aprendizagem do sentido de número parece simples, na sala de aula, sabe-se que, de fato, é mais complexa. Ao tratar da aprendizagem dos números, referindo-se à sua construção pela criança, Vergnaud (2009) afirma que o trabalho da inteligência leva a deduções (ou inferências) e a construções.

Tais deduções se apresentam de duas maneiras: “deduzir uma conduta ou uma regra de conduta de relações constatadas ou aceitas e deduzir

---

<sup>19</sup> Por destreza de cálculo, o National Council of Teachers of Mathematics, (NCTM) esclarece: possuir e utilizar métodos de cálculos eficazes e precisos. Essa destreza pode se manifestar através da utilização de uma combinação de estratégias mentais e de anotações de lápis e papel, de modo a produzir, rapidamente, resultados exactos (NCTM, 2000, p. 34).

novas relações a partir das relações constatadas e aceitas” (VERGNAUD, 2009, p. 35). Isso sugere que há uma sequência na construção de uma estrutura mental, que permite o encadeamento de deduções: essa sequência é denominada *transitividade*.

O pensamento de Dienes (1975) e de Vergnaud (2011) sobre como ocorre a aprendizagem pode ser representado pela “metáfora” do caminho a ser percorrido, podendo levar mais ou menos tempo, sendo forte e adequada quando se referem à aprendizagem de matemática,

[...] os caminhos que a aprendizagem percorre parece tomar o curso de um mergulho numa massa de fenômenos aparentemente desconexos e formular as propriedades de diferentes tipos de ambientes em termos de certas regras pela inferência com estes fenômenos e pela aquisição da percepção de como induzir o acontecimento de certos fenômenos desejados. (DIENES, 1975, p. 21).

Ambos se valem da concepção de que as crianças, como qualquer sujeito, são capazes de regular sua conduta sobre as relações de estabelecer padrões e regularidades. A elucidação acerca dos números torna mais claro o propósito deste trabalho: a possibilidade do reconhecimento da importância dos números, não somente pela sua intrínseca necessidade de conhecimento e utilidade, como também provocar nos estudantes a curiosidade desta investigação.

### **Objetivos do trabalho**

Tinha-se como premissa inicial a intenção de “surpreender” os alunos ao atrever-se a unir as áreas de humanas e exatas, em busca da construção do conhecimento de forma diferenciada. O objetivo principal, dentre as habilidades e competências a serem desenvolvidas nas disciplinas, é compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos: algébrico, geométrico e aritmético, e promover a imersão na linguagem acadêmica.

Já os objetivos específicos são: promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento: Cálculo Diferencial e Integral/Comunicação Empresarial Geral; desenvolver atividade interdisciplinar; promover a imersão na linguagem acadêmica; promover a integração e a comunicação entre os estudantes, sobretudo sob os aspectos: organização das equipes, autonomia do grupo para priorizar temas, especificar as funções de cada um dentro do grupo, tudo isso no formato online, utilizando os recursos tecnológicos.

## **Metodologia**

A pesquisa foi realizada em três turmas dos primeiros semestres de 2021 e 2022. No primeiro semestre de 2021 foram 32 alunos, no segundo semestre de 2021 foram 24 alunos e no 1º semestre de 2022, foram 18 alunos. No ano de 2021 as atividades foram desenvolvidas totalmente *on line*, e no 1º semestre de 2022, presencial.

O perfil do aluno que opta por cursar Eletrônica Automotiva, período vespertino, é formado, em sua maioria, por jovens egressos do ensino médio ou por homens em torno de 35 a 45 anos, sem colocação no mercado de trabalho, há também uma minoria que está em vias de aposentadoria, por isso pretende “retornar” aos estudos. Uma turma predominantemente composta por homens, raro são as mulheres no curso, máximo duas ou três.

As professoras incluíram no plano de aula as atividades do projeto, principalmente as aulas de Comunicação Empresarial, a fim de acompanhar o desenvolvimento progressivo do letramento acadêmico. Cinco aulas que foram dadas em conjunto: três nas aulas de Comunicação Empresarial e duas nas de Cálculo. Das cinco aulas conjuntas, uma foi para a motivação, proposição da atividade aos estudantes e sorteio dos temas; as outras, para a apresentação das atividades.

As produções dos estudantes eram atualizadas na planilha do *google docs*, ambiente que permitia o acompanhamento das professoras, cada uma com as especificidades do tema.

Para a proposição desta atividade, com o intuito de desenvolver práticas significativas nas aulas de Comunicação Empresarial, convidou a professora de Cálculo para que, juntas, pudessem explorar esse campo da Matemática sob o olhar da pesquisa, da investigação e de um olhar além do que um número, na sua magnitude, pode expressar. Elaborado o projeto entre as disciplinas, esse foi apresentado aos alunos em uma aula pré-agendada para que eles ficassem à espera do que seria proposto.

Como já mencionado, a diversidade impera na sala, por isso foi necessária a intervenção das professoras na criação dos grupos, a fim de manter a equidade. Os temas foram sorteados durante a aula para os grupos. Importante informar que não houve desagrado. Foi feito um combinado para esclarecimento de possíveis dúvidas: se fosse sobre a temática/conteúdo, perguntariam à professora de Cálculo; sobre os gêneros acadêmicos a serem desenvolvidos, seria com a professora de Comunicação e Expressão.

Nesse momento, foi apresentado um cronograma de ação e as sugestões de sites, artigos e obras para a pesquisa na web e os alunos foram alertados para registrar cada etapa do projeto, pois teriam de elaborar um relatório final sobre as atividades. Importante ressaltar que a sequência do

projeto apropria-se do método do *design thinking* - DT: *inspiração, ideação e implementação* (BROWN, 2017) com as adaptações necessárias ao alinhamento das atividades interdisciplinares.

A 1ª parte refere-se à inspiração do DT - imersão no tema, ou seja, pesquisa exploratória na web sobre Sistemas Numéricos: definir as características gerais, quais os primeiros povos a ter o sistema numérico registrado; elaborar um mapeamento do tema; definir as atividades individuais; estabelecer prioridades para o início do projeto.

Inicialmente, nos dois primeiros semestres, foram propostos os seguintes temas: a origem dos Sistemas Numéricos Babilônico, Maia, Romano, Chinês e Egípcios. Os Sistemas Maias e Babilônicos foram pesquisados por dois grupos. As professoras preferiram manter nesse formato, inclusive observar diferentes pesquisas em torno do mesmo tema, para verificar o que cada grupo priorizou e apontou como relevante. No último semestre, 2022.1, foi proposto o estudo da Álgebra, Geometria e Aritmética. Dentro dessas grandes áreas, o direcionamento foi no sentido de abordar a magnitude do tema: contexto histórico, evolução, mudanças e atualmente o que se estuda nas escolas. Também foi proposto estabelecer relações entre o que se pretendia pesquisar e sua utilização fora da sala de aula.

A 2ª, ideação – os grupos deveriam começar o registro da pesquisa. Para isso, foram apresentadas as ferramentas on-line necessárias: *google drive* - documentos e apresentações, além de ferramentas para elaborar o mapa conceitual – *lucidchart* - e o mural – *padlet*, uma *startup* de tecnologia educacional.

A 3ª, implementação – O projeto consiste em elaborar um mapa conceitual, um texto acadêmico, uma apresentação em *power point* e um relatório final. A explicação geral foi dada na apresentação do projeto, mas, depois em cada etapa da produção, foi novamente explicado como fazer e disponibilizado um *template* para os grupos se nortearem.

## **Discussões**

Durante apresentação do projeto, era nítida a curiosidade dos alunos, haja vista o desconhecimento da origem dos sistemas numéricos, além da in experiência em letramento acadêmico.

No projeto, as ferramentas digitais foram bem utilizadas; mas, no início, alguns estavam um pouco resistentes por não ter muita habilidade com a tecnologia digital. No entanto, como as ferramentas agilizavam a pesquisa *on-line*, a comunicação entre os integrantes e o registro do conteúdo pesquisado, os grupos foram compartilhando as descobertas e apreciando os

novos recursos. As ferramentas on-line foram utilizadas por meio do *google drive*: *arquivo compartilhado*, *planilhas excel* e *apresentação em power point*; além de um mural no *padlet*,

Para cada equipe, foi aberta uma sala no *Teams* e fechada depois das apresentações. Ao iniciar as aulas, cada grupo ia para sua respectiva sala e os alunos já ligavam o microfone e a câmera, quando tinham. Era comum iniciar a aula e já encontrar alunos nas suas salas conversando, trocando informações e ansiosos por compartilhar o que já haviam feito.

O mesmo acontecia com a revisão do conteúdo e análise da relevância do material pesquisado. Os grupos agendavam para receber o feedback da professora de Cálculo, depois que ela revisava os textos disponíveis no *google doc*.

A sequência das apresentações orais foi definida por sorteio, e cada grupo dispunha de quinze a vinte minutos para a apresentação de sua pesquisa, utilizando o *powerpoint*. O pré-requisito para o grupo apresentar sua pesquisa era ter o texto escrito revisado pelas professoras e ter entregue os slides para avaliação antes do dia da apresentação.

Para a avaliação, as professoras estabeleceram critérios, dentre eles: clareza, objetividade, alcance dos objetivos, exemplos relevantes de diferentes bases numéricas dentro de cada povo, como também o comprometimento de cada integrante do grupo nas apresentações.

## **Resultados obtidos**

O projeto “Um olhar além dos números” desenvolveu uma dialética comunicativa necessária ao ambiente acadêmico, uma vez que os integrantes das equipes necessitavam manter-se conectados e focados em um mesmo norteador sem, no entanto, menosprezar sua individualidade e sua autonomia.

A abertura das salas no *Teams* para cada equipe foi satisfatória, pois permitiu a desinibição dos alunos, a extrapolação das dúvidas existentes, as indicações de *sites* e a troca de informações. Como as equipes tinham em seus arquivos do *Teams* o passo a passo para a pesquisa e os norteadores de como e onde pesquisar o conteúdo dos Sistemas Numéricos, eles puderam mobilizar-se e estabelecer um roteiro de trabalho por equipe. O protagonismo das equipes permitiu a eles desenvolver a individualidade e a singularidade durante o projeto.

Cada etapa do projeto foi acompanhada pelas professoras mediadoras, as quais precisaram, em alguns momentos, resolver conflitos de divergência de opinião entre os integrantes das equipes, como também serem articuladoras, ajudando os alunos a tecerem considerações sobre o conteúdo

pesquisado; sem, no entanto, interferir na linha de pesquisa de cada equipe como também tentar impor seu estilo de linguagem acadêmica.

As etapas cumpridas foram registradas e avaliadas no viés de cada disciplina, uma vez que eram atividades práticas significativas, exercidas com responsabilidade e consciência pelos alunos que estavam engajados em abstrair a história e a origem dos números, encontrando respaldo para o conteúdo ensinado nas aulas de Cálculo e, simultaneamente, imergindo na linguagem acadêmica nas aulas de Comunicação Empresarial. Essa imersão possibilita aos alunos um olhar mais atento para a linguagem que deve ser usada nos contextos em que se encontram.

Na apresentação dos trabalhos pôde-se perceber o desenvolvimento de habilidades tanto na linguagem escrita quanto na oral. A adequação do tom de voz, da dicção, da postura, do concatenamento de ideias demonstraram a apropriação dos conceitos subjacentes ao texto e ao contexto.

### **Considerações finais**

A pesquisa em sala de aula é um fenômeno complexo, que requer múltiplos olhares. A riqueza da experiência consistiu também em oportunidades de repensar a Matemática que se trabalha em sala de aula; fazer paralelos entre o que se vivenciou nas salas abertas para a pesquisa e a prática da pesquisadora é inevitável.

O ensino dos sistemas numéricos através do projeto “Um olhar além dos números” garantiu aos alunos envolvidos tornarem-se protagonistas em seu processo de ensino-aprendizagem, desenvolverem suas atividades conscientes e se engajarem em um mesmo fim.

A convivência interpessoal foi garantida já que eles se mantiveram conectados para o encaminhamento das atividades, fazendo uso de uma dialética comunicacional alicerçada pelo respeito e pela solidariedade, tendo o professor mediando as relações.

Constatou-se que a disciplina de Comunicação desenvolveu práticas significativas, pois os alunos aplicaram os conhecimentos de gêneros textuais acadêmicos em um contexto interdisciplinar, compreendendo a inter-relação entre as matérias ensinadas e a necessidade de absolver conhecimentos teóricos de leitura e escrita. Por ter de expressar em linguagens diferentes, apresentaram suas atividades com criatividade, despertando um novo olhar para o conhecimento adquirido.

Entende-se ter atingido o objetivo desta pesquisa, a começar pelo grau de envolvimento da maioria dos estudantes; envolvimento a ponto de irem além do que se solicitou. Nas apresentações, os alunos faziam analogias

e conexões entre os diferentes Sistemas Numéricos apresentados. Percebia-se que a curiosidade e o interesse extrapolaram os contornos propostos pela pesquisa, culminando em um entusiasmo contagiante na hora da apresentação. Ouviu-se a seguinte expressão: “como eu cheguei até aqui (faculdade) sem nunca ter visto, ouvido, estudado nada disso, sendo a compreensão dos números algo tão interessante e necessário?”

Por fim, retoma-se a questão de que o professor é o agente que conduz o sujeito à aprendizagem e está em suas mãos essa tarefa, que se inicia muito antes de colocar os pés em sala de aula, da mesma forma que sua abrangência vai além dos muros escolares. Ao desenvolver Projetos Interdisciplinares, os estudantes serão estimulados a trabalhar em equipes, a pesquisar temas multidisciplinares, a ler e compreender textos e narrativas em todas as linguagens – dos artigos e monografias acadêmicas às narrativas cinematográficas ou das histórias em quadrinhos! –, a identificar problemas que devem ser discutidos, a partir de diferentes olhares e diversas abordagens, e a construir, por meio da interação, do compartilhamento e das práticas colaborativas de pesquisa, novas respostas e soluções.

Com essa concepção da inter-relação entre o letramento e o *numeramento*, duas professoras de distintas áreas do conhecimento (mas não menos complementares), sentiram-se encorajadas a desenvolver um projeto que despertasse em seus alunos ingressantes na educação superior um olhar além do esperado.

## **Referências**

AÇÃO EDUCATIVA; INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. **Indicador de analfabetismo funcional: INAF Brasil 2018: resultados preliminares.** São Paulo: Ação Educativa: IPM, 2018. Disponível em: [https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Inaf2018\\_Relat%C3%B3rio-Resultados-Preliminares\\_v08Ago2018.pdf](https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Inaf2018_Relat%C3%B3rio-Resultados-Preliminares_v08Ago2018.pdf). Acesso em: ago. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática.** Brasília, DF: MEC: SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. **Base Nacional Curricular Comum (BNCC).** 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: ago. 2022.

BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro: Alta Books. 2017.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos Fundamentais da Matemática.** 7. Ed. Lisboa: Gandiva. 2010.

CASTRO, J. P.; RODRIGUES, M. **Sentido do número e organização de dados:** textos de apoio para educadores de infância. Lisboa: Ministério da Educação, 2008.

CEBOLA, G. Do número ao sentido do número. *In:* PONTE, J. P. et al. (Ed.). **Actividades de investigação na aprendizagem da matemática e na formação dos professores.** Lisboa: SEM-SPCE, 2002. p. 223-239.

DIENES, Z. P. **As seis etapas do processo de aprendizagem em matemática.** São Paulo: EPU, 1975.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Resumo técnico:* resultados do índice de desenvolvimento da educação básica 2005-2019. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas\\_e\\_indicadores/resultados\\_indice\\_desenvolvimento\\_educacao\\_basica\\_2019\\_resumo\\_tecnico.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resultados_indice_desenvolvimento_educacao_basica_2019_resumo_tecnico.pdf). Acesso em: 21 ago. 2022.

MACHADO, Nilson José. **Educação:** projetos e valores. 6. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. (Coleção Ensaio Transversais).

\_\_\_\_\_. Educação: seis propostas para o próximo milênio. **Pensamento & Realidade**, São Paulo, v. 4, 1999. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/view/8582/6380>. Acesso em: 16 ago. 2022.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). *Principles and standards for school mathematics.* Reston: NCTM, 2000.

ORTIGÃO, M. I. R.; SANTOS, M. J. C.; LIMA, R. Letramento em Matemática no PISA: o que sabem e podem fazer os estudantes? **Zetetike**, v. 26, n. 2, p. 375-389, 2018.

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

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade:** problemas do ensino da matemática na escola elementar. Curitiba: UFPR, 2009.

\_\_\_\_\_. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, p. 15-27, 2011. Número Especial.

## ***Output, Noticing e Monitoramento em função da aquisição de L2: Uma investigação das noções e aplicabilidade no processo de aprendizagem***

---

---

***Marcos Antonio Gomes Lima Filho<sup>20</sup>***

***Fernanda Gerbis Felipe Lacerda<sup>21</sup>***

### **Introdução**

É considerável o número de hipóteses, modelos e teorias elaboradas em torno das necessidades que surgem na prática de ensino de línguas estrangeiras. Apesar do campo de estudos em aquisição de LE não ser popularmente conhecido e disseminado, existem inúmeras contribuições oriundas da contemplação dos meios pelos quais o cérebro humano processa uma língua estrangeira, negocia sentidos na interação entre sua língua materna e a língua alvo e produz eficientemente um sistema que não é seu. A busca pela compreensão dos mecanismos e singularidades deste processo de aquisição, a descrição das possibilidades e dos potenciais limites da faculdade linguística e a caracterização da natureza do conhecimento adquirido por um falante de LE constituem estudos definitivamente relevantes para nós, profissionais envolvidos na prática, que atraem pesquisadores há décadas. São estudos complementares aos estudos sobre as formas de ensinar, as circunstâncias que facilitam ou prejudicam o ensino e a aprendizagem, e as competências que o profissional envolvido no ensino de uma determinada língua deve desenvolver, para acentuar a atenção às possibilidades do seu trabalho.

Assim que se consolidou como área de conhecimento, nas décadas de 1960 e 1970, os estudos voltados para aquisição de segunda língua consistiam simplesmente em uma subárea da linguística aplicada, uma vez

---

<sup>20</sup> Licenciando em Letras Português-Italiano pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. *E-mail: marcosantonio@letras.ufrj.br*

<sup>21</sup> Pós doutoranda pela UFRJ - Faculdade de Letras - Programa de Pós graduação em Ciência da Literatura (PACC) e Università degli Studi Gabriele D'Annunzio - Pescara - Itália (Bolsista pelo Ministério das Relações Exteriores (MAECI). *E-mail: fernandagerbis@letras.ufrj.br*

que seu almejo essencial era esclarecer as informações úteis para o ensino de línguas adicionais, somente. Entretanto, durante sua evolução, sua relação com o ensino de língua estrangeira foi tido como uma das tantas possibilidades dos estudos em aquisição, não sendo, portanto, adequado igualar a disciplina à prática de ensino.

Seu caráter científico e o fato de, atualmente, ser compreendida como um empreendimento que vai de encontro dos propósitos das ciências cognitivas, faz com que a área de aquisição de segunda língua para nós, interessados pela aplicabilidade das teorias desenvolvidas, seja indispensável para a reflexão sobre questões de metodologias para o ensino/aprendizagem de LE e para o planejamento de programas de ensino dessas línguas. E, além disso, por ter seu escopo direcionado especialmente ao desvendamento da aprendizagem - que diz respeito ao processo de aquisição do aluno e não à práxis do professor-, pode se mostrar como um operativo mediador no rastreamento das questões relativas aos problemas de recepção e ao uso das informações linguísticas, às quais os aprendizes são expostos ao longo do processo de aquisição.

Nesse sentido, a proposta deste material em apresentar algumas hipóteses e sua aplicabilidade no desenvolvimento da interlíngua do aluno é ratificar que, apesar da aprendizagem ser naturalmente individual, ela segue determinados padrões e que as teorias de base fundamentadas para o melhor entendimento do funcionamento do cérebro de um aprendiz de língua estrangeira podem, sim, dar origem a excelentes estratégias de potencialização desse percurso de aprendizagem, tendo em vista a variabilidade sistemática nos diversos tipos de comportamentos cognitivos, no caráter e nas aptidões dos humanos.

### **A Hipótese do *Output* ou da lingualização**

No processo de aprendizagem de línguas estrangeiras, compartilhamos da convicção de que quando aprendizes são impulsionados a uma produção mais precisa da língua alvo, esse esforço consciente os ajuda a desenvolver sua interlíngua, levando-os também à aprendizagem de novos aspectos linguísticos. A hipótese da produção compreensível ou *output* (SWAIN, 1995) prevê que ao aplicar um esforço maior para produzir sua mensagem, com maior precisão, os aprendizes são capazes de perceber o que não sabem ou sabem parcialmente e, a partir dessa iniciativa voluntária de consciência sobre o uso de língua, tornam-se aptos e, conseqüentemente, mais propensos a mudar do processamento semântico para o sintático necessário a uma produção linguística mais adequada.

Parece-me que a importância do *Output* para a aprendizagem pode parecer que leva os alunos a processar a linguagem mais profundamente - com mais esforço mental - do que o *Input*. Com o *Output*, o aluno está no controle. Ao falar ou escrever, os alunos podem "esticar" sua interlíngua para atingir objetivos comunicativos. Para produzir, os alunos precisam fazer alguma coisa. Eles precisam criar forma e significado linguísticos e, ao fazê-lo, descobrir o que podem e o que não podem fazer. O *Output* pode estimular os alunos a passar do processamento semântico, aberto e estratégico predominante na compreensão para o processamento gramatical completo necessário para uma produção precisa. A produção significativa de linguagem dos alunos parece, assim, ter um papel potencialmente significativo no desenvolvimento da linguagem. (SWAIN, 2017, p. 99, tradução nossa)<sup>22</sup>

Considerando a perspectiva sociocultural da aprendizagem (VYGOTSKY, 1978), Swain levanta a hipótese de que a produção linguística não pode ser vista unicamente como uma mensagem a ser transmitida, mas ela é também uma ferramenta cognitiva. Quando os aprendizes em estágio de interlíngua produzem, com atenção voltada às suas decisões e escolhas linguísticas para formular uma mensagem, eles ativam seus recursos cognitivos, a fim de refletir sobre sua produção, buscando soluções mais adequadas para seus desvios.

A fim de refletir ainda mais esse papel da produção linguística como ferramenta cognitiva, no processo de aprendizagem de língua estrangeira, o termo *languageing* (SWAIN, 2017), em português lingualização, tem sido cunhado desde que a pesquisadora reavaliou o termo *output*. Isso ocorreu devido às suas outras nuances semânticas que podem indicar “resultado”, dando a entender de que se trata “do que o aprendiz aprendeu” como estágio final da aprendizagem, quando, na verdade, o *output* é parte do processo e não um mero produto.

---

*22 It seems to me that the importance of output to learning could be that output pushes learners to process language more deeply- with more mental effort- than does input. With output, the learner is in control. In speaking or writing, learners can 'stretch' their interlanguage to meet communicative goals. To produce, learners need to do something. They need to create linguistic form and meaning, and in so doing, discover what they can and cannot do. Output may stimulate learners to move from the semantic, open-ended, strategic processing prevalent in comprehension to the complete grammatical processing needed for accurate production. Students' meaningful production of language output--would thus seem to have a potentially significant role in language development. (SWAIN, 2017, p. 99)*

Languaging [...] refere-se ao processo de fazer sentido e de moldar o conhecimento e a experiência por meio da linguagem. Faz parte do que constitui a aprendizagem. Falar sobre a linguagem é uma das maneiras de aprendermos a linguagem (SWAIN, 2005, p. 151)<sup>23</sup>.

Assim, tendo em vista que a autora ressignifica o conceito de *output*, até então entendido como auxiliar para a viabilização do *input* compreensível - aquilo que o aluno recebe e facilmente decodifica da língua alvo -, as hipóteses começam a tomar um rumo diferente: o de comprovar, como menciona Paiva (2014, p.166), que fornecer oportunidades para o aprendiz fazer uso significativo de seus recursos linguísticos, coloca-os no controle de sua aprendizagem. Ao escrever, por exemplo, o aprendiz está agindo conscientemente com a língua, abrindo margem para o automonitoramento, o qual torna mais claro o que são ou não são capazes de fazer com a linguagem e as razões intrínsecas a isso.

A hipótese do *Output* ou *Lingualização* têm três funções basilares: percepção (*noticing*), testagem de hipóteses (*hypothesis testing*) e reflexão sobre a linguagem (*metalinguistic reflection*). Para a autora, *input* e *output* devem ocorrer juntos: além dos estímulos que o aprendiz recebe (*input*), ele deve testar-se e pode modificar o *output*. Aqui, vamos nos limitar aos aspectos e funcionalidades da primeira função mencionada.

### **A Função da percepção (*noticing*)**

Na visão de Swain (1995, p.125-126), a função da percepção consiste em perceber a lacuna entre o que querem dizer e o que conseguem dizer, levando-os com exatidão até que ponto conhecem determinado uso da língua alvo. É no que acredita Schmidt (2001, p.5), quando alega que o *input* não se torna ingestão para a aprendizagem da língua, a menos que se perceba, isto é, conscientemente, sua própria produção.

Swain (2017, p.100) esclarece que há diversos tipos de percepção, como, por exemplo, notar que algo na LE (língua estrangeira) é recorrente ou prevalente, que algo é diferente em comparação à língua materna ou perceber que não consegue se expressar bem durante sua produção. Na medida em que são engajados a buscar maneiras de entender estas lacunas com instrumentos que possibilitem esse entendimento, o aprendizado ocorre com maior adesão. A proposta da função da percepção é dar ao sujeito do processo de aprendizagem de uma LE condições de observar,

---

<sup>23</sup> *Languaging [...] refers to the process of making sense and shaping knowledge and experience through language. It is part of what constitutes learning. Talking about language is one of the ways we learn language.* (SWAIN, 2005: 151).

cognitivamente, aspectos linguísticos. Nessa situação, a consciência sobre a língua e a atenção dinâmica aos seus componentes colaboram para a internalização da língua e para a construção do *intake*, isto é, o insumo linguístico absorvido.

Como requisito mínimo para o emprego do *Noticing*, Schmidt (2001) corrobora que é necessário atrair a atenção do aprendiz aos elementos gramaticais mais relevantes no insumo a um nível maior do que um simples prelúdio de consciência subjetiva. É indispensável que o aprendiz protagonize o manuseio desses elementos, para que os fatores internos do aprendiz (motivação, estilo de aprendizagem, bagagem da língua-alvo, nível de processamento) sejam aliados ao *Noticing*.

Portanto, vale ressaltar que, em linhas gerais, a ideia defendida pela teoria da função da percepção (*Noticing*) é a de que o aprendiz de uma segunda língua descobre, progressivamente, aspectos linguísticos da língua alvo através da exposição aos seus insumos. Alguns recursos podem contribuir, de acordo com Schmidt (1990, p.147) para uma maior tendência de percepção de itens do *input*, a saber: *a frequência da ocorrência dos itens; a saliência perceptual dos itens; estratégias de ensino que capturem a atenção do aprendiz*; assim que os capta, é estabelecido um processo de ordenação com a nova língua, podendo então, participar ativamente das circunstâncias comunicativas em que será inserido.

### ***Output e Noticing: desencadeando a estratégia metacognitiva de automonitoramento***

O exercício de *noticing* aliado aos princípios da Linguização, que dá enfoque a produção linguística do aprendiz de LE, pode desencadear um processo reflexivo que demandará um maior esforço em termos de autogerenciamento dos conhecimentos. Este esforço pode ser chamado de ferramenta metacognitiva de automonitoramento (OXFORD, 1990). Para Oxford (1990, p. 136), as ferramentas metacognitivas são “ações que vão além de artifícios puramente cognitivos e que trazem aos aprendizes um meio para coordenarem seus próprios processos de aprendizagem”. O automonitoramento pode acontecer durante a reação à ambiguidade na compreensão da língua alvo quando um aprendiz seleciona uma melhor forma para um significado, baseado nas informações disponíveis, ou também quando o aprendiz tenta produzir seu próprio entendimento sobre um item linguístico, com o qual está inseguro quanto ao uso.

De modo geral, tais ferramentas envolvem planejamento, monitoramento, avaliação e atenção seletiva da parte do aprendiz, que precisa se comprometer com a análise do seu desempenho linguístico,

seguindo instruções de seu mediador, de maneira que alcance estágio consciente tanto das decisões que levaram aos desvios quanto da adequação de suas modificações.

No nicho de aulas particulares ministradas em modalidade online, muitos são os fatores que colaboram para um ótimo aproveitamento das aptidões de um aprendiz, em função da aquisição de uma língua estrangeira. O aluno, além de ter o privilégio de não precisar compartilhar seu tempo com outros aprendizes, o que facilita a relação dialógica entre professor e aluno na retirada de dúvidas e resolução de problemas, também diminui a incidência dos problemas causados pela falta de motivação, autoconfiança e ansiedade do aluno - os quais constituem a hipótese do filtro afetivo de Krashen (1981) - , oriundos da interação com grupos mais numerosos.

Entretanto, não são necessariamente esses fatores que contribuem para o avanço no uso efetivo da língua alvo, mas o comprometimento dos aprendizes com as ferramentas metodológicas aplicadas pelo professor, em função da produção espontânea dos alunos. As hipóteses aqui discutidas são exemplos de estratégias que podem ser implementadas em tarefas durante a aula que requeiram dos aprendizes concentração, criatividade e consciência, como uma produção textual mediada, pela qual os alunos possam reproduzir a maneira como processam o sistema da língua que estão aprendendo e, ao mesmo tempo, monitorar sua interlíngua, fazendo comparações com a língua materna, associações com regras e estruturas familiares e, até mesmo, resgatar conhecimentos basilares que possuam uma recorrência grande ao longo da escrita.

É possível dizer que a escrita é o pontapé inicial ideal para trabalhar a produção linguística por meio de *Noticing*, pois o aluno tem mais tempo para refletir sobre suas decisões e revisá-las, já que não se perdem rapidamente, como na produção oral, e estão agindo a favor não só do aperfeiçoamento da competência escrita, mas também, tacitamente, da sua competência oral, que sofre fortes influências, na medida em que o aluno vai criando vínculos mais fortes com estruturas e itens conscientemente utilizados, levando em consideração Swain (1993, p. 169)

## **Conclusão**

Neste artigo, buscou-se, inicialmente e de modo sucinto, traçar um percurso histórico a respeito do campo da linguística aplicada que estuda os fenômenos psicolinguísticos envolvidos no empreendimento da aquisição de uma segunda língua. Este campo de estudos, que por muito tempo se voltava às questões didáticas do ensino de línguas estrangeiras, hoje se ramifica em diversos escopos diferentes, a maioria com enfoque em investigações a

respeito do processamento cerebral de usuários não nativos ao adquirir uma língua cujo sistema não é familiar. É necessário que o leitor entenda qual é o verdadeiro compromisso da área bem como sua expansão para estudos mais aprofundados da faculdade da linguagem, dando prioridade ao desempenho do aprendiz. Isso pode contribuir ainda mais para a compreensão do que acontece em sala de aula e, conseqüentemente, para a consolidação de profissionais mais preparados para mediar uma aprendizagem fundamentada em comprovações científicas.

Existem inúmeros testes realizados no Brasil e no exterior que comprovam a aplicabilidade das noções que norteiam as hipóteses descritas aqui de maneira basilar. Ambas as hipóteses, tanto a do *output* quanto a do *noticing*, são resultados de décadas de estudo e pertencem ao rol das várias possibilidades que o campo da aquisição de segunda língua e da linguística descritiva proporciona para tornar ainda mais precisa e adequada, tanto a prática docente quanto a prática discente.

Tomemos como exemplo o *Noticing*, pelo qual a percepção e o registro, ações aconselháveis, e diga-se de passagem, não tão científicas, geram efeitos comprovadamente impressionantes no processo de aprendizagem. Só através de um estudo investigatório, que rastreia as implicações de tais hábitos atencionais e instrucionais seria capaz de conferir valor ao fenômeno por meio da conclusão de que, ao perceber e registrar alguma informação nova, durante a exposição da língua alvo, o aprendiz possibilita que o conhecimento linguístico desta informação nova se internalize, levando-o assim, à possibilidade de, em uma situação futura, externalizar o seu aprendizado através da produção oral e/ou escrita da língua alvo (*output*), mostrando, então, que o processo de aprendizado realmente ocorreu.

Em síntese, é de alta relevância para a área da educação de línguas estrangeiras, que possui um papel de grande importância para o desenvolvimento individual e coletivo das sociedades, divulgar o que tem-se descoberto e produzido com a pesquisa científica de diversos estudiosos da ampla área da Linguística Aplicada. Assim, alcançando cada vez mais profissionais que precisam se especializar e conhecer melhor a área em que atuam, disseminamos o conhecimento e continuamos garantindo que o background teórico dos profissionais em formação ou já atuantes esteja sempre atualizado.

## **Referências**

KRASHEN, S. **Second language acquisition and second language learning**. Oxford: Pergamon Press. 1981. Disponível em:

[http://www.sdkrashen.com/content/books/sl\\_acquisition\\_and\\_learning.pdf](http://www.sdkrashen.com/content/books/sl_acquisition_and_learning.pdf). Acesso em: 10 ago. 2022.

OXFORD, R. **Language Learning Strategies: What Every Teacher Should Know**. New York: Newbury House Publishers, 1990.

PAIVA, V. L. M. O. **Aquisição de segunda língua**. São Paulo: Parábola, 2014.

SCHMIDT, R. W. **Attention**. In: ROBINSON, P. (ed.). **Cognition and second language instruction**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 3-32. Disponível em: <http://nflrc.hawaii.edu/PDFs/SCHMIDT%20attention.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SCHMIDT, R. W. **The role of consciousness in second language learning**. *Applied Linguistics*, v. 11, n. 2, p. 129-158, 1990.

SCHMIDT, R. W. **Consciousness and foreign language learning: A tutorial on the role of attention and awareness in learning**. In R. Schmidt (Ed.), **Attention and awareness in foreign language learning** (pp. 1-63). University of Hawaii. 1995.

SCHMIDT, R. **Awareness and second language acquisition**. *Annual Review of Applied linguistics*, 13, 206-226, 1993.

SWAIN, M. **The Output Hypothesis: Just Speaking and Writing Aren't Enough**. *Canadian Modern Language Review*, v. 50, n. 1, p. 159-164, 1993.

SWAIN, M. Three functions of output in second language learning. In: COOK, G.; SEIDLHOFER, B. (ed.). **Principle and Practice in Applied Linguistics studies in Honour of H.G. Widdowson**. Oxford University Press, p. 125-144, 1995.

SWAIN, M. The Output Hypothesis: Theory and Research. In: HINKEL, E. (org.). **Handbook of Research in Second Language Teaching and Learning**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, p. 150-155, 2005.

SWAIN, M. The output hypothesis and beyond: Meditating acquisition through collaborative dialogue. In: LANTOLF, J. P. **Sociocultural theory and second language learning**. Oxford: Oxford University Press, p. 97-114, 2017.

## ***Tecnologias no ensino: a sociedade da aprendizagem***

***Maria Ângela Lourençon<sup>24</sup>***

*(...) educação é um processo de empoderamento. É uma resposta a um eterno desafio humano (HAMILTON, 2002, p. 196).*

### **Tempos de pandemia**

Os anos de 2020 e 2021 foram atípicos para o setor Educacional, tanto quanto para toda a sociedade ao redor do mundo. Adaptação foi uma necessidade premente em todos os setores e seguimentos em razão da necessidade do cumprimento das medidas contingenciais de saúde pública como, por exemplo, o distanciamento social. No caso particular da Educação, foi vivenciado o isolamento social de forma que as salas de aula se tornaram, repentinamente, virtuais. Nem mesmo houve possibilidade de hibridismo como procedimento de ensino. Notadamente, a complexidade inédita que aproximou de forma considerável parte da população do setor educacional das ferramentas tecnológicas, providenciou, em contrapartida, ao setor de pesquisa em educação, a emergência de melhor compreensão acerca da complexidade instalada na ocasião.

Assim, uma coleta de dados<sup>25</sup> realizada no ano de 2020, durante a pandemia de COVID-19, pela Fundação Carlos Chagas<sup>26</sup> em parceria com a Unesco, revelou que o envio de atividades impressas aos estudantes foi a

---

<sup>24</sup> Doutora em Psicologia Educacional. Docente da Universidade Paulista – UNIP – campus Campinas. *E-mail: maryanlouren@uol.com.br*

<sup>25</sup> Período de coleta: 30 de abril a 10 de maio de 2020. Participaram 14.285 docentes (distribuídos entre as 27 unidades da federação), cujo perfil era: 80,5% mulheres; 64,6% brancas; 50,6% atuam na rede estatal; 57,3% lecionam no ensino fundamental. Metade das pessoas que responderam acumulam mais de 15 anos de atuação profissional, trabalham em dois períodos e 44% apresentam uma jornada entre 31 a 40 horas semanais. O questionário continha 24 perguntas fechadas e duas abertas.

<sup>26</sup> Uma súmula dos resultados da pesquisa da Fundação Carlos Chagas realizada em 2020 em parceria com a Unesco está disponível para download. Acesse: LOURENÇONI, M. A. Um retrato da educação em tempos de tecnologia e pandemia. Blog Maria Angela Lourençon, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3pjFH2F>. Acesso em: 15 ago. 2022

estratégia utilizada por apenas 37,2% dos docentes. Por outro lado, as aulas ao vivo (online) foram desenvolvidas por um contingente ainda menor de professores: 29,8%.

Qual foi, então, o sistema remoto mais utilizado para viabilizar a educação na ocasião? Segundo a pesquisa citada, foram as redes sociais (77,4%) e os sites das secretarias de educação (47,5%) para distribuição de material de ensino-aprendizagem. Na ocasião, 38,3% dos educadores disponibilizaram aulas gravadas. A visão para o outro lado da conexão entre educador e educando é de que 49,3% de professores e professoras participantes da pesquisa apontaram que, em suas percepções, apenas uma parte de seus alunos conseguiam realizar as atividades, ou seja, a expectativa em relação à aprendizagem diminuiu praticamente à metade.

### **O ensino híbrido**

Alguns efeitos da suspensão das aulas presenciais podem vir a contribuir com o debate sobre o ensino híbrido: 45,6% dos professores relataram um aumento na relação da escola com as famílias e 47,2% comentaram sobre uma noção de maior vínculo do próprio aluno com a sua família. Tais dados tornam a reflexão sobre como as ferramentas de acesso virtual ao aluno, como meio de procedimento de ensino, uma premissa. O ensino híbrido pode tomar parte do cotidiano escolar com maior escala e com melhores efeitos pedagógicos e educacionais?

O ensino híbrido no universo educacional atua em sintonia com a opção sustentada de modernização dos processos educacionais para tornar a sala de aula mais acessível, adaptável e conveniente às mais diferentes realidades que estejam nutridas pelo acesso à tecnologia. No movimento de aulas síncronas, educador e estudantes estão separados de um espaço físico comum, contudo, simultaneamente conectados (utilizando de chats, fóruns, webconferências ou com acesso a plataformas sociais interativas de redes sociais). Já nas aulas assíncronas, os estudantes e professores estão distanciados entre si em termos de espaço físico comum e de tempo. Isto é, na modalidade assíncrona, a interação pode ser mediada por aplicativos de mensagens que não serão instantaneamente convertidas em interação, tal qual a ferramenta de e-mail (PEIXOTO, 2020).

O desafio de uma nova era educacional, para além de vencer as barreiras de acessibilidade digital nas mais diferentes camadas da estratificação social, consiste em diagnosticar as competências de formação docente e de modelos instrucionais do sistema educacional capaz de atender os pré-requisitos do cenário educacional, da cultura digital do educador e do

educando, bem como de seleção das mídias cabíveis a essas variáveis, a partir de um bom projeto de curso no qual (TORI, 2016, p. 49):

[...] a escolha da mídia a utilizar em determinada atividade de aprendizagem deve ser consequência de um processo de design educacional e não o ponto de partida. Para realizarem-se boas escolhas e bom uso da tecnologia é preciso antes de tudo conhecer muito bem as mídias disponíveis, a cultura das mídias, suas características, potencial e limitações.

Morán (2013) reforça que toda a sociedade, na contemporaneidade, é, simultaneamente, produtora e consumidora de informação e de conhecimento. A classificação para ambientes virtuais de aprendizagem está disposta nas seguintes categorias (MUNHOZ, 2019, p. 15):

- b-learning: ambiente semipresencial.
- e-learning: ambiente não presencial.
- m-learning: utiliza como meio os dispositivos móveis.
- u-learning: por ubiquidade, ou seja, desenvolve a aprendizagem de forma concomitante a outras atividades.

Fator crítico da sociedade da aprendizagem, de acordo com Hamilton (2002), foi ter estabelecido o princípio da aprendizagem em linha, ou aprendizagem eletrônica. Segundo o autor, que contemporiza a eliminação das distâncias e da rigidez de horários, essa nova era da escolaridade promove também o definhamento da didática e quase que a extinção da razão-proporção da relação professor-aluno. A aprendizagem eletrônica se caracteriza pelo momento instrucional, ou seja, mais focado nas informações, nas habilidades que prevalecem para alimentar o cenário econômico e na qualidade intelectual de capacidade: é o aprender a aprender. Esse momento instrucional mais do que o ensino, de acordo com o autor, é marcado pelo processo em que o conhecimento se torna uma doutrina indesejada.

David Hamilton é um desses autores modernos sobre educação que nos orienta à uma ação prático-reflexiva. Um ponto de partida para o ensino numa sociedade segmentada e desigual é o de que a aprendizagem em linha não se torne refém dos dispositivos de usuários, cuja atenção e interação precisam ser cativadas como um procedimento de marketing. Hamilton (2002) assume que a nova ordem sociodigital tem condições de ser funcional, mas não pode ceder o espaço pedagógico tão somente para o *design digital*. Isso implica saber que, para espaços híbridos de aprendizagem, a competência do docente é efetivamente dimensionada pelo melhor uso dos

recursos tecnológicos, a fim de ampliar o potencial de ensino e da aprendizagem.

A própria tecnologia, assim como o ensino híbrido, que mescla ferramental técnico de ensino enredado antes apenas no contexto pessoal para o universo virtual, está se tornando um lugar de revisão de pressupostos relevantes. A exemplo da lousa, que foi incorporada ao sistema educacional, as tecnologias digitais atualmente avançam sobre esse ambiente, não de forma universal e igualitária, como bem se nota.

Contudo, Borba (2020) argumenta que as tecnologias digitais incorporadas ao sistema educacional vêm evoluindo da sua versão antiga, que era compreendida como exclusivamente oral. Essa versão de aprendiz se desenvolveu, nas tecnologias digitais, para uma versão de formalização do aprendizado a partir da escrita e, agora, a escrita digital. Essa última versão é nomeada *ser-humano-informática*, como postula o autor.

Penteado (2020) destaca que as próprias relações interpessoais mediadas pelas tecnologias no contexto educacional favorecem novos caminhos comunicativos na relação professor-aluno. Para a autora, a ferramenta tecnológica altera, de forma significativa, o ambiente de sala de aula, exigindo revisão das hierarquias (face estrutural das relações com base em sistema de poder) e das prioridades.

O notável pertencimento às mediações tecnológicas nos sistemas de ensino providencia novos estilos de conhecimento. A estrutura do ambiente de ensino-aprendizagem se dá diante de um hipertexto (projeto pedagógico, escola, sociedade, computador, aluno, regras institucionais, entre outros aspectos) em franco estado de conectividade (PENTEADO, 2020). Nesse caso, como parte dessa extensa rede, o professor terá de lidar com novas necessidades que podem impor formas diferenciadas de executar a prática docente, com novos ritmos (decorrentes da alta velocidade), e com a ativação de diversidade de opções para situações já experimentadas fora do contexto da extensão virtual.

Skovsmose e Borba (2004) definem que exigências curriculares com pouca variação de estrutura no ambiente de ensino-aprendizagem tornam a imaginação pedagógica – normalmente vinculada à prática docente – um tanto limitada. Talvez esse fator de natureza do contexto educacional seja um ponto de vista estimulante para a inserção de estratégias didáticas inovadoras com ensino híbrido.

### **Tecnologias no ensino da Matemática**

A inserção de computadores no ensino da matemática data de 1980 e vem avançando ao longo das inovações tecnológicas. De acordo com relato

histórico de Borba, Silva e Gadanidis (2020), na primeira fase das tecnologias computacionais, em meados de 1985, o ensino da matemática deu seus primeiros passos na era de TI (tecnologias de informática), no ambiente de sala de aula, com o software Logo, incorporando o ensino de objetos geométricos. Tal movimento é também seguido por meio da iniciativa do MEC, pela implantação do Educom, projeto-piloto de laboratórios de informática nas escolas. Na segunda fase, perto da década de 1990, quando os computadores pessoais (PC's) tornaram-se uma realidade factível para uma parcela da população, os softwares educacionais emergiram, como por exemplo: Winplot, Fun e Graphmatica (funções), Cabri e Géométricks (geometria dinâmica) e Maple (computação algébrica).

Os softwares de geometria dinâmica (GD), conforme relatam Borba, Silva e Gadanidis (2020), agenciaram a expertise de investigação matemática enquanto se propunha à construção de objetos, facilitando os conceitos e propiciando conhecimentos matemáticos. Esse recurso, segundo os autores, principiou uma inovação na demonstração em matemática, aprofundou o debate de enfrentamento das novas tecnologias para a educação matemática, qualificando o senso de coletividade para um dispositivo de *seres-humanos-com-mídias*. Essas mídias são as ferramentas que estruturam e dimensionam o ser inteligente e a inteligência em uso, como o lápis e papel, um software, a internet (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Ainda na segunda fase, em contribuição para a dinamicidade das noções matemáticas para práticas de ensino de matemática no ensino médio, surge como mídia relevante para o ensino de derivadas o software GeoGebra (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2020). Pouco antes da entrada do século XXI, tem início uma terceira fase, que está alicerçada no aumento da capacidade comunicacional provida pela internet. Nessa fase é que se adentram as tecnologias de informação e comunicação (TICs). Essa condição é um fator revolucionário para o ensino e acarretou transformações na disponibilização de cursos online, alinhando várias estruturas midiáticas (chats, fóruns e sites, como blogs, e-mails): estava inaugurada a multiplicidade das conexões e viabilizada a cooperação de pensamento.

Dessa etapa múltipla para a quarta fase, com aumento da velocidade da internet, por volta de 2004, marca-se uma nova evolução. Tal ajuste na rapidez providenciou o ajustamento do tempo real nas relações à distância, favorecido pelas tecnologias digitais (TD), nas quais estão indexadas as redes sociais e os canais de emissão, e transmissão online, permitindo melhores dinâmicas interativas que a do Skype (mídia interativa mais representativa da terceira fase). Nesse movimento de vastidão acelerada da conectividade humana – caracterizada por amplitude de abrangência e

velocidade – o recurso tecnológico do ensino assume uma originalidade ímpar: pensar-com-tecnologia (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2020).

Quadro 1 – Fases das Tecnologias e aplicações sociais-educacionais

|  | 1ª fase (1985)                                   | 2ª fase (início 1990)  | 3ª fase (1999)   | 4ª fase (2004)   |
|--|--|--|--|--|
| Tecnologias                                | Computadores; calculadoras simples e científicas | Computadores (popularização); calculadoras gráficas  | Computadores; laptops e internet   | Computadores; laptops; internet; tablets; telefones; celulares; internet rápida.   |
| Natureza (base tecnológica das atividades) | Logo Programação                                 | Geometria dinâmica (Cabri Géomètre; Geometricricks); múltiplas representações de funções (Winplot, Fun, Mathematica); CAS (Maple); jogos   | Teleduc; e-mail; chat; fórum; Google.  | GeoGebra; objetos virtuais de aprendizagem; applets; vídeos; YouTube; WolframAlpha; Wikipédia; Facebook; ICZ; Second Life; Moodle                        |
| Perspectivas (noções teóricas)             | Construcionismo                                  | Experimentação, visualização e demonstração; zona de risco; conectividade; ciclo de aprendizagem construcionista; seres-humanos-com-mídias | Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem | Multimodalidade; telepresença; interatividade; internet em sala de aula; produção e compartilhamento online de vídeos; performance em matemática digital |
| Terminologia                               | Tecnologias de Informática (TI)                  | TI; software educacional; tecnologia educativa   | Tecnologias da informação e comunicação (TIC)  | Tecnologias digitais (TD); tecnologias móveis (portáteis).   |

Adaptado de: Borba, Silva e Gadanidis (2020).

## **Tecnologias e o ambiente educativo**

As mudanças digitais dos últimos anos, sobretudo em razão dos efeitos do distanciamento social como prática preventiva para gestão de crise sanitária da covid-19, instituíram alguns avanços que podem se tornar definitivos para a educação. Esse fator remete essa ciência a um florescer do sistema de ensino remoto, formato esse que favoreceu a inclusão digital de muitos docentes, bem como a exclusão do ambiente presencial, tanto quanto do virtual de aprendizagem para outros incontáveis discentes, no agravante território da desigualdade social. A falta de acessibilidade universal aos recursos tecnológicos circunscreve um mapa de contornos não muito bem definidos para utilização de TD no setor educacional e, mesmo após a forte imposição circunstancial do ensino remoto na fase da pandemia, escancarou as sólidas diferenças de acessibilidade para sociedade e na educação.

Em tempos atuais, é sabido que tecnologia, informação, educação, cultura e sociedade seguem caminhando juntas e traçam o paralelo da convergência em rede. A inovação é uma presença persistente no âmbito da conectividade, tomando os contornos de realidade aumentada, que se distingue da realidade virtual em razão da sua presteza: aumentar o conhecimento de mundo.

O QR code, ou código bidimensional, que garante o armazenamento de informação muito maior do que o código de barras, ressignificou a interação com objetos de forma real e virtual. Códigos 2D são o marco da socialização da realidade aumentada ainda em fase de expansão em aplicações, sendo a educação uma delas. E por qual razão? Graças à possibilidade de oferecer experiências perceptuais mais ricas, tornando o aprendizado um processo exploratório consciente (STEUER, 1992).

Obviamente, o investimento para este tipo de tecnologia ainda parece distante dos ambientes formais de aprendizagem e inacessíveis aos países de desenvolvimento econômico emergente. Embora estudantes de ensino fundamental e médio no país estejam cercados de tecnologias com as quais interagem em situações cotidianas, ainda se faz “necessário que os profissionais da educação ressignifiquem e inovem a sua didática para transferência do conhecimento, de modo a valorizar o seu processo de produção (Souza et al., 2021, p. 5).

Para além da acessibilidade, ainda que as ferramentas tecnológicas tenham se tornado mais conhecidas dos educadores - a partir do advento da pandemia -, o que se destaca é a necessidade de reformulação das metodologias didáticas diante de opções tecnológicas mais adequadas para cada conteúdo da grade curricular. Os recursos digitais por si só não são capazes de finalizar os desafios que circunscrevem o uso das tecnologias no

contexto educacional. Trata-se de um movimento docente no sentido da compreensão e, conseqüentemente, da melhor aplicação dos recursos tecnológicos, de forma a garantir a motivação, o desenvolvimento de habilidades, bem como o estímulo à autonomia de aprendizagem dos educandos.

### **Considerações finais**

De acordo com o educador Paulo Freire, é importante que as indagações persistam além da utilização dos equipamentos – quiçá das tecnologias neles disponibilizadas. A responsabilidade do docente, seguindo a trilha de raciocínio do educador, está na definição da utilidade da tecnologia a serviço de alguém, no caso, do educando. Trata-se de um empoderamento social e de exercício de cidadania para todos os atores da dinâmica institucional.

Além disso, ressalta-se o fator de relevância no contexto de utilização de recursos tecnológicos para fins educacionais: entender que o uso de suporte tecnológico no ensino deve gerar um movimento uniformizado e consistente dos educadores nas escolas, enquanto equipe de movimento educacional, a fim de evitar que alguns movimentos didáticos sejam realizados de forma isolada no contexto da educação institucional.

### **Referências**

BORBA, M. C. Tecnologias informáticas na Educação Matemática: reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Unesp Digital, 2020.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modelling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. Educação Escolar em tempos de pandemia. In: **Relatório de Atividades Educação e Pesquisa**, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/DNHxMmdZ>. Acesso em: 04 out. 2022.

FREIRE, P. A máquina está a serviço de quem? **Revista BITS**, 6, 1984. Disponível em: <https://bityli.com/WQoaYRwO>. Acesso em: 04 out. 2022.

HAMILTON, D. O Revivescimento da aprendizagem? **Educação & Sociedade**, Campinas, ano 23, n 78, abr. 2002. Disponível em <https://bit.ly/3plpx9a>. Acesso em: 15 ago. 2022

MORÁN, J. Educação híbrida: Um conceito-chave para a educação. In: BACICH, T. N. (org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2013.

MUNHOZ, A. S. **Aprendizagem ativa via tecnologias** [livro eletrônico]. Curitiba: Intersaberes, 2019

PEIXOTO, C. S. **Vai dar aulas on-line? Conheça os fundamentos da EaD**. Goiânia: Instituto Federal de Goiás, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3SVkv0i>. Acesso em: 16 ago. 2022.

PENTEADO, M. G. Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente In: BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Unesp Digital, 2020.

SKOVSMOSE, O.; BORBA, M. **Researching the socio-political dimensions of mathematics education**. Boston: Springer, 2004.

STEUER, J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. **Journal of Communication, Oxford**, v. 42, n. 4, p. 73–93, 1992.

SOUZA, et al. Acesso às tecnologias educacionais em instituições públicas: os desafios de inovar em tempos de pandemia no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021. Disponível em: <https://bityli.com/xbtUntyB>. Acesso em: 04 out. 2022.

TORI, R. Tecnologia e metodologia para uma educação sem distância. EmRede - **Revista De Educação a Distância**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 44-55, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3w4In8g>. Acesso em: 16 ago. 2022.

## ***Arte e Matemática: uma abordagem possível no estudo de funções elementares com o auxílio da calculadora gráfica Desmos***

---

---

**Ana Carolina Camargo Francisco<sup>27</sup>**

**Sandra Menezes<sup>28</sup>**

### **Introdução**

Este capítulo se inspira nas aulas da disciplina Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Superior ministradas pela primeira autora, a qual percebeu a falta de conhecimento, por parte dos alunos de assuntos elementares de Matemática, referente à Educação Básica, em particular, os relacionados a gráficos de funções básicas e equações. Em pesquisa investigativa com alunos de ensino médio, Magarinus (2013) relata que:

[...] a maioria dos alunos demonstra dificuldade em expressar suas ideias sobre o que representa uma função e qual o seu significado, tendo dificuldade inclusive em estabelecer as condições necessárias para que uma relação seja definida como uma função, bem como na análise de gráficos funcionais, e não fazem qualquer referência a aplicações práticas (MAGARINUS, 2013, p. 12).

Com o objetivo de tornar mais atraente e significativo o estudo de funções e equações como assunto introdutório à disciplina Cálculo Diferencial e Integral, é desenvolvida uma abordagem que une Matemática e Arte, usando diversos tipos de funções e equações para formar os mais variados desenhos.

Por intermédio da calculadora gráfica Desmos<sup>29</sup>, são apresentados aos alunos diversos tipos de funções e como formar desenhos com seus gráficos. Lazzarotto *et. al.* (2011, p. 45) afirmam que os alunos podem

---

<sup>27</sup> Professora Dr.<sup>a</sup>, Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – FATEC – Sorocaba. *E-mail: ana.francisco2@fatec.sp.gov.br*

<sup>28</sup> Professora Dr.<sup>a</sup>, GdS/Unicamp. *E-mail: sandra.smenezes@hotmail.com.br*

<sup>29</sup> é um software de Matemática dinâmico em formato de calculadora gráfica disponível gratuitamente que pode ser utilizado em diversos aparatos tecnológicos tanto *on-line* como *off-line*.

aprender de diversas formas, dentre elas, através da visualização, justificando a abordagem escolhida. Freitas et al. (2012,) complementam:

[...] as tecnologias de informação e comunicação, especialmente a internet, propiciam novas relações com o saber e produzem outras práticas de estudo e outras relações com o conhecimento escolar (FREITAS et al., 2012, p. 77).

Dentre os diferentes tipos de funções que são abordados estão as funções constante, afim (1º grau), polinomial do 2º grau, monômios, exponenciais, logarítmicas, seno e cosseno. A cada aula, um tipo diferente de função é apresentado, e seus parâmetros são analisados. Assim, é sugerido que o aluno construa um desenho usando funções já aprendidas até então, tornando-os protagonistas do processo de ensino e de aprendizagem.

A partir de formas básicas de cada função, é discutido como obter translações horizontais e verticais em seus gráficos ou ainda alterar seu comportamento deixando seu crescimento/decrescimento mais lento ou mais acentuado quando possível. Também são apresentadas equações de circunferências, elipses, hipérbolas e seus gráficos.

Com a experiência da primeira autora em trabalhar funções e equações, a partir da construção de desenhos com o apoio da calculadora gráfica Desmos, no Ensino Superior, buscamos, baseados nas mesmas ideias, promover esse uso para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e Médio, de forma a possibilitar uma melhor compreensão dos conteúdos matemáticos. Nesse sentido, propomos o minicurso para professores da Educação Básica “Fazendo arte com matemática – uso da calculadora gráfica Desmos”.

No presente capítulo, pretendemos compartilhar nossa experiência ao realizarmos o minicurso *online* com a plataforma Desmos, apresentando e discutindo as construções das tarefas propostas.

### **O ensino de Matemática com o uso das tecnologias na Educação Básica**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a importância do uso das tecnologias e indica que elas devem, cada vez mais, estar presentes nas atividades escolares. No entanto, a inserção das tecnologias digitais, na prática do professor, não garante mudanças ou mesmo que a aprendizagem terá êxito. Nesse sentido, concordamos com Miola e Figueredo (2017), quando relatam que

(...) um dos grandes desafios que os professores enfrentam é fazer uso das tecnologias digitais de forma pedagógica, problematizando seu uso e procurando mecanismos para criar situações que possam gerar

## ***Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia***

aprendizagens, uma vez que a diversificação e o acesso aos mesmos ocorrem de forma muito rápida e não podem ser desconsiderados (MIOLA; FIGUEREDO, 2017, p. 6)

Dessa forma, as tecnologias passam a ser uma aliada na aprendizagem dos alunos, possibilitando um ambiente tecnologicamente “(...) propício à exploração e ao desenvolvimento de conceitos matemáticos”, de acordo com Miskulin (2003, p. 8).

Ademais, ensinar Matemática com as tecnologias digitais confere ao professor criar possibilidades aos alunos ao investigar, conjecturar, fazer estimativas, estimular a curiosidade e desafiá-los sobre as ideias e conceitos apresentados, de modo a instigar o raciocínio matemático.

### **Referencial teórico**

Os autores Mishra e Koehler (2006) apresentam um referencial teórico que denominam Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo - TPACK, (sigla em inglês para *Technological Pedagogical Content Knowledge*), o qual descreve os conhecimentos necessários ao professor, para promover o uso pedagógico das tecnologias digitais na prática pedagógica, de maneira a potencializar a aprendizagem dos alunos.

De acordo com Mishra e Koehler (2006), existem três elementos importantes que aparecem em conjunto e em complexa interação num ambiente de ensino e de aprendizagem com o uso das tecnologias que são: a tecnologia, a pedagogia e o conteúdo. Esse modelo teórico pode ser compreendido para todas as áreas disciplinares e, nesse caso, consideramos para a disciplina de Matemática.

Com esse pensamento, Menezes (2022) acredita que é possível romper com a crença de que as tecnologias possam ser usadas não apenas como elemento de motivação, de modernização, ou, de suporte às aulas, mas também com elemento de mudança nos métodos e estratégias pedagógicas que promovam, nos alunos, a aquisição de novos conhecimentos.

### **Procedimentos Metodológicos do Minicurso**

O minicurso foi realizado de forma *online*, em sua primeira versão, como piloto, para os egressos de um curso de Especialização em Matemática, com o objetivo de verificar se a abordagem *online* com o *software* seria viável para o aprendizado e se as questões propostas referentes à exploração do conteúdo de funções abordadas eram coerentes. Nesse sentido, obtivemos algumas sugestões válidas que contribuíram para organizar, aprimorar e ajustar a nossa proposta inicial para a realização do trabalho.

O minicurso, de forma *online*, destinou-se a professores de Matemática da Educação Básica que se inscreveram em um encontro *online* de professores, utilizando o recurso do *google meet*, com duração de três horas. Teve como objetivo discutir e refletir com os professores os conceitos de algumas funções elementares, de maneira a familiarizar os alunos a respeito das variações gráficas ocasionadas por alterações nos coeficientes das funções abordadas, a partir da construção de desenhos, com o auxílio do recurso do Desmos.

Ele foi organizado da seguinte forma: no primeiro momento, realizamos uma conversa com o intuito de conhecer os participantes, de verificar o conhecimento deles sobre a calculadora Desmos e a abordagem de funções por meio da construção de desenhos. Logo em seguida, realizamos, de forma breve, uma introdução sobre a importância das tecnologias digitais no ensino de Matemática.

Dando continuidade, solicitamos que os participantes realizassem o cadastro na plataforma Desmos<sup>30</sup>: e, logo após, realizamos a familiarização e a exploração do software, mostrando as funções básicas e comandos principais, como por exemplo: traçar gráficos de funções; inserir equações e restrições no conjunto domínio e no conjunto imagem, por meio da entrada de uma expressão, como  $y = 2x + 3$ , ou, para tornar a visualização gráfica mais dinâmica, usar parâmetros no lugar das constantes.

No segundo momento, realizamos uma provocação com os participantes, apresentando dois desenhos: o desenho de um barco e o de um foguete, em separado. Assim, propusemos que eles identificassem quais equações e/ou funções poderiam ser usadas para elaborar aquelas imagens, de forma a promover, com os participantes, uma motivação para iniciar a construção das tarefas e o estudo de funções afins e quadráticas.

### **Apresentação e discussão das atividades do minicurso**

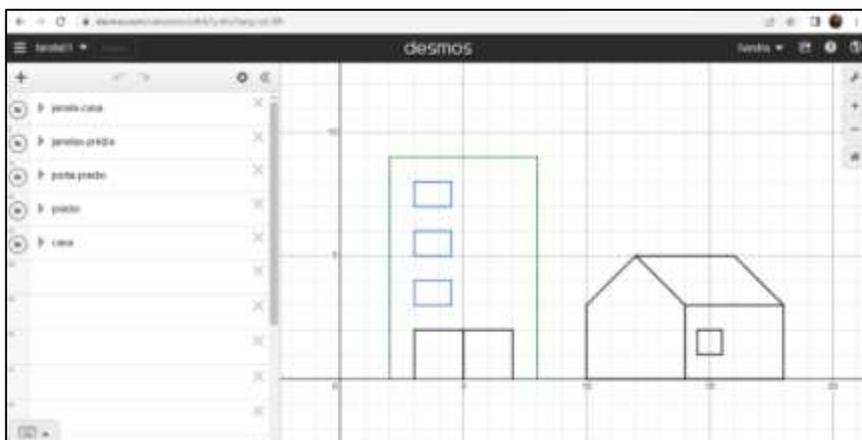
Neste capítulo, temos como proposta apresentar e discutir três tarefas que foram realizadas pelos participantes do minicurso. Dessa forma, logo depois de apresentar cada tarefa, disponibilizávamos o link para a construção do seu projeto. Depois da construção de cada projeto, propusemos algumas questões, que colocamos como sugestão, para promover uma discussão, como se pode averiguar a seguir:

**Tarefa 01:** <https://www.desmos.com/calculator/z4hk7ynths?lang=pt-BR>

---

<sup>30</sup> Link da plataforma: <https://www.desmos.com/calculator?lang=pt-BR>

Figura 1: Tarefa 1



Fonte: As autoras.

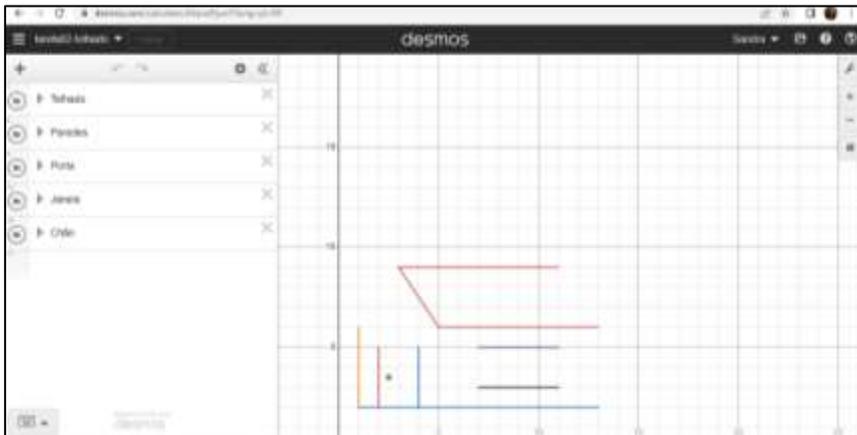
Na tarefa 1, figura 1, o projeto é para completar a casa e o prédio, seguindo as seguintes orientações: clique na pasta “janela-casa” e observe as equações que já existem para conseguir desenhar as que faltam. Da mesma forma, clique na pasta “janela-prédio” e complete as janelas que faltam. Agora vamos construir a porta da casa do desenho. Clique em +. Selecione “pasta”. Nomeie tal pasta, como por exemplo “porta-casa” e construa a porta da casa com equações. Após, propusemos as seguintes questões a serem exploradas:

- ✓ **Sugestões de questões a serem exploradas a partir da construção da tarefa:**
  1. O que podemos observar nessas equações?
  2. Todas as equações do desenho representam um gráfico de função? Justifique.
  3. Como podemos definir uma função?
  4. O que representam as restrições que colocamos nas equações, caso seja um gráfico de função?

**Tarefa 02:** <https://www.desmos.com/calculator/bkpw0tjue1?lang=pt-BR>

Na tarefa 2, figura 2, o projeto é para completar o telhado da casa. Nessa tarefa, consideramos importante revisar conceitos relacionados à função afim, lembrando que seu gráfico é uma reta, e ressaltando as relações entre os parâmetros dessa função e seu gráfico, como se observa a seguir:

Figura 2: Tarefa 2



Fonte: As autoras.

Também foram propostas questões a serem exploradas:

✓ **Sugestões de questões a serem exploradas a partir da tarefa:**

1. Observe o telhado construído e verifique se todas as equações das retas do telhado têm declividade? Se não, por quê?
2. O que representam essas declividades nas equações das retas?
3. Qual é o parâmetro que determina se a declividade da equação da reta é crescente ou decrescente?
4. Podemos dizer que as equações das retas que compõem o telhado representam o gráfico de uma função afim? Justifique sua resposta.

Na tarefa 3<sup>31</sup>, figura 3, o projeto é para construir uma paisagem, seguindo as seguintes orientações para a construção: (1) sol - equação da circunferência; (2) nuvem - quatro equações da circunferência com as devidas restrições para formar uma nuvem; (3) montanha - equação da parábola com as devidas restrições; (4) imagem da internet - precisa estar salva no computador ou no seu dispositivo (celular, tablet) primeiro para inserir; (5) árvore e o coração - procure entender os parâmetros das equações e faça uma outra árvore ao lado dela. Agora é com você, use a sua criatividade e complete a paisagem, como se vê abaixo:

Figura 3: Tarefa 3

---

<sup>31</sup> Link para a tarefa: Tarefa 03:

<https://www.desmos.com/calculator/4tmpuwts4a?lang=pt-BR>



Fonte: As autoras.

Apesar de a tarefa 3 ter sido a construção de uma paisagem com algumas equações que não representam funções afins e funções quadráticas, a discussão ficou restrita apenas as equações que envolvem a construção da árvore e da montanha. Após, foram feitas questões a serem exploradas:

- ✓ **Sugestões de questões a serem exploradas a partir da tarefa 3:**
  1. A montanha está representada pela equação quadrática. Nesse sentido, verifique quais os parâmetros que representam essa equação e o que significa cada um deles. Para responder, utilize os controles deslizantes para modificá-los.
  2. A árvore está representada por várias equações da reta. Quais parâmetros podemos modificar no software Desmos para construir outra árvore ao lado?

Percebemos muitas dificuldades dos professores para construírem os desenhos propostos, mas como foi um minicurso de apenas três horas, eles primeiro precisaram se familiarizar com o Desmos e isso levou um tempo maior do que o esperado, dificultando a promoção de discussões a respeito dos conteúdos de funções afins e quadrática.

Além disso, como o minicurso foi *online*, não pudemos acompanhar, de forma imediata, as construções dos participantes, e verificar suas facilidades e dificuldades ao manipular o software. Ao invés disso, foi preciso aguardá-los a construírem e compartilharem conosco o link das tarefas e as suas dúvidas, isso fez com que o tempo ficasse ainda mais reduzido. Quanto às dúvidas, observamos que os participantes não tiveram

dificuldades em escrever as expressões que representavam cada equação para a construção do desenho, mas sim em escrever a restrição do intervalo da equação.

Ao final, do minicurso, foi solicitado que os professores respondessem a um questionário, com o intuito de verificar se era possível utilizar essa abordagem com os alunos da Educação Básica e, de forma geral, tivemos o seguinte retorno: “Sim, mas será importante o papel do professor como mediador” (Participante do Minicurso, 2022).

### **Considerações finais**

O uso do recurso do Desmos pode auxiliar o professor a promover aulas *online* de Matemática mais dinâmicas e interessantes, uma vez que o professor pode ter acesso rápido às atividades que os alunos estão realizando, por meio do compartilhamento dos links das atividades que estejam realizando, possibilitando a todos os alunos um momento de discussão e reflexão sobre os conteúdos apresentados.

A realização do minicurso revelou que não é uma tarefa fácil ensinar de forma *online* com a utilização de um software matemático, no caso o Desmos, pois a interação entre professor e aluno, e entre os alunos fica muito restrita, na maioria das vezes, apenas pelo uso do chat, dificultando um ensino exploratório com o uso das tecnologias.

Pelo fato da calculadora gráfica Desmos, segundo Antunes e Cambraíha (2020, p. 6), ter uma “interface colorida, feedback gráfico em tempo real, acessibilidade de qualquer computador ou smartphone conectado à Internet”, torna-se um recurso que pode ser utilizado pelos professores e alunos de Matemática em todos os níveis de escolaridade. Se o professor souber explorar as potencialidades e funcionalidades do recurso tecnológico no seu fazer pedagógico, os alunos poderão ser protagonistas de seu aprendizado.

### **Referências**

ANTUNES, G; CAMBRAINHA, M. Modelos de exploração matemática na plataforma Desmos: ensinar e aprender em um ambiente virtual de aprendizagem, E-book do **IV Simpósio Nacional da Formação do Professor de Matemática**, 2020.

FREITAS, E. R. N. et al. **Informática e educação no ensino superior: reflexões sobre a relação com o saber de estudantes de cursos da área de computação.** **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20, n. 2, p. 69-78, agosto 2012.

MISKULIN, R. G. S. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. In: FIORENTINI, D. (org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com novos olhares**. Campinas: Mercado de Letras, p. 217 - 248, 2003.

LAZZAROTTO, L. L. et al. A educação em ambientes virtuais: proposição de recursos computacionais para aumentar a eficiência do processo ensino-aprendizado. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 19, n. 2, p. 42-55, agosto 2011.

MAGARINUS, R. **Uma proposta para o ensino de funções através da utilização de objetos de aprendizagem**. Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MENEZES, S. **A integração das tecnologias digitais à prática pedagógica do professor de matemática**. 2022, 333 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/3616>. Acesso em: 4 maio 2022.

MIOLA, A. F. S; FIGUEIREDO, T. D. F. Tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática. **Anais do VIII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática**, 2017.

MISHRA, P; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n 6 p. 1017 - 1054, 2006.

## ***Tecnologias assistivas no ensino remoto: desafios e possibilidades***

***Lucas Gabriel Brito de Oliveira***<sup>32</sup>

***Carla Leitão da Silva***<sup>33</sup>

***Carolina Agostinho de Jesus***<sup>34</sup>

---

---

### **Introdução**

O distanciamento social ao impor o ensino remoto trouxe à tona inúmeras fragilidades do sistema educacional. Problemáticas como exclusão digital, falta de formação específica dos professores para lidar com diversas demandas e dificuldades de aprendizagem foram relatos recorrentes desse período. A atuação de professores e estudantes precisou ser adaptada, já que o espaço físico das salas de aulas passou a integrar o cotidiano doméstico daqueles responsáveis pelos processos educativos (ANDRADE, 2022).

No contexto da educação inclusiva, é sabido que a educação especial é rodeada de diversos desafios, já que, para que sua implementação seja realizada efetivamente, diversos aspectos devem ser levados em consideração. Durante a pandemia, os estudantes assistidos por essa modalidade de ensino perderam a convivência de espaços de socialização, cenários esses considerados como de extrema importância para a educação inclusiva.

Ao ser mediado pelas tecnologias em sua maioria, o ensino remoto trouxe discussões sobre quais estratégias poderiam ser desenvolvidas para atender os estudantes contemplados pela educação especial. Nesse sentido, refletir sobre o uso das tecnologias assistivas no decorrer desse período se faz essencial, já que as aprendizagens adquiridas no ensino remoto podem e devem continuar sendo usadas e adaptadas, mesmo com as dificuldades que a implementação dessas tecnologias no contexto educacional enfrentam.

---

<sup>32</sup> Mestre em Engenharia de Produção, especialista em Administração de Empresas. Graduando em Licenciatura em Sociologia. *E-mail: lgboliveira1@gmail.com*

<sup>33</sup> Mestranda em Educação, especialista em Mídias na Educação e graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas. *E-mail: carlaleitaobio@gmail.com*

<sup>34</sup> Mestranda em Ensino de Ciências e Educação Matemática e especialista em Ensino de Ciências e Matemática. *E-mail: adm.carolina.agostinho@gmail.com*

## **O ensino remoto e suas modificações no cotidiano escolar**

Devido ao agravamento da pandemia da Covid-19 no Brasil e no mundo, a partir do início de 2020, as práticas educacionais presenciais foram suspensas e medidas emergenciais de distanciamento social, como o ensino remoto foram adotadas na maioria dos estados, fazendo com que as instituições de ensino desde a educação básica a superior suspendesse suas atividades presenciais, como forma de manter a continuidade do calendário escolar. Logo:

Como medidas de enfrentamento da situação de emergência, a Lei nº 13.979 regulamentada e operacionalizada pela portaria nº 356 de 11 de março de 2020, determina e instrui as práticas de isolamento social e quarentena com objetivo de proteção da coletividade (LOPES; CHOTI, 2020).

A modalidade de ensino remoto possibilita que as escolas realizem os processos de ensino/aprendizagem sem o contato presencial entre professores e alunos. Dessa forma, as atividades educativas podem ser realizadas de forma síncrona ou assíncrona com a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação e demais meios de acesso, como a entrega de atividades, por exemplo (FEITOSA *et al.*, 2020).

Hodges *et al.* (2020) classificam como ensino remoto de emergência a solução adotada por escolas para continuidade das aulas durante a pandemia de COVID-19, porém muitas vezes sem planejamento e estruturas adequadas. Durante a pandemia da Covid-19, diversas secretarias estaduais de educação adotaram essas tecnologias como uma estratégia de emergência para continuidade das aulas:

Em síntese, as estratégias de ensino das secretarias que optaram pela continuidade das aulas são: aulas on-line ao vivo ou gravadas (vídeo-aulas) transmitidas via TV aberta, rádio, redes sociais (Facebook, Instagram, Whatsapp, Youtube), páginas/portais eletrônicos das secretarias de educação, ambientes virtuais de aprendizagem ou plataformas digitais/on-line, como o Google Classroom e o Google Meet, além de aplicativos; disponibilização de materiais digitais e atividades variadas em redes. (CUNHA, SILVA, SILVA, 2020)

Dias (2022, 2019) aponta para a falta de estruturas adequadas das escolas brasileiras para a adoção do ensino remoto, como falta de planejamento e recursos tecnológicos das escolas, acesso precário à *Internet* por parte dos alunos e dos professores, falta de treinamento apropriado para os professores, além das diversas vulnerabilidades de grande parte dos alunos enfrentam.

Nesse sentido, Silva (2022) ressalta a falta de investimentos do governo federal, estaduais e municipais para a implementação do ensino remoto de emergência. A ação dos governos, na maioria dos casos, limitou-se a emitir normativas para regulamentar as estratégias de implantação, mas houve pouco apoio para oferecer cursos *on-line* para utilização de novas tecnologias para os profissionais da educação e informação.

No estado do Ceará, Firmino *et al.* (2022) realizaram um estudo de caso por meio de questionário com 1.317 estudantes da educação básica e superior da rede pública e privada e concluiu que os estudantes que tiveram acesso ao ensino remoto de emergência apontaram contribuições para suas aprendizagens durante este período, porém ressalta que houveram diversas dificuldades de adaptação e desigualdades de acesso, além das dificuldades com fatores afetivos-emocionais.

A falta de acesso a programas de formação continuada para ensino remoto emergencial foi apontada também por Nonato e Cavalcante (2022), por meio de *survey* com professores da rede de educação básica pública e particular do estado da Bahia. A conclusão foi que o treinamento para a utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, por parte do poder público e privado, não foi o suficiente para formação da maior parte da rede de educação durante a pandemia.

Quanto à formação de professores para o ensino remoto emergencial, não se trata apenas de ensinar a utilização de tecnologias digitais e as formas de didática, seleção de conteúdo e avaliação, mas também existe a necessidade da criação de espaços onde os docentes possam compartilhar suas experiências e a criação de repositórios de atividades contributivo viabilizando que outros professores possam contribuir e utilizar atividades já desenvolvidas em outras aulas, dessa forma diminuindo a sobrecarga de trabalho gerada pela mudança do ensino presencial para o *on-line* (OLIVEIRA; CORRÊA; MORÉS, 2020).

Santos *et al.* (2022) também apontam que apesar da dificuldade de adaptação para o ensino remoto, houve também novas oportunidades para a rotina do professor, como a possibilidade de redução de despesas com deslocamentos, a flexibilidade de horários, a utilização de acervos, quando disponíveis, e a utilização de novas sequencias didáticas.

### **Educação Especial e Inclusiva no contexto do Ensino Remoto**

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva estabelece que o poder público, por meio das instituições de ensino, possibilite condições necessárias para a aprendizagem dos alunos com necessidades educacionais especiais, perpassando por acessibilidade

estrutural dos espaços físicos, profissionais habilitados e propostas pedagógicas condizentes (BRASIL, 2008).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9.394/96 assegura que a criança com deficiência física, sensorial e mental pode e deve estudar em classes comuns. Diante disso, a educação escolar de alunos com algum tipo de deficiência deve situar-se na rede regular de ensino, estabelecendo a existência, quando necessário, de serviços de apoio especializado, currículos, métodos, recursos e organizações para atender às suas necessidades específicas (BRASIL, 1996).

Estudos voltados para a Educação Inclusiva no Brasil ganharam destaque a partir da década de 1990, evidenciando discursos políticos e educacionais, para garantir acesso e permanência de todos na escola. Durante certo tempo, tiveram caráter assistencial; assim sendo, todos teriam direito à educação, com observância na Declaração de Salamanca (SALAMANCA, 1994).

A Declaração de Salamanca trouxe uma visão nova da Educação Especial, pois afirma e proclama que todas as crianças são únicas nos seus interesses, habilidades e necessidades e, portanto, têm direito à educação e à oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem. Destaca ainda que

as crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas se devem adequar através duma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades (SALAMANCA, 1994, p. 1 e 2).

Nessa perspectiva, a Educação Inclusiva tem por objetivo o:

[...] exercício pleno da cidadania, permitindo que todos os alunos, independentemente de seus perfis, participem juntos do processo de ensino aprendizagem em salas de aula do ensino regular. Para que esse objetivo seja alcançado, a escola ou universidade deve receber igualmente a todos os estudantes, considerando suas especificidades, sejam elas inatas ou adquiridas, com fins de valorização da diversidade, evitando a segregação ou homogeneização (SANTOS; BRANDÃO, 2020, p. 3).

Diante disso, segundo Mendes (2006, p. 393) “no âmbito da educação, passou-se a defender um único sistema educacional de qualidade para todos os alunos, com ou sem deficiência”. A inclusão total, “[...] advoga a colocação de todos os estudantes, independentemente do grau e tipo de

incapacidade, na classe comum da escola próxima à sua residência [...]” (MENDES, 2006, p. 394).

Nesse enquadramento, as escolas deveriam passar por diversas ressignificações na prática escolar para se tornarem inclusivas. Em vista disso, a Educação Inclusiva foi atendida pelos professores como algo difícil e ameaçador, ao perceberem a falta de material, apoio e estrutura para auxiliá-los no ensino em relação ao público-alvo da Educação Especial (BRASIL, 2008).

Faz-se necessário esclarecer que a Educação Especial é uma modalidade de ensino de escolas regulares, constituída de recursos educativos e estratégia para todos os alunos que necessitem de um acompanhamento especializado (ROGALSKI, 2010).

Já a Educação Inclusiva, exige que a escola tenha uma adequação para atender as necessidades de seus estudantes, e também do professor que deve aprimorar suas atividades pedagógicas (LOPES; CAPELLINI, 2015).

Desse modo, a escola inclusiva pode unir divergências, rompendo preconceitos e oferecendo um ambiente acessível a todos os envolvidos, independente de condições físicas, intelectuais, linguísticas e sociais (SOUTO, 2014).

Prioste (2006) destaca que muitas das limitações perpassam pelas condições de trabalho e pelos estereótipos perante a diversidade. Isso quer dizer que, embora existam espaços compartilhados, e a escola é um deles, existe também a exclusão, tendo em vista que a subjetividade do outro é considerada estranha mesmo em um local em que deveria ser observada e acolhida.

Nesse sentido, são comuns as barreiras que se impõem na operacionalização do processo inclusivo nas mais diversas escolas públicas e privadas do país que se materializam pela ausência de pessoas especializadas, abrangendo a dificuldade frente à prática inclusiva e ineficiência nos processos (GONÇALVES; MOREIRA *et al.*, 2019).

Ainda é necessário que os professores busquem um novo olhar, promovendo o respeito do aluno com deficiência para que esse tenha condições de identificar suas potencialidades, proporcionando oportunidades diversificadas a ele. Diante disso, é essencial conhecer a instituição escolar como um todo, incorporando ações coletivas para que o aluno possa, de fato, adaptar/adequar-se ao saber escolar e estar incluso em sua escola sem sofrer discriminação (COSTA, *et al.*, 2009).

A Educação Especial e Inclusiva sempre veio acompanhada de desafios e possibilidades, no período do ensino remoto não foi diferente.

Conforme Vitorino, Santos e Gesser (2022) o momento do ensino remoto revelou ainda mais desafios, envolvendo a dedicação das secretarias de educação para atender aos alunos e assegurar o cumprimento dos currículos, passando pela transição das aulas presenciais para as remotas e, conseqüentemente, fazendo o uso das tecnologias da informação e comunicação.

Desse modo, saberes, práticas e materiais foram partilhados a serviço do acesso à educação. Ocorreram muitos processos de tentativa, resultando em erros que foram necessários para que os alunos permanecessem com atividades de ensino aprendizagem durante o isolamento, analisando assim os problemas causados na educação pela pandemia (FACHINETTI; SPINAZOLA; CARNEIRO, 2021).

Desta maneira, é importante incentivar a interação entre alunos, principalmente, no decorrer do ensino remoto, pois é fundamental para o processo educativo inclusivo, abrangendo aspectos emocionais e cognitivos (CAMARGO *et al.*, 2020).

Silva e Maio (2021) consideram, em seu estudo, a importância da participação das famílias frente às mudanças que o ensino remoto proporcionou, no âmbito escolar, podendo contribuir no desenvolvimento dos alunos, buscando construir conhecimentos voltados ao desenvolvimento de habilidades, potencialidades e competências.

De acordo com Dudcosch (2021), a experiência do ensino remoto para a Educação Especial e Inclusiva permitiu perceber a vulnerabilidade dos vínculos entre escolas, professores e famílias. As dificuldades didáticas e metodológicas se tornaram um conhecimento importante para que o professor desenvolva recursos e o aluno tenha maior autonomia no seu aprendizado. Essa vivência evidenciou as desigualdades e a fragilidade do pensamento inclusivo.

### **O uso de tecnologias assistivas na Educação remota**

As tecnologias têm modificado diversos aspectos das relações humanas, desde a sua forma de se comunicar até os métodos de ensinar, aprender e se adaptar aos mais diversos serviços. No entanto, a integração desses recursos nos espaços educacionais demanda inúmeros desafios, dentre eles a formação inicial e continuada dos professores (MODELSKI; GIRAFFA; CASARTELLI, 2019). No cenário educacional, as discussões sobre a integração tecnológica nas salas de aulas já se faziam presentes, o que ganhou mais notoriedade após o ensino remoto.

No âmbito da educação inclusiva, o uso da tecnologia é voltado, principalmente, para a adaptação de recursos para as pessoas com deficiência ou que possuam necessidade de algum atendimento educacional especializado. Apesar de sua inovação, o uso da tecnologia, como ferramenta auxiliar à acessibilidade, não é considerado um recurso novo e vem sendo desenvolvido desde as primeiras sociedades humanas, no qual a adaptação de ferramentas já era praticado (FRANCISCATTO; WAGNER; PASSERINO, 2018).

Nesse sentido, a Tecnologia Assistiva (TA) pode ser caracterizada como uma área que engloba aspectos de diferentes áreas do conhecimento e que permite o desenvolvimento de estratégias, sistemas e produtos. Permite ainda às pessoas, com qualquer tipo de deficiência, a participação por meio da funcionalidade e a consequente melhora de sua qualidade de vida, por meio da prática da inclusão social e desenvolvimento da autonomia (BRASIL, 2009). Assim, “[...] pode-se compreender que os considerados recursos de tecnologia assistiva vão desde um lápis com empunhadura adaptada, chegando a sofisticados recursos digitais [...]” (MARCONDES, 2021, p. 209).

No Brasil, o uso das TAs é regulamentado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), e que tem como objetivo “[...] de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social” (BRASIL, 1999). Na educação, a integração dessas tecnologias junto à educação inclusiva tem como principal finalidade inserir o conhecimento nas vivências desses estudantes, de maneira mais efetiva (PRAZERES; MAGALHÃES, 2020).

É primordial salientar também que apenas a TA, isoladamente, não garante que a aprendizagem ocorra, mesmo que essa se adeque à necessidade do estudante, pois é necessário que seu uso seja planejado e realizado por profissionais com formação específica, tendo em vista que aspectos como as necessidades individuais, emocionais e objetivos de aprendizagem sejam levados em consideração (QUEIROZ, 2019).

Silveira *et al.*, (2020) ao discutirem sobre o elo entre a educação inclusiva e as tecnologias, em especial aquelas embasadas pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), ressaltam que essa deve ocorrer de acordo com as Necessidades Educativas Especiais (NEE) que tomam como base, principalmente, as demandas de cada indivíduo.

Os mesmos autores relatam que ao mencionar a utilização das TDICs, as TAs acabam sendo confundidas em diversas situações com as Tecnologias Educacionais, e que suas semelhanças e diferenças merecem ser destacadas, em especial no cenário do ensino remoto, momento esse em que

tecnologia e educação se tornaram mais próximas, mesmo com todas as dificuldades que estudantes e professores enfrentaram e enfrentam na tentativa de sua implementação.

Bersch (2017) ao descrever as diferenças entre a tecnologia educacional comum e a assistiva relata que:

Podemos afirmar então que a tecnologia educacional comum nem sempre será assistiva, mas também poderá exercer a função assistiva quando favorecer de forma significativa a participação do aluno com deficiência no desempenho de uma tarefa escolar proposta a ele (BERSCH, 2017, p. 12).

As problematizações que perpassam a educação inclusiva crescem à medida que novas tecnologias assistivas vão sendo desenvolvidas, pois o surgimento de novos recursos faz com que antigas estratégias pedagógicas e preconceitos se tornem cada vez mais inoperantes. Mesmo assim, ainda são observados diversos desafios em seu uso no ambiente escolar, já que este requer, além de planejamento, formação dos professores e demais profissionais da educação (CONTE; BASEGIO, 2015).

O ensino remoto mostrou-se desafiador tanto para estudantes como para os professores, que em um curto período de tempo precisaram reinventar seus modos de conduzir as salas de aula. Nesse período, o ensino repassado aos estudantes contemplados pela educação inclusiva se mostrou deficitário na maioria dos casos, tendo em vista que durante o ensino remoto, em grande parte, não foi possível atender satisfatoriamente as demandas daqueles que necessitavam das tecnologias assistivas como auxiliares da aprendizagem (BORGES; BANDEIRA; CÔRREA, 2021).

De acordo com as reflexões de Sacavino e Candau (2020), um dos fatores que contribuiu para o aumento dessas dificuldades foi a taxa de desigual acesso aos meios de acesso as tecnologias, como a Internet por exemplo. A exclusão digital ainda é uma realidade em diversas regiões do país, devido a imensa desigualdade socioeconômica que foi ressaltada durante a pandemia e que fez com que diversos estudantes não tivessem acesso ao mínimo das aulas, quem dirá com os que têm direito à inclusão, ou seja, “sem uma política sistemática de ampliação do acesso aos grupos socialmente vulneráveis esta brecha tecnológica e digital não será superada” (SACAVINO; CANDAU, 2020, p. 127). Logo:

Sabe-se que a educação no Brasil, de modo geral, possui diversos aspectos que precisam ser melhorados para se promover uma educação de qualidade para todos, principalmente para os alunos que possuem necessidades especiais. A pandemia trouxe à tona os

problemas que estavam “sendo empurrados com a barriga”, tornando-os difíceis de ignorar (VIEIRA; SOUZA, 2020, p. 13).

Se anterior à pandemia e ao ensino remoto, a educação inclusiva já se demonstrava desafiadora e o seu auxílio aos estudantes já era considerado primordial, após a implementação da educação remota foi preciso que as TAs fossem adaptadas para serem executadas apenas no ambiente doméstico, demandando assim um maior planejamento das instituições de ensino, como o integração com projetos de extensão nas Universidades (MAIA *et al.*, 2022).

Freire, Paiva e Fortes (2020) ao investigarem sobre a disponibilidade de recursos de tecnologia assistiva em instituições de ensino superior públicas, constataram que a utilização da maioria desses se dava apenas no cenário presencial das aulas. No contexto do ensino remoto, ao utilizarem os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), a maioria das instituições afirmou possuir algum tipo de *plugin*<sup>35</sup> que favorecia a acessibilidade. Já na produção de material multimídia, como vídeo aulas síncronas ou assíncronas, foi observado que a maioria das legendas dos vídeos era gerada automaticamente pelo YouTube, enquanto as janelas de interpretação de Libras estava presente em poucas produções.

Nessa perspectiva, é possível mencionar que, no ensino remoto, a junção da acessibilidade, da tecnologia assistiva e da comunicação se tornou essencial. A comunicação, quando isenta de barreiras, seja na forma educacional ou não, permite a pessoa com deficiência o devido acesso à educação. Não obstante, é notório que os entraves à educação inclusiva não giram em torno apenas da comunicação, mas esse é o meio pelo qual os sujeitos expressam seus modos de enxergar o mundo, seja por meio da Língua Brasileira de Sinais (Libras), seja por ampliação de caracteres, seja por Braille, ou por outros (AGUIAR *et al.*, 2021).

No período do ensino remoto, os estudantes com deficiência foram os que mais sofreram os impactos do distanciamento da escola, seja pelos entraves na aprendizagem, seja pela ausência da socialização que o ambiente escolar proporciona. Encontrar novas estratégias de ensinar longe do espaço físico da sala de aula, fez com que os envolvidos nos processos educativos buscassem novas metodologias, mesmo em ambientes de recursos escassos, primordialmente aqueles envolvidos com a educação especial, como tentativa de garantir a acessibilidade (SILVA, 2022).

---

<sup>35</sup> Modificações em softwares que permite a personalização de programas ou sites.

## **Considerações finais**

A Educação Especial e Inclusiva vem passando por muitos desafios ao longo do tempo e o contexto do ensino remoto trouxe à tona diversas fragilidades, ao envolver mais dedicação desde a secretaria da educação até a comunidade escolar. A participação da família também foi muito importante para o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes. A partir das dificuldades didáticas e metodológicas, os professores puderam utilizar recursos para ajudar na aprendizagem dos alunos. Tudo isso foi necessário para o cumprimento dos currículos e melhor adaptação possível nas aulas remotas com a utilização das tecnologias sejam elas de informação e comunicação, assistivas ou ambas.

## **Referências**

AGUIAR, A. L. O. *et al.* Por uma reconstrução do/no ensino remoto: rascunhos e borrões em um fazer inclusivo no ensino superior. **Revista Educação em Debate**, Fortaleza, n. 86, p. 300-312, 2021.

ANDRADE, K. G. Problema, criatividade e ensino remoto emergencial: reflexões sobre a prática docente no ensino superior. *Revista da Abem*, v. 30, n. 1, 1-17, 2022.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: Assistiva, 2017.

BORGES, L.; BANDEIRA, D. P.; CÔRREA, S. B. C. C. Inclusão digital e o precário ensino remoto em tempos de pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.6, p. 56075-56082, 2021.

BRASIL, **Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. **Decreto n° 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei n° 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a política nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, consolida as normas e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 21 dez. 1999.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. MEC, SEESP, 2008.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: Corde, 2009.

BRASIL. **Lei n. 12.976, de 4 de abril de 2013**. Altera a lei n° 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação

nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasília, 2013.

CAMARGO, S. P. H. *et al.* Desafios no processo de escolarização de crianças com autismo no contexto inclusivo: diretrizes para formação continuada na perspectiva dos professores. **Educação em Revista**, v. 36, 2020.

CONTE, E.; BASEGIO, A. C. Tecnologias assistivas: recursos pedagógicos para a inclusão humana. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, v. 24, n. 2, p. 2844, 2015.

COSTA, C. R. da.; SOUZA, E. R. de.; RONCAGLIO, S. M. Atribuições prioritárias do psicólogo escolar. In: **Momentos em psicologia escolar**. 2.ed. Curitiba: Juruá, 2009. p. 31.

CUNHA, L. F. F.; SILVA, A. S.; SILVA, A. P. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do direito e acesso à educação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, Brasília, v. 7, n. 3, p. 27-37, ago. 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/924>. Acesso em: 03 fev. 2021.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA. **Linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. In: Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais: Acesso e Qualidade. Brasília: Corde, 1994.

DIAS, M. J. S. **Linguagens hipermediáticas e formação continuada de professores de Ciências Humanas**: estudo das ações de formação docente em uma diretoria estadual de ensino da Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Educação), Programa de Pós-Graduação em Educação. São Paulo: UNIFESP, 2019.

DIAS, M. J. S. Na contramão: reflexões sobre o ensino remoto emergencial e implicações na prática docente. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 6, n. 1, p. 01-14, jul. 2022. ISSN 2594-9004. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/61430>. Acesso em: 09 set. 2022.

DUDCOSCH, L. L. M. Os desafios da educação inclusiva na pandemia do novo coronavírus. In: **VII Congresso Nacional de Educação - CONEDU**. 2021.

FACHINETTI, T. A.; DE CÁSSIA SPINAZOLA, C.; CARNEIRO, R. U. C. Educação inclusiva no contexto da pandemia: relato dos desafios, experiências e expectativas. **Educação em Revista**, v. 22, n. 1, p. 151-166, 2021.

FEITOSA, M. C. et al. Ensino Remoto: O que Pensam os Alunos e Professores? *In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)*, 5., 2020, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020.

FIRMINO, N. C. S. et al. Emergency remote education: actions and adaptations of students from Ceará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25028>. Acesso em: 9 sep. 2022.

FRANCISCATTO, R.; WAGNER, R.; PASSERINO, L. M. Tecnologias e ferramentas para elaboração de conteúdos em um ambiente MOOC: estudo de caso a partir de uma formação em tecnologias assistivas. **Revista Observatório**, Palmas, v. 4, n. 3, p. 361-398, 2018.

FREIRE, A. P.; PAIVA, D. M. B.; FORTES, R. P. M. Acessibilidade digital durante a pandemia da Covid-19: uma investigação sobre as Instituições de Ensino Superior públicas brasileiras. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 956-984, 2020.

GONÇALVES, R.; MOREIRA, A. M.; SILVA, G.; SILVA, S. W. Formação para inclusão da equipe pedagógica do colégio militar Dom Pedro II. **Revista Ciências Humanas - Educação e Desenvolvimento Humano**. UNITAU, Taubaté/SP - Brasil, v. 12, n 3, edição 25, p. 20 - 32, Setembro/Dezembro 2019.

HODGES, C. *et al.* As diferenças entre aprendizado online o ensino remoto de emergência. **Revista da Escola, Professor, Educação e Tecnologia**, v. 2, p. 1-12. 2020. Disponível em: <https://escribo.com/revista/index.php/escola/article/view/17>. Acesso em: 6 set. 2020.

LOPES, J.; CAPELLINI, V. L. M. F. Escola Inclusiva: um estudo sobre a infraestrutura escolar e a interação entre os alunos com e sem deficiência. **Cadernos de Pesquisa em Educação**, v. 19, n. 42, p. 91-105, 2015.

LOPES S. J. S.; CHOTI, S. M. (2020). Impactos do ensino remoto na vida acadêmica de estudantes da educação superior: revisão de conceitos da educação a distância ao ensino remoto. **Revista De Ciências Humanas**, v. 2, n. 20, 2020.

MAIA, N. L. M. et al. Tecnologia assistiva, educação especial e pandemia da Covid-19: a necessidade da continuidade do suporte em tempos de isolamento social. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 13, n. 2, p. 257-265, 2022.

MARCONDES, L. G. R. A utilização do aplicativo Hand Talk como Tecnologia Assistiva no ensino de alunos ouvintes: relato de experiência dentro do ensino remoto emergencial. **Revista Interdisciplinar Educação e Territorialidade**, Dourados, v. 2, n. 2, p. 205-217, 2021.

MENDES, Enicéia Gonçalves. A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro: ANPED, v. 11, n. 33, p. 389-406, set./dez. 2006.

MODELSKI, D.; GIRAFFA, L. M. M.; CASARTELLI, A. O. Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 45, p. 1-17, 2019.

NONATO, E. R. S.; CAVALCANTE, T. R. Cultura digital, ensino remoto emergencial e formação continuada de professores da Educação Básica: as lições da pandemia da COVID-19. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 31, n. 65, p. 19-41, 15 fev. 2022.

PRAZERES, R. S.; MAGALHÃES, V. O. Tecnologias assistivas: o fazer pedagógico de uma professora da sala de recursos multifuncionais. **Revista Docência e Cibercultura**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 41-54, 2020.

PRIOSTE, Cláudia. Dias. **Diversidade e Adversidades na Escola**: queixas e conflitos de professores frente à educação inclusiva. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

QUEIROZ, A. C. Tecnologias assistivas na educação a distância. **EmRede: Revista de Educação a Distância**, v. 6, n. 2, 349-359, 2019.

ROGALSKI, S, Menin, Histórico do surgimento da educação especial, Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU. **REI-Revista de Educação do IDEAU**, v. 5, n. 12, p. 1-13, 2010.

SACAVINO, S. B.; CANDAU, V. M. Desigualdade, conectividade e direito à educação em tempos de pandemia. **Revista Interdisciplinar de Direitos Humanos**, v. 8, n. 2, p. p. 121-132, 2020.

SANTOS, J. R. *et al.* O ensino remoto em cursos de formação de professores: uma revisão de literatura. **Conjecturas**, v. 22, n. 12, p. 401-415, 2022.

SANTOS, P. V.; BRANDÃO, G. C. A. Tecnologias assistivas no ensino de física para alunos com deficiência visual: um estudo de caso baseado na audiodescrição. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 26, p. 1-15, 2020.

SILVA, G. P. da; MAIO, E. R. Educação inclusiva no ensino remoto: fortalecendo o vínculo escola e família. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 8, n. 1, p. 41-54, 2021.

SILVA, T. M. Possibilidades e desafios da educação especial na pandemia. **Pedagogia em Ação**, v. 18, n. 1, p. 144-155, 2022.

SILVA, M. S. S. *et al.* Os profissionais da educação e da informação como agentes de mediação durante o ensino remoto emergencial. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 1-19, ago. 2022. Disponível em: <https://febab.emnuvens.com.br/rbbd/article/view/1840>. Acesso em: 09 set. 2022.

SILVEIRA, L. C. G. *et al.* Tecnologia assistiva no contexto da acessibilidade e mobilidade: possibilidades da inclusão digital de autistas na educação a distância. **EmRede: Revista de Educação a Distância**, v. 7, n. 2, p. 61-73, 2020.

SOUTO, M. T. Educação Inclusiva no Brasil: Contexto histórico e contemporaneidade. 2014. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Química) - Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2014.

UNESCO. **Declaração de Salamanca**. 1994.

VITORINO, M.; SANTOS, B. C. de L. S. dos.; GESSER, V. Práticas tecnológicas na educação inclusiva durante a pandemia do COVID-19. **Dialogia**, n. 39, 2021.

OLIVEIRA, R. M.; CÔRREA, Y.; MORÉS, A. Ensino remoto emergencial em tempos de Covid-19: formação docente e tecnologias digitais. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 5, p. 1-18, 2020.

***Resíduos de construção civil: um panorama acerca da problemática e aspectos legais pertinentes nas esferas Federal, Estadual e Municipal***

---

---

***João Alexandre Paschoalin Filho***<sup>36</sup>

***Rafael Guerreiro***<sup>37</sup>

***Diego Gonçalves Camelo***<sup>38</sup>

**Introdução**

Nas últimas décadas, a geração de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil (RCC) aumentou vertiginosamente. O país tem passado por enormes transformações sociais, pois, de uma forma geral, a economia crescente potencializou o déficit habitacional (IBGE, 2022). Conforme Paschoalin Filho, Dias e Cortes (2014, p. 156), é nos centros urbanos que está a maioria da população, assim, pode-se ser dizer que a tendência é crescente em relação à geração de RCC. De acordo com Pinto (1999, p. 42) e IPEA (2012), os RCC representam cerca de 41% a 70% dos resíduos sólidos urbanos. A geração de RCC nos centros urbanos não afeta apenas as grandes cidades, mas também os municípios de pequeno porte, pois encontram dificuldades para realizar a correta destinação sem causar prejuízos ao meio ambiente (MENDONÇA, 2022. p. 8). A construção civil causa impactos consideráveis ao meio ambiente, que vão desde o consumo elevado de recursos naturais e modificação da paisagem, até a alta geração de resíduos, dispostos, muitas vezes, inadequadamente (ROTH; GARCÍAS; MELLO, 2009, p. 114).

Os geradores de resíduos de construção civil encontram dificuldades em realizar o correto descarte, pois são diversos os instrumentos normativos

---

<sup>36</sup> Mestre e Doutor em Engenharia e Geotécnica pela Universidade Estadual de Campinas, Pós-Doutorado pela Universidade do Porto e Pós-Doutorado pela Universidade de Coimbra. Professor do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho. *E-mail: paschoalinfilho@yahoo.com*

<sup>37</sup> Advogado e aluno do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes da Universidade Nove de Julho. *E-mail: rafaelgaadvogados.com.br*

<sup>38</sup> Arquiteto e Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela Universidade Nove de Julho. *E-mail: diego\_camelo@outlook.com*

acerca do assunto, o que pode causar confusão. Nesse sentido, ao nível federal, tem-se a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). Quanto ao município de São Paulo, pode ser destacado o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), bem como Lei Municipal n.º 13.478/02 (São Paulo, 2002) e a Lei Municipal n.º 14.803/2008 (São Paulo, 2008).

Dentro desse contexto, esta pesquisa traz o levantamento da legislação acerca da geração e gerenciamento dos RCC, no intuito de trazer luz ao meio técnico e científico, bem como apresentar recomendações e obrigações para o correto manejo dos resíduos gerados. Também pretende-se demonstrar as oportunidades e incentivos presentes nas legislações pesquisadas. Para tal, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica utilizando como base as esferas federal, municipal e estadual.

### **Panorama brasileiro acerca da problemática dos resíduos de construção civil.**

A construção civil é um dos setores que mais traz benefícios econômicos para o Brasil, respondendo por grande parte dos empregos formais, diretos e indiretos criados. No ano de 2021, o setor apresentou um crescimento de 4,6% em seu Produto Interno Bruto, ante uma queda de 6,7% no ano anterior (IBGE, 2021). No ano de 2016, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou a pesquisa anual da Indústria da Construção (PAIC), a qual informou que 127 mil empresas ativas contam com mais de uma pessoa trabalhando, resultando em cerca de dois milhões de empregados. Consoante a pesquisa conduzida pela Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT), a cadeia produtiva da Construção Civil representou, no ano de 2020, 5,9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Nesse sentido, tem-se a construção civil como um dos principais geradores de desenvolvimento do país, uma vez que contribui com o incremento da infraestrutura necessária para a produção de outros setores econômicos. Também é responsável direta pela redução do déficit habitacional e do nível de desemprego, gerando renda e bem-estar social. Todavia, apesar de sua importância, a construção civil também arca com o ônus de ser uma das indústrias que mais causa impactos ambientais negativos ao meio ambiente, principalmente, em relação à extração de matéria-prima natural e geração de resíduos.

Dessa forma, faz-se necessário criar leis e normas técnicas que sejam efetivamente práticas para o correto manejo de RCC, protetivas ao meio ambiente e coletividade, e que solucionem a problemática do descarte

irregular dos resíduos decorrentes da indústria da construção (PASCHOALIN FILHO; DIAS; CORTES, 2014, p. 167).

A preocupação com o correto manejo dos resíduos da construção e demolição está intrinsecamente relacionada à preservação do meio ambiente, pois para ocorrer o aumento das construções, faz-se necessário aumentar a extração de recursos naturais, os quais serão utilizados na produção dos materiais de construção (PASCHOALIN FILHO; DIAS; CORTES, 2014, p. 157).

O RCC coletado e depositado de maneira irregular nas vias públicas, córregos, rios, lagos e terrenos vazios tem enormes efeitos prejudiciais, tais como assoreamento de rios e córregos, entupimento de bueiros com consequente aumento de enchentes nas épocas de chuva, além da destruição de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de moscas, baratas e ratos; todos com graves consequências diretas ou indiretas para a saúde pública (JACOBI; BESEN, 2011, p. 136). De acordo com Rosado e Penteadó (2020, p. 168), os resíduos quando dispostos inadequadamente ocasionam enormes problemas para a população local. Além disso, demandam-se investimentos, trazendo, dessa forma, impasses para o setor da construção civil na busca pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões (social, ambiental e econômico). Mesmo com normas e diretrizes acerca dos RCC, percebe-se que, constantemente, surgem inúmeras áreas de deposição irregular. Nesse sentido, Sanches (2004, p. 38) afirma que a maioria dos RCC gerados são lançados em áreas públicas e privadas, conhecidas como “lixões” ou “bota-foras clandestinos”.

Para Klein e Gonçalves-Dias (2017, p. 484), os danos ambientais tais como a deterioração do solo e mananciais, obstrução do sistema de drenagem urbano, enchentes, proliferação de doenças e pragas, degradação da paisagem urbana e demais transmissores de aviltamento urbano são consequências diretas da deposição ilegal destes resíduos. A correta disposição dos resíduos sólidos da construção civil é medida que se impõe, pois o dano ambiental proveniente da má gestão dos RCC é enorme e sua solução complexa. Dessa forma, as políticas públicas deverão disciplinar esse manejo, bem como a correta destinação desses resíduos (LEITE; NETO, 2014, p. 40).

De acordo Lowen (2020, p. 44), na cidade de São Paulo, os pequenos geradores de RCC geram massa superior a 50 kg diários, considerada a média mensal de geração, sujeitos à obtenção de alvará de aprovação e/ou execução de edificação, reforma ou demolição”. Os pequenos geradores de resíduos de RCD realizam, principalmente, obras informais, cujos resíduos representam até 75% do total de RCD gerados (SINDUSCON, 2005). Na tabela 1, a

seguir, são apresentados dados referentes a geração de RCC em diversas cidades brasileiras:

**Tabela 1.** Geração estimada do RCC em algumas localidades brasileiras.

| Fonte  | Cidade / Estado      | Ano  | Total RCC (t/dia) | Taxa <i>per capita</i> (kg/hab/ano) |
|--|----------------------|------|-------------------|-------------------------------------|
| Ceccato (2017)                                     | Caçapava do Sul/RS   | 2016 | 6                 | 66                                  |
| Silva e Marinho (2012)                             | Juazeiro do Norte/CE | 2012 | 100               | 120                                 |
| Tessaro, Sá e Scremin (2012)                       | Pelotas/RS           | 2012 | 404               | 120                                 |
| Fagury e Grande (2007)                             | São Carlos/SP        | 2007 | 101               | 170                                 |
| Nunes, Mahler, Valle e Glavão (2007)               | Rio de Janeiro/RJ    | 2007 | 2877              | 180                                 |
| Bernardes, Thomé, Prietto e Abreu (2008)           | Passo Fundo/RS       | 2008 | 101               | 200                                 |
| Evangelista, Costa e Zanta (2010)                  | Salvador/BA          | 2009 | 2300              | 310                                 |
| Mourão, Aragão e Damasceno (2015)                  | Monte Carlos/MG      | 2013 | 359               | 387                                 |
| Silva, Ferreira, Souza e Silva (2010a)             | Goiânia/GO           | 2009 | 1500              | 420                                 |
| Lorena (2017)                                      | Recife/PE            | 2014 | 5260              | 474                                 |
| Paschoalin Filho, Faria, Pires e Duarte (2016)     | São Paulo/SP         | 2014 | 246               | 520                                 |
| Silva, Silva, Santos, Souza e Coelho (2010)        | Maceió/AL            | 2016 | 2819              | 848                                 |
| Costa e Oliveira (2011)                            | Belo Horizonte/MG    | 2009 | 227               | 920                                 |
| <b>Média</b>                                       |                      |      | <b>1253,8</b>     | <b>364,2</b>                        |
| <b>Desvio padrão (sd)</b>                          |                      |      | <b>448,8</b>      | <b>75,6</b>                         |
| <b>Coefficiente de variação (cv)</b>               |                      |      | <b>35,8%</b>      | <b>20,7%</b>                        |
| <b>Valor máximo</b>                                |                      |      | <b>5260</b>       | <b>920</b>                          |
| <b>Valor mínimo</b>                                |                      |      | <b>6,0</b>        | <b>66</b>                           |
| <b>Limite superior da média (95% de confiança)</b> |                      |      | <b>2231,8</b>     | <b>529</b>                          |
| <b>Limite inferior da média (95% de confiança)</b> |                      |      | <b>275,9</b>      | <b>199,4</b>                        |

Fonte: Os autores

No ano de 2020, os municípios brasileiros coletaram aproximadamente 47 milhões de toneladas de RCC, representando um crescimento de 5,5% em relação ao ano passado. Assim, a quantidade coletada foi de 221,2 kg por habitante/ano, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021). A região Sudeste se destacou das demais regiões do país, pois representou 52% de participação no total coletado, registrando cerca de 24,5 milhões de toneladas coletadas. Por outro lado, a região que se destacou em coleta per capita foi a Centro-Oeste, com 319 kg de RCC por habitante/ano (ABRELPE, 2021). Apesar de, conforme informado anteriormente, a coleta per capita estar na ordem de pouco mais de duzentos e vinte quilogramas por habitante ano, a geração brasileira per capita de RCC varia entre 230 e 760 kg por ano, a depender da região em estudo (JOHN, 2000, p. 17). Conforme a ABRELPE (2020), os RCC no ano de 2019 representaram aproximadamente 61% de toda massa de resíduo sólido urbano (RSU) coletada no Brasil, abrindo um potencial campo para estudos ambientais, que objetivem a redução da geração, a coleta e a otimização dos custos públicos.

Por meio da tabela 1, pode-se observar tanto em relação à geração per capita, quanto a total de RCC, uma grande variação ( $cv > 20\%$ ). Tal fato ocorre em função da realidade econômica local, desenvolvimento, aquecimento das atividades construtivas, quantidade de habitantes e, até mesmo, da acurácia do monitoramento das massas geradas. A média da geração per capita foi de 364,2 kg/hab/ano (limite superior e inferior 529 e 199,4 kg/hab./ano), no limite informado por Paschoalin, Dias e Cortes (2014).

### **Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e Resoluções CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).**

No Brasil, encontra-se vigente a PNRS — Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal de n. 12.305/2010, a qual estabelece a gestão integrada dos resíduos com um agrupamento de diretrizes direcionadas a criação de inovações que solucionem os problemas que envolvem o manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Em seu corpo, a PNRS considera dimensões econômicas, políticas, ambientais, culturais e sociais, bem como o gerenciamento mediante ações desenvolvidas direta ou indiretamente nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos, levando-se em conta a destinação e deposição ambientalmente corretas, utilizando-se os planos municipais de gestão integrada e de gerenciamento de resíduos sólidos (SOARES; SATOSHI; MARTINS, 2017, p. 994).

De acordo com Quaglio e Arana (2020, p. 460), é obrigação do poder público (Federal, Estadual e Municipal) implementar medidas e diretrizes para a redução da geração dos RCC diretamente na fonte, utilizando-se para isso o tripé: redução, reutilização e reciclagem; enquanto os rejeitos deverão ser depositados em Aterros de Resíduos devidamente licenciados junto aos órgãos ambientais, conforme indicado na Resolução n.307 do CONAMA e normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na norma brasileira ABNT NBR 15.113/2004.

Na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 23º, é informado que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, para reservar as florestas, a fauna e a flora. Já em seu artigo 30º, tem-se que é competência dos Municípios legislar sobre assuntos de interesse local, suplementar a legislação federal e a estadual no que couber. Dessa forma, tem-se que todas as esferas do poder público são responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a sua coleta até sua deposição final, contudo cabe aos municípios a elaboração de planos integrados de gerenciamento que incorporem Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento em obra (JACOBI; BESEN, 2011, p. 141).

Segundo a resolução CONAMA n. 307 de 5 de julho de 2002, os resíduos de construção e demolição possuem a seguinte denominação:

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparo de demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p. 3).

Ainda, segundo a resolução CONAMA n. 307/2002, os resíduos de construção e demolição podem ser classificados em quatro classes (A, B, C e D). Em 2004, em complementação à resolução CONAMA n. 307/2002, foi elaborada a resolução CONAMA n. 348/2004, em que foi incluído o amianto como pertencente à classe de resíduos perigosos (CONAMA, 2004). Em junho de 2015 foi alterada novamente, surgindo assim a CONAMA n. 469/2015, em que agrega, na Classe B, embalagens de tintas imobiliárias definidas pelo parágrafo primeiro (CONAMA, 2015). O quadro 1, a seguir, apresenta a classificação dos resíduos de construção consoante a resolução CONAMA n. 469/2015:

**Quadro 1.** Classificação dos resíduos de construção civil.

| <b>Classe</b> | <b>Origem</b>  | <b>Tipo de Resíduos</b>   |
|---------------|--|---|
| Classe A      | São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.   | De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem. Da construção, demolição, reformas e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa). |
| Classe B      | Resíduos recicláveis com outras destinações.   | Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e embalagens vazias de tintas imobiliárias.  |
| Classe C      | Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam a sua reciclagem ou recuperação. | Não especificado pela resolução.  |
| Classe D      | Resíduos perigosos oriundos de processo de construção.   | Tintas, solventes, óleos, amianto.  |
|               | Aqueles contaminados, oriundos de demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe I na ABNT NBR 10004.                 | Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.  |

Fonte: Resolução CONAMA n. 469/2015.

Anteriormente à promulgação da Resolução CONAMA n. 307/2002, o Brasil dispunha da Norma Brasileira denominada de ABNT NBR 10.004 — “Resíduos Sólidos — Classificação”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 1987, e que servia de referência quanto à classificação dos resíduos sólidos. Após a entrada em vigor da Resolução CONAMA n. 307/2002, a ABNT NBR 10.004 de 1987 sofreu uma revisão, publicada novamente no ano de 2004. Conforme a ABNT NBR 10.004/2004, os resíduos de construção civil são classificados como inertes, ou seja, classe II-B, uma vez que estes não apresentam

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

constituintes que, quando solubilizados, afetem os padrões de potabilidade da água. Existem também normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas para resíduos de construção civil, tal como apresentado no quadro 2, a seguir:

Quadro 2. Normas técnicas Brasileiras, relacionadas a Resíduos de Construção Civil

| <b>Norma Técnica</b> | <b>Título</b>  |
|----------------------|--|
| ABNT NBR 10.004/2004 | Classificação dos Resíduos sólidos.  |
| ABNT NBR 15.112/2004 | Diretrizes para projetos, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem — RCC e resíduos volumosos.          |
| ABNT NBR 15.113/2004 | Diretrizes para projetos, implantação e operação de aterros — RCC e resíduos inertes.                                  |
| ABNT NBR 15.114/2004 | Diretrizes para projetos, implantação e operação de áreas para reciclagem — RCC.                                       |
| ABNT NBR 15.115/2004 | Procedimentos para execução de camada de pavimentação — Agregados reciclados de RCC.                                   |
| ABNT NBR 15.116/2004 | Requisitos para utilização de agregados reciclados de RCC em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

### **Aspectos legais acerca do manejo e gestão dos resíduos de construção civil no Estado e no município de São Paulo.**

O Estado de São Paulo instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/SP) por meio da lei n.º 12.300, no ano de 2006, a qual define princípios, diretrizes, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, com vistas à prevenção e controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente, e à promoção da saúde pública, assegurando assim, o uso adequado dos recursos ambientais para o seu território. Em 2009, a PERS/SP foi regulamentada pelo decreto n.º 54.645. A Lei n.º 997/1976 (São Paulo, 1996) dispõe sobre a instituição do sistema de prevenção e controle da poluição do meio ambiente na forma prevista nessa lei e pela Lei n.º 118/73 (São Paulo, 2009) e também pelo Decreto n.º 5.993/75 (São Paulo, 1975), visando a estabelecer diretrizes para operacionalidade do sistema e proteção, dispondo sobre conceitos

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

básicos de sustentação do meio ambiente nos complexos problemas a serem enfrentados de ordem jurídica, técnica e da administração. A seguir é apresentado quadro 3 com a linha do tempo das leis e decretos estaduais:

Quadro 3. Relação das leis e decretos estaduais que versam acerca da gestão e manejo de resíduos.

|   |
|---|
| 1983 — Decreto n.º 20.903/ 1983 — “Cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente”   |
| 1986 — Decreto n.º 24.932/ 1986 — “Institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente; 2002 — Lei n.º 11.160/ 2002 — Cria o Fundo Estadual de Controle da Poluição (FECOP) com a finalidade de apoiar e incentivar a execução de projetos relacionados ao controle, preservação e melhoria das condições do meio ambiente no estado de São Paulo”   |
| 2002 — Resolução SMA (Secretaria do Meio Ambiente) n.º 41/ 2002 — “Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo”   |
| 2003 — Resolução SMA n.º 031/ 03 — “Dispõe sobre procedimentos para o gerenciamento e licenciamento ambiental de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde humana e animal no Estado de São Paulo”   |
| 2004 — Decreto n.º 48.523 de 2004 — “Introduz alterações no Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto n.º 8.468, de 8 de setembro de 1976 e suas alterações, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e dá providências correlatas”  |
| 2006 — Lei n.º 12.300/ 2006 — “Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes”   |
| 2006 — Decreto Estadual n.º 50.753, de 28 de abril de 2006-“Altera a redação e inclui dispositivos no Regulamento aprovado pelo Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976, disciplinando a execução da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente”   |
| 2007 — Decreto n.º 52.469, de 12/12/2007-“Altera a redação de dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto n.º 8.468, de 8 de setembro de 1976, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente, confere nova redação ao artigo 6º do Decreto n.º 50.753, de 28 de abril de 2006”   |
| 2009 — Decreto no 54.645, de 5 de agosto de 2009 — “Regulamenta dispositivos da Lei n.º 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e cria a Comissão Estadual instituída a Comissão Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, com as seguintes atribuições: I — cooperar na elaboração e participar na execução do plano de resíduos sólidos; II — propor, em conjunto com instituições de normalização, quando necessário, padrões de qualidade para materiais obtidos por meio da reciclagem, para fins de certificação ambiental de produtos; III — estabelecer, em conjunto com os setores produtivos, instrumentos e mecanismos econômicos para fomentar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos” |

*Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

|  |
|--|
| 2009 — Resolução SMA n.º 079/ 2009 — “Estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia — URE; 2010 — Resolução SMA n.º 114”  |
| 2012 — Decreto estadual n.º 57.817 — “Institui o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos, e estabelece quatro projetos: (1) elaboração do Plano Estadual; (2) apoio à gestão municipal de resíduos sólidos; (3) melhoria na gestão dos resíduos (responsabilidade pós-consumo, sistema declaratório e resíduos de construção civil); (4) educação ambiental. Destaca-se a criação do Projeto de Apoio a Gestão Municipal de Resíduos Sólidos — Projeto Girem (2012 a 2014), visando capacitar os municípios paulistas a elaborarem seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólido” |
| 2013 — Resolução SMA n.º 88 de 2013 — “Institui o Cadastro de Entidades de Catadores de Materiais Recicláveis, no âmbito do Estado de São Paulo”   |
| 2014 — Resolução SMA n.º 81/ 2014 — “Estabelece diretrizes para implementação do Módulo Construção Civil do Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos — SIGOR, e dá providências correlatas”  |
| 2014 — Decisão de Diretoria n.º 120/2016/C — “Estabelece os” Procedimentos para o licenciamento ambiental de estabelecimentos envolvidos no sistema de logística reversa, para a dispensa do CADRI e para o gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo”  |
| 2017 — Resolução SMA n.º 15/ 2017 — “Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimento ou atividades relativas aos resíduos sólidos”  |
| 2017 — Resolução SMA n.º 38/ 2017 — “Estabelecem diretrizes e condições para o licenciamento e a operação da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos Urbanos — CDRU em Fornos de Produção de Clínquer”  |
| 2017 — Resolução SMA n.º 117/2017 — “Estabelece condições para o licenciamento de aterros municipais no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas”   |
| 2018 — Resolução SMA n.º 112/ 2018. “Institui, no âmbito da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, o Comitê de Integração de Resíduos Sólidos”   |
| 2019 — Resolução SIMA n.º 51, de 12 de agosto de 2020 — “Criação do Comitê de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (CIRS) no âmbito da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, por meio da Resolução SIMA n.º 012/2019, e atualizada pela Resolução SIMA n.º 051/2020 (em vigor);  |
| 2021 — Decisão de Diretoria (CETESB) n.º 008/2021/P — “Estabelece procedimento para licenciamento ambiental de estabelecimentos envolvidos nos sistemas de logística reversa e para dispensa do CADRI no âmbito do gerenciamento dos resíduos que especifica”  |

2021 — Resolução SIMA n.º 84/ 2021 — “Estabelece procedimento para análise do processo de licenciamento da atividade de preparo de resíduos para coprocessamento em fornos de clínquer”

2021 — Resolução SIMA n.º 85 de 2021 — “Institui Grupo de Trabalho para aperfeiçoamento do procedimento de análise do processo de licenciamento da atividade de preparo de resíduos para coprocessamento em fornos de clínquer, de que trata a Resolução SIMA, n.º 84, de 9 de agosto de 2021”

Fonte: Elaborado pelos autores.

### **Institucionalização Da Autoridade Municipal De Limpeza Urbana — AMLURB**

A Lei Municipal n. 13.478, de 30 de dezembro de 2002, criou a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana — AMLURB na cidade de São Paulo, órgão de caráter regulador e normatizador dos serviços de limpeza urbana que fiscaliza, orienta, multa ou mesmo pode cancelar a autorização, se a empresa não estiver cumprindo suas obrigações legais corretamente.

O artigo 12 da referida lei prevê que:

Art. 12º. A Autoridade Municipal de Limpeza Urbana — AMLURB estabelecerá as modalidades de serviços de limpeza urbana, condicionando e limitando o exercício de direitos e deveres dos operadores e usuários, bem como controlando e fiscalizando-os.

Assim, tem-se que Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), mediante a AMLURB, é responsável: pela limpeza urbana, visando a manter programas específicos voltados para os Resíduos da Construção Civil, tais como operação e manutenção de Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis (conhecidos também como Ecopontos); pelo recebimento de resíduos em Áreas de Transbordo e Triagem; pelo cadastramento de empresas transportadoras de entulho; e pelas áreas de aterro de inertes (São Paulo, 2019).

De acordo com Martins (2016), duas estratégias operacionais destacam-se e norteiam as ações da administração municipal no enfrentamento da deposição irregular de RCC: a remoção dos RCC de vias e logradouros públicos submetidos à contínua deposição ilegal; e a atração dos RCC pela oferta de áreas públicas adequadas para a deposição gratuita de grandes massas. Ademais, a reciclagem de entulho, operação cata-bagulho e alertas à população são ações realizadas sem um planejamento de médio e longo prazo, dependendo de voluntarismo por parte da população,

caracterizando-se a determinação em uma ação de curtíssimo prazo, a qual não alcança os resultados esperados (MARTINS, 2016).

**Lei Municipal n.º 14.803, de 26 de junho de 2008.**

O município de São Paulo possui o Plano Integrado De Gerenciamento Dos Resíduos Da Construção Civil, Resíduos Volumosos e Seus Componentes, instituído pela lei n.º 14.803, em sessão no dia 28 de maio de 2008. Trata-se de programa municipal de gerenciamento e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil. Conforme previstos na resolução Conama n.º 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores desses resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências (São Paulo, 2008). A gestão dos RCC e resíduos volumosos no Município de São Paulo prevê a submissão a outras leis do município, conforme seu artigo 2º:

A gestão dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos no Município de São Paulo deverá submeter-se:

I — aos princípios e diretrizes do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo, instituído pela Lei n.º 13.478, de 30 de dezembro de 2002;

II — aos objetivos gerais do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, instituído pela Lei n.º 13.430, de 13 de setembro de 2002, especialmente quanto aos incisos III, IV, V e VII do art. 8º;

III — às diretrizes da Política Urbana estabelecida no Plano Diretor Estratégico, especialmente quanto aos incisos I, II, VI, IX e XI do art. 10;

IV — aos objetivos e diretrizes da Política Ambiental estabelecida no Plano Diretor Estratégico, especialmente quanto aos incisos I, II, III e IV do art. 55 e incisos I e VI do art. 56;

V — aos objetivos e diretrizes da política de Resíduos Sólidos estabelecida no Plano Diretor Estratégico, especialmente quanto aos incisos I, II, VI, VIII, XI e XIII do art. 70 e incisos I, III, VI, IX, X, XII, XIV, XV e XVII do art. 71;

VI — às diretrizes das Resoluções CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente n.º 307, de 5 de julho de 2002, n.º 348, de 16 de agosto de 2004.

Os Ecopontos são locais de entrega voluntária de pequenos volumes de entulho (até 1 m<sup>3</sup>), grandes objetos (móveis, sofás, etc.), poda de árvore e resíduos recicláveis. Nessas estruturas, o munícipe pode dispor o resíduo gratuitamente em caçambas distintas para cada tipo de material. Atualmente,

a Prefeitura disponibiliza 121 unidades com atendimento diário e gratuito. Somente em 2019 foram recebidas nos ecopontos cerca de 447,7 mil toneladas de resíduos (Prefeitura de São Paulo, 2022). A cidade de São Paulo conta atualmente com cinco Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) de resíduos de construção civil privadas. O material recolhido é separado da seguinte forma: o resíduo de origem mineral (concreto, argamassa, alvenaria etc.) é encaminhado para aterros de inertes, o rejeito é levado para aterros sanitários e o resíduo reaproveitável é comercializado. Assim, tem-se que o município de São Paulo, mediante instrumentos legais somados a adoção de diversas políticas públicas, procura minimizar o problema da má gestão dos RCC (MARTINS, 2016), tais como as regras de licenciamento de empresas transportadoras de resíduo de construção civil, a utilização de caçambas em vias públicas e o descarte em aterro público. A seguir é apresentado quadro 4 com os principais instrumentos legais da Cidade de São Paulo:

Quadro 4. Relação das leis e decretos municipais que versam acerca da gestão e manejo de resíduos.

|   |
|---|
| Decreto n.º 42.833, de 6 de fevereiro de 2003 — Regulamenta o procedimento de fiscalização ambiental no Município de São Paulo;   |
| Decreto n.º 46.594, de 3 de novembro de 2005 — Regulamenta a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos inertes;   |
| Lei n.º 14015, de 28 de junho de 2005 — Dispõe sobre o descarte e reciclagem de misturas asfálticas retiradas dos pavimentos urbanos municipais e dá outras providências;   |
| Decreto n.º 48.075, de 28 de dezembro de 2006 — Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da constr. civil, em obras e serviços de pavimentação das vias públicas do Município de São Paulo;   |
| Lei n.º 14.803, de 26 de junho de 2008 — Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes. O Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme previstos na Resolução CONAMA n.º 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo e dá outras providências; |
| Decreto n.º 53.924, de 17 de maio de 2013 — convoca a conferência municipal do meio ambiente, bem como cria o comitê Inter secretarial de implementação da política municipal de resíduos sólidos.  |
| Decreto n.º 55.113, de 15 de maio de 2014 — Dispõe sobre a implantação de Ecopontos no Município de São Paulo.  |
| Portaria Autoridade Municipal De Limpeza — AMLURB n.º 25 DE 16 DE AGOSTO DE 2017 — Cria o “Núcleo Gestor de Resíduos da Construção Civil — RCC.   |

|  |
|--|
| Decreto n.º 57.662, de 13 de abril de 2017 — Introduz alterações no Decreto n.º 46.594, de 3 de novembro de 2005, que regulamenta a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos inertes, de que trata a Lei n.º 14.478, de 30 de dezembro de 2002, com suas alterações subsequentes. |
| Resolução 105/17 — AMLURB — SES/AMLURB — Regulamenta o cadastro dos operadores do Sistema de Limpeza Urbana do Município e o Controle de Transporte de Resíduos — CTR Eletrônico.  |
| Portaria n.º 29/AMLURB/2018 — Constitui o Grupo de Análise Operacional dos Ecopontos, responsável pela apreciação de propostas de melhoria relacionadas à gestão dos resíduos recebidos na rede pública dos Pontos de Entrega Voluntária para Pequenos Volumes — ECOPONTOS.                                  |
| Portaria 039/AMLURB/2019 — Altera o “Núcleo Gestor de Resíduos da Construção Civil — RCC”.   |
| Lei n.º 16.824, de 6 de fevereiro de 2018 — Autoriza a criação do Banco Municipal de Materiais de Construção.  |

Fonte: Elaborado pelos autores.

## **Conclusões**

Por meio das informações dispostas, pode-se concluir que o setor de construção civil no Brasil tem um importante papel na geração de benefícios econômicos e sociais. Entretanto, a construção civil também arca com o ônus dos grandes volumes de resíduos por ela gerados, além da necessidade intensa do consumo de matérias-primas naturais. Os geradores de resíduos de construção civil encontram cotidianamente dificuldades em realizar o correto descarte, pois são diversos os instrumentos normativos acerca do assunto, o que pode causar confusão.

É certo comentar que nas três esferas a discussão da problemática em torno dos resíduos de construção e demolição ainda é recente, porém, pode-se afirmar que tanto na esfera federal, estadual e municipal, já dispõem de mecanismos legislativos e normativos que têm por objetivo regular e fiscalizar a geração de resíduos de construção pelo poder público e estimular a adoção de práticas de redução de geração, reuso e reciclagem destes.

## **Referências**

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15112: Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 10004: Resíduos sólidos — Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15113: Diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15114: Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15115: Procedimentos para execução de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15116: Requisitos para a utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos da construção. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE — Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. 2021. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/>. Acesso em: 8 mar. 2013.

São Paulo. Resolução SMA n.º 079/ 2009. 1.1 SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE GABINETE DO SECRETÁRIO. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/resolucao-sma-38\\_2011\\_residuos.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/resolucao-sma-38_2011_residuos.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 81/ 2014. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2022/07/resolucao-sma-081-14/>. Acesso em: 25 set. 2022.

Brasil. Lei no 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p.

Brasil. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 23 set. 2022.

CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>.

\_\_\_\_\_. — Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a resolução CONAMA no 307 de 5 de julho de 2002, incluindo amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>.

\_\_\_\_\_. — Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 431, de 25 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002,

do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>.

\_\_\_\_\_. — Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 448, de 19 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>. Acesso em: 23 set. 2022.

DAS GRAÇAS ROTH, Caroline; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. Desenvolvimento em questão, v. 7, n. 13, p. 111 – 128, 2009.

Especificações Técnicas de Serviço | Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras | Prefeitura da Cidade de São Paulo. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas\\_tecnicas/index.php?p=17155](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=17155). Acesso em: 23 set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Municípios Brasileiros 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Municípios Brasileiros 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2022. Acesso em: 23 set. 2022.

IPEA — Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos avançados, v. 25, p. 135 – 158, 2011.

JOHN, Vanderley Moacyr. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

KLEIN, Flávio Bordino; DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 40, 2017.

LEITE, Januaria Cecília Pereira Simões; NETO, Mario Teixeira Reis. Meio ambiente e os embates da construção civil. CONSTRUINDO, 2014.

LOWEN, Elisa Margareth; NAGALLI, André. Pequenos geradores de resíduos da construção civil: prefeituras municipais e a disponibilização de

informações. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, n. 15, p. 43 – 50, 2020.

MARTINS, AMÂNDIO. Ações da administração pública municipal de São Paulo para o enfrentamento do descarte irregular de resíduos da construção civil (RCC) nos logradouros públicos. *Simetria*, v. 1, n. 1, p. 41 – 58, 2016.

MENDONÇA, Mateus Calligioni de. Os pequenos municípios e os grandes problemas dos resíduos sólidos: caminhos para uma cidade sem (muito) lixo. 2022. Tese de Doutorado.

Panorama 2020 — Abrelpe. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; DIAS, Antônio Jose Guerner; CORTES, Pedro Luís. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. *Desenvolvimento e Meio ambientes*, v. 29, 2014.

PINTO, Tarcísio de Paula et al. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, v. 189, 1999.

QUAGLIO, Renan Serraglio; ARANA, Alba Regina Azevedo. Diagnosis of civil construction waste management from the reading of the urban landscape. *Sociedade & Natureza*, v. 32, p. 437-450, 2022.

ROSADO, Laís Peixoto; PENTEADO, Carmelúcia Santos Giordano. Análise da eficiência dos Ecopontos a partir do georreferenciamento de áreas de disposição irregular de resíduos de construção e demolição. *Sociedade & Natureza*, v. 30, n. 2, p. 164 – 185, 2018.

SANCHES, MCG. Valoração do Serviço de Destinação Final dos Resíduos Gerados na Construção Civil do Município de Salvador, Bahia. 2004. 127 f. 2004. Tese de Doutorado.

São Paulo (SP). Decreto n.º 46.594, de 3 de novembro de 2005. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2005/4659/46594/decreto-n-46594-2005-regulamenta-a-coleta-o-transporte-o-tratamento-e-a-disposicao-final-de-residuos-inertes-de-que-trata-a-lei-n-13478-de-30-de-dezembro-de-2002-com-as-alteracoes-subsequentes>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo (SP). Lei n.º 14.803, de 26 de junho de 2008. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-14803-de-26-de-junho-de-2008/detalhe>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo (SP). Lei n.º 16.824, de 6 de fevereiro de 2018. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16824-de-6-de-fevereiro-de-2018>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo (SP). Resolução autoridade municipal de limpeza — AMLURB n.º 105 de 14 de março de 2017. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/resolucao-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-105-de-14-de-marco-de-2017/consolidado>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo (SP). Decreto Estadual n. 42. 833 2003 de São Paulo, SP. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2003/4283/42833/decreto-n-42833-2003-regulamenta-o-procedimento-de-fiscalizacao-ambiental-no-municipio-de-sao-paulo-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo (SP). Decreto n.º 48.075, de 28 de dezembro de 2006. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-48075-de-28-de-dezembro-de-2006>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo (SP). Decreto n. 57.817, de 28.02.2012. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-57817-de-03-de-agosto-de-2017>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 42.833, de 6 de fevereiro de 2003. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2003/4283/42833/decreto-n-42833-2003-regulamenta-o-procedimento-de-fiscalizacao-ambiental-no-municipio-de-sao-paulo-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 53.924, de 17 de maio de 2013. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-53924-de-18-de-maio-de-2013/consolidado>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 55.113, de 15 de maio de 2014. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-55113-de-15-de-maio-de-2014/consolidado>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 57.662, de 13 de abril de 2017. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em:

<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-57662-de-13-de-abril-de-2017/>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Lei n. 42.217. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-42217-de-24-de-julho-de-2002>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Lei n.º 13.478 de 30 de dezembro de 2002. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-13478-de-30-de-dezembro-de-2002>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Lei n.º 14015, de 28 de junho de 2005. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-14015-de-28-de-junho-de-2005>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Portaria autoridade municipal de limpeza — AMLURB n.º 25 de 16 de agosto de 2017. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-25-de-16-de-agosto-de-2017>. Acesso em: 25 set. 2022

São Paulo. Portaria autoridade municipal de limpeza — AMLURB n.º 29 de 17 de julho de 2018. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-29-de-17-de-julho-de-2018/consolidado>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Portaria autoridade municipal de limpeza — AMLURB n.º 39 DE 29 DE NOVEMBRO DE 2019. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-39-de-29-de-novembro-de-2019/consolidado>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Portaria n.º 29/AMLURB/2018. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-29-de-17-de-julho-de-2018>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Portaria 039/AMLURB/2019. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-39-de-29-de-novembro-de-2019>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução 105/17 — AMLURB — SES/AMLURB. Legislação Municipal — Catálogo de Legislação Municipal. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/resolucao-autoridade-municipal-de-limpeza-amlurb-105-de-14-de-marco-de-2017>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 079/ 2009 de 4 de novembro de 2009. 1.1 Secretaria De Estado Do Meio Ambiente Gabinete Do Secretário Ga Publicada No Doe De 05-11-09 Seção I Pag. 44 – 45. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/2009\\_res\\_est\\_sma\\_79.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/2009_res_est_sma_79.pdf). Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Resolução SIMA n.º 51, de 12 de agosto de 2020. Secretaria De Estado De Infraestrutura E 1.1.2 Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l: s.n.]. Disponível em: [http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_estadual/leg\\_est\\_resolucoes/Resol-SIMA-051-2020\\_institui-coordenacao-e-comites-apoio-residuos-solidos\\_\(Revoga\\_ResolSIMA-12-19\)\\_Republicada\\_20ago20.pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resol-SIMA-051-2020_institui-coordenacao-e-comites-apoio-residuos-solidos_(Revoga_ResolSIMA-12-19)_Republicada_20ago20.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decisão de Diretoria (CETESB) n.º 008/2021/P. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/DD-008-2021-P-Estabelece-procedimento-para-licenciamento-ambiental-de-sistemas-de-logistica-reversa-e-para-dispensa-do-CADRI.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decisão de Diretoria n.º 120/2016/C. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-120-2016-C-010616.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decreto Estadual n.º 57.817 de 28.02.2012. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2012/decreto-57817-28.02.2012.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decreto Estadual n.º 24.932, de 24/03/1986. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1986/decreto-24932-24.03.1986.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decreto Estadual n.º 50.753, de 28 de abril de 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2006/decreto-50753-28.04.2006.html>. Acesso em: 23 set. 2022.

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

São Paulo. Decreto Estadual n.º 20.903, de 26 de abril de 1983 Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1983/decreto-20903-26.04.1983.html>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 5.993, de 16 de abril de 1975. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1975/decreto-5993-16.04.1975.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 48.523 de 2004. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/49673>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 52.469, de 12/12/2007. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/74814>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Decreto n.º 54.645, de 5 de agosto de 2009. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto-54645-05.08.2009.html>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Lei n.º 118, de 29 de junho de 1973. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1973/lei-118-29.06.1973.html#:~:text=Autoriza%20a%20constitui%C3%A7%C3%A3o%20de%20uma>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Lei n.º 12.300, de 16 de março de 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Esta%20lei%20institui>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-997-31.05.1976.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SIMA n.º 84/ 2021. Secretaria De Estado De Infraestrutura E Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l: s.n.]. Disponível em: [http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_estadual/leg\\_est\\_resolucoes/Resol-SIMA-63-2021\\_licenciamento-de-residuos-fornos-clinquer.pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resol-SIMA-63-2021_licenciamento-de-residuos-fornos-clinquer.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SIMA n.º 85 de 2021. Secretaria De Estado De Infraestrutura E Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/40/2021/08/resolucao-sima-85-de-09.08.2021-proc-cetesb.048862-2021-25-licenciamento-de-residuos-fornos-clinquer-agosto-cg-gt.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

São Paulo. Resolução SMA 059/09. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2022/07/resolucao-sma-059-09/>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 112/ 2018. Secretaria De Estado De Infraestrutura E Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_estadual/leg\\_est\\_resolucoes/Resol-SIMA-051-2020\\_institui-coordenacao-e-comites-apoio-residuos-solidos\\_\(Revoga\\_ResolSIMA-12-19\)\\_Republicada\\_20ago20.pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resol-SIMA-051-2020_institui-coordenacao-e-comites-apoio-residuos-solidos_(Revoga_ResolSIMA-12-19)_Republicada_20ago20.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 117/2017. Secretaria De Estado Do Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2017resolucao\\_sma\\_117\\_2017.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2017resolucao_sma_117_2017.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 15/ 2017. Secretaria De Estado Do Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2017/02/resolucao-sma-015-2017-processo-905-2017-licenciamento-ambiental-de-aterros-sanitarios.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 38/ 2012. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2022/07/resolucao-sma-038-12/>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 38/ 2017. Secretaria De Estado Do Meio Ambiente Gabinete Do Secretário. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2017/06/resolucao-sma-038-2017-processo-3840-2017-estabelece-diretrizes-e-condicoes-para-licenciamento-e-operacaoda-atividadede-recuperacaode-energicdru.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 88 de 2013. Secretaria De Estado Do Meio Ambiente Gabinete Do Secretário Ga Publicada No Doe De 18-09-2013 Seção I Pág. 47 resolução sma n.º 88, de 17 de setembro de 2013. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legislacao/leg\\_estadual/leg\\_est\\_resolucoes/Resol-SMA-088-2013\\_Institui-o-Cadastro-de-Entidades-de-Catadores-de-Materiais-Recicl%C3%A1veis-CadEC.pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/Resol-SMA-088-2013_Institui-o-Cadastro-de-Entidades-de-Catadores-de-Materiais-Recicl%C3%A1veis-CadEC.pdf). Acesso em: 25 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA n.º 031/03, DE 2003. Resolução SMA 031/03. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2022/07/resolucao-sma-031-03/>. Acesso em: 23 set. 2022.

São Paulo. Resolução SMA nº 41, de 17 de outubro de 2002. [s.l: s.n.]. Disponível em:

[https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002\\_Res\\_SMA\\_41.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_SMA_41.pdf). Acesso em: 23 set. 2022.

SINDUSCON — Sindicato da Indústria da Construção Civil. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: SINDUSCON, 2005.

SOARES, Fabio Rubens; MIYAMARU, Emília Satoshi; MARTINS, Gilberto. Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da avaliação do ciclo de vida na Central de Tratamento de Resíduos-Caieiras. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, p. 993 – 1003, 2017.

## ***Pseudociência – porque fugir dela***

---

---

***Norma Reggiani<sup>39</sup>***

Quando uma pessoa se depara com o mundo, uma necessidade surge imediatamente que é compreendê-lo para saber como agir. É quase um instinto de sobrevivência. Nos tempos antigos, andando pela mata, era fundamental saber distinguir, no meio da folhagem, o perfil de um leopardo, para fugir rapidamente! Portanto, é muito natural o homem desejar um modelo que explique o que o cerca. Isso faz parte da sua estrutura da sua psique.

Há mais de uma maneira de buscar esse modelo. Um deles é o que se chama Ciência, quando um modelo é criado baseado em alguma questão experimental que carece de explicação. Mas a ciência não para por aí. Depois de criado um modelo, ele é testado. Se este modelo for verdadeiro, algumas observações poderão ser feitas. A comunidade científica busca essas observações. Se a observação condizer com o que foi previsto pelo modelo, aquele modelo se mantém como aceito. Caso contrário, deverá ser modificado ou então poderá ser usado em alguns casos e não em outros.

### **Método Científico**

Numa breve descrição do método científico algumas características dele são (MCINTYRE, 2019, p. 75):

1. A primeira e talvez principal é que um modelo sempre pode ser falseável, quer dizer, existe a possibilidade de alguma pergunta ser feita cuja resposta indique que o modelo não está totalmente correto ou até que deva ser completamente modificado. Isso indica que o modelo criado é uma forma de pensar a realidade, mas não tem a pretensão de se confundir com ela. Existe a possibilidade de um modelo vir a ser modificado ou completamente alterado. Neste caso, os cientistas sabem que aquela descrição é o melhor que se tem no momento e sabem que

---

<sup>39</sup> PhD em Física Matemática pela International School for Advanced Studies – Trieste, Itália. Instituto Príncipia – Rua Pamplona, 145 – São Paulo/SP. E-mail: [norma.reggiani@gmail.com](mailto:norma.reggiani@gmail.com)

ela pode vir a ser modificada. Portanto, não se deve ter apego a um modelo ou a outro. Pelo contrário, os modelos estão sempre sendo colocados à prova. A descrição que a ciência oferece hoje da natureza não é a palavra final, mas eles servem para descrevê-la e, além disso, dão-nos ferramentas para lidar com a natureza. São esses modelos que permitem que lidemos com a natureza a ponto de usarmos o que se chama hoje de ondas eletromagnéticas, para termos nossos celulares; a ponto de usarmos o que se sabe da ação dos vírus no nosso corpo, para o desenvolvimento de vacinas; ou de usarmos o campo magnético para criarmos a ressonância magnética, que nos permite ver com nitidez o interior de nossos corpos;

2. A ciência é feita por uma comunidade. Os resultados científicos são sempre avaliados por outros cientistas que estudam o mesmo assunto, mas que não pertencem ao mesmo grupo e que, quase sempre, fazem vários questionamentos a quem obteve aquele resultado - questionamentos que, muitas vezes, não são fáceis de se responder. Esse é um procedimento para que um resultado seja publicado em uma revista científica;
3. Todo modelo científico tem um limite de validade. Quer dizer, ele é válido em algumas situações, mas não em outras. Ele consegue explicar a natureza até um certo ponto. É muito importante saber o limite de validade de um modelo, pois o seu uso, em um contexto em que ele não é válido, pode causar vários problemas, ou ser completamente ineficaz. Como, por exemplo, temos a mecânica newtoniana que descreve bem a natureza no nível macroscópico baseada na atração das massas entre si. Essa descrição é bem apropriada para a construção de um edifício, mas não é adequada para a descrição do que se passa no interior de um átomo. Então, se quisermos lidar com a matéria a nível atômico para construir os chips de nossos computadores, temos de usar a mecânica quântica, que apresenta uma descrição da natureza bem diversa da mecânica newtoniana. Descrição esta que não é necessária na construção civil. Isto não significa absolutamente que a mecânica quântica seja melhor que a newtoniana ou vice-versa, mas elas são apropriadas em diferentes situações.

Vemos então que a ciência oferece uma descrição da natureza que nos fornece muito conforto material, mas pelo fato de ser falseável, oferece uma descrição que é válida, hoje, mas que pode vir a ser modificada. Além disso, devido ao limite de validade inerente a qualquer modelo, a ciência não

é capaz de descrever tudo. Existem coisas sobre as quais a ciência não tem ainda condições de fazer uma descrição. Esses são dois pontos importantes. A ciência nos faz conviver com o fato de que a descrição atual pode vir a ser modificada e que existem coisas sobre as quais nada pode dizer. Pode até se pensar que existem coisas sobre as quais nada se pode dizer ainda, mas um dia podem vir a ser compreendidas. Mas o fato é que se deve saber conviver com esta ignorância. Por outro lado, nos assuntos em que a ciência se pronuncia, o conhecimento tem a robustez de ter passado pelos testes experimentais e pelo escrutínio de seus pares. Essa robustez permite ver aplicações da ciência na nossa vida diária e fez a ciência ter grande credibilidade.

Alguém pode dizer que o saber científico é apenas um dos saberes e que existem outros modos de se descrever a natureza e pensar a vida. Existem sim, e o fato de a ciência não poder falar de tudo e da ignorância incomodar nossa estrutura psíquica básica podem nos levar a ter outros modos de abordar assuntos, tais como de onde viemos, para onde vamos, o que é a moral etc.. Não existe um problema nisso e mesmo um cientista pode conviver dentro de si com o método científico e com alguma crença. Mas é muito importante ter consciência de quando se está lidando com um conhecimento científico ou com um conjunto de crenças.

### **Pseudociência**

A pseudociência é quando um conjunto de crenças se veste de ciência, mas sem aplicar o método inerente à ciência. Usando um palavreado que soa científico, pode levar as pessoas a crerem que o que se ouve tem a mesma credibilidade que a ciência. Exemplo disso é quando um grupo defende a ideia de que somos visitados por seres extraterrestres e, para tanto, cita observações científicas do céu e termos científicos em um discurso que tem uma certa lógica interna, mas que não tem comprovação experimental. E mais do que isso, essa visita de extraterrestres é colocada como algo inquestionável, algo que deve ser aceito sem perguntas. Até esse ponto, pode-se pensar que não há problema se alguém acredita em seres extraterrestres, mas se esse grupo passar a cobrar dos crentes valores para que os extraterrestres os aconselhem ou se for propagado que os crentes devam roubar seus vizinhos, para oferecer mimos para os extraterrestres, essa crença pode ter consequências funestas para os crentes e para os que os cercam. O ponto que quero enfatizar é quando uma crença se mascara de ciência para ganhar a confiança dos que a ouvem, ela está agindo de má fé e é preciso não ser ingênuo e saber identificar quando isso está acontecendo.

Existem algumas características de pseudociência que podem auxiliar alguém a reconhecê-la (KNOBEL, 2021, p. 131; PILATTI, 2020, p. 41):

1. Apresenta-se um modelo e não se aceita contestação, não apresenta resultados que possam ser verificados. São modelos que são impossíveis de serem submetidos a algum tipo de teste que nos diga se são verdadeiros ou falsos. Além disso, se por acaso alguém apresenta alguma contestação, o erro está em quem fez essa contestação e não na teoria;
2. Apresentam um determinado modelo e buscam dados que o comprovem, descartando dados que não estejam de acordo com ele. É criado um modelo ou uma teoria e se busca a sua confirmação, ao invés de se partir dos dados para se criar o modelo ou a teoria. Desse modo, vários fatos podem ser simplesmente descartados, porque não comprovam o modelo. Os fatos válidos são só aqueles que o comprovam. Um exemplo trivial é a teoria da Terra Plana, que rejeita todas as evidências de que a Terra é redonda. Diga-se de passagem, essa teoria me parece muito mais um modismo de um grupo do que uma teoria proposta, mesmo que pseudocientífica;
3. Faz-se uso de um jargão científico, algumas vezes sem fazer sentido algum. Um exemplo são as curas quânticas e colchões magnéticos;
4. Utiliza-se argumento de autoridade que não pode ser questionada. É o caso quando se fala que o assunto foi estudado por um reconhecido pesquisador, como se isso fosse o suficiente para se apresentar o assunto, ou foi provado cientificamente, sem falar do que foi feito para se ter essas provas. Essa autoridade também pode ser buscada na Antiguidade, dizendo que renomados pensadores do passado adotavam determinado modelo como verdadeiro. Não se deve crer em algo porque uma autoridade o diz. Isso vale também para um cientista. Não é porque alguém é um cientista que ele, necessariamente, dirá algo que seja verdadeiro, do ponto de vista científico. Esse cientista pode ter uma visão equivocada do mundo também. Por isso, a importância de se ouvir o que a comunidade tem a dizer, porque um cientista contesta o outro e, dessa forma, evita-se que vieses muito pessoais dominem o cenário do conhecimento;
5. Não apresentam dados, mas afirmações vagas;
6. Não é o resultado de uma comunidade de pesquisadores. É, muitas vezes, um modelo proposto por um grupo fechado em si que muito pouco tem de científico. Muitas vezes pode até ser

uma teoria proposta por um único cientista, com a contestação de toda a comunidade.

### **Exemplos de pseudociência**

Um exemplo de pseudociência é o famoso exemplo do movimento antivacinas desencadeado por Andrew Wakefield em 1998 que relacionou a vacina tríplice viral com o desenvolvimento de uma síndrome intestinal e casos de autismo (PASTERNAK, 2020, p.62). O método para se determinar essa correlação não foi científico, seja pelo baixo número de casos analisados (12 crianças), seja pelo fato de os casos analisados terem sido escolhidos entre crianças que apresentavam problemas intestinais e autismo, e o que se procurou responder foi se esses sintomas estavam relacionados com a admissão da vacina tríplice viral (MMR – contra o sarampo, caxumba e coqueluche).

Além do caráter enviesado da pergunta, pois no mínimo deveriam ser observadas crianças que apresentavam os sintomas de síndrome intestinal e autismo que não tivessem sido vacinadas, a busca para as respostas para essa pergunta foi incorreta, porque o prontuário dessas crianças foi fraudado. Ademais, um tempo depois de publicado o artigo de Wakefield, descobriu-se que, um ano antes da publicação, ele havia patenteado uma vacina simples para sarampo. A explicação que ele havia dado para a correlação - na verdade falsa correlação, entre a vacina tríplice e os casos de autismo - era a de que a vacina tríplice se tratava de uma combinação muito forte de antígenos e, por isso, deveria ser substituída por vacinas simples e separadas contra sarampo, caxumba e coqueluche. Portanto, ele tinha interesses financeiros que a vacina MMR fosse desacreditada.

Esse movimento ganhou força e muitos adeptos porque foi apresentado como científico. As consequências dele são terríveis, pois depois de 1998 houve grande queda na vacinação de crianças e novos casos de sarampo e poliomielite, quando essas doenças haviam sido praticamente erradicadas antes do início do movimento antivacinas<sup>40</sup>. A teoria de Wakefield foi desmascarada e o último trabalho sobre esse assunto coletou dados ao longo de uma década, contendo 650 mil crianças, e se constatou que as vacinas não causam autismo (KNOBEL, 2021, p. 138). Mesmo assim, a teoria de Wakefield levou a uma diminuição do número de pessoas

---

<sup>40</sup> É bom ressaltar que o efeito da não vacinação não é somente sobre as pessoas que optaram por não se vacinar ou sobre as crianças cujos pais optaram por não vaciná-las, pois se um grupo não se vacina, o vírus começa a circular novamente e pode atingir pessoas que não possam ser vacinadas, seja pela idade, seja por alguma comorbidade.

vacinadas e o seu efeito se sente até hoje a ponto da Organização Mundial da Saúde ter declarado que o movimento antivacinas é uma das dez ameaças atuais à saúde mundial.

Nos dias atuais, as informações se propagam com muita facilidade através das redes sociais e é muito fácil que uma pessoa tenha acesso a uma teoria que se faz passar por científica, mas que na verdade não o é. Temos de estar preparados para reconhecer quando uma teoria ou modelo apresentado como científico, na verdade, trata-se de pseudociência, para não “cairmos em arapucas”. Uma pessoa pode até optar por não se vacinar ou não vacinar seus filhos, mas ela tem de estar consciente de que está fazendo isso baseada em crenças que não são científicas. Ela não pode tomar uma decisão achando que se baseia em uma séria pesquisa científica, quando isso não é verdade.

Uma pergunta que se pode fazer é porque essa teoria contra as vacinas foi aceita por várias pessoas. Todos nós temos nossos vieses e muitas pessoas podem associar as vacinas aos lucros dos laboratórios que as produzem e, com isso, ter uma desconfiança de tudo que tenha alguma relação com elas. Quanto a isso, uma pergunta válida é se os laboratórios não ganhariam também com os medicamentos para tratar as doenças que as vacinas evitam. Essa aversão, muitas vezes, estende-se à medicina como um todo, quando tratamentos alternativos são vistos como superiores ao convencionais, pelo simples fato de serem alternativos.

Como uma pessoa que não é pesquisadora de vacinas poderá saber se a teoria que chega até ela é científica ou se trata de pseudociência? Ela pode buscar saber se a fonte da informação é confiável ou não. Se se trata de uma informação vinda de um pesquisador sério na área ou não. Melhor ainda é buscar saber o que a comunidade científica pensa sobre aquele assunto, pois saber o que um pesquisador pensa, isoladamente, pode nos levar a informações equivocadas.

A ciência se faz em uma comunidade onde vários cientistas, de diferentes instituições e países, trocam informações e se questionam sobre o assunto. Ouvir o que essa comunidade tem a dizer é muito mais seguro do que escutar um pesquisador isoladamente. É muito comum, nas redes sociais, as informações serem veiculadas como verdadeiras sem que se faça uma referência clara de quem é o autor delas e de onde a fonte delas pode ser encontrada. É preciso estar atento a essas informações sem referências. Isso é, atualmente, particularmente, importante com relação à Covid-19, quando muitas inverdades foram veiculadas a respeito das vacinas, muitas vezes com motivações políticas. Para nossa sorte, no Brasil, grande parte da população se vacinou e a Covid-19 não é mais a ameaça de morte que vivemos ao longo de 2020.

Um outro exemplo de pseudociência são as várias aplicações do termo mecânica quântica, que soa mágico para algumas pessoas. Quando se busca por esse termo na internet, obtém-se vendas de curas quânticas, pulseiras quânticas e coisas do gênero. O que se vê é que quando se deseja atribuir um caráter espetacular a algo, algumas pessoas emprestam esse termo da Física sem que o objeto em questão tenha algo a ver com quântica. Esse é um modo de tentar fazer o assunto passar por científico e, assim, ter a credibilidade que a Ciência tem. Portanto, essas vendas são, na verdade, uma farsa.

Temos também como exemplo de pseudociência os fenômenos de clarividência e a percepção extra sensorial. James Randi (PILATTI, 2021, p. 106) fez um trabalho de verificar a veracidade desses poderes que algumas pessoas diziam ter. Havia um paranormal que movia as páginas de um livro sem tocá-lo. Para testar essa capacidade, Randi colocou umas esferas de isopor ao lado do livro, na mesma superfície onde o objeto estava. Nessas condições, o paranormal não conseguiu mover as páginas. Isso foi justificado pelo paranormal que disse que as esferas de isopor haviam colado as páginas do livro, devido à eletricidade estática. Aqui está um exemplo de um mecanismo de pseudociência: utilizar um jargão científico para dar a impressão de que existe uma racionalidade na explicação. Para o método ser científico, deveria ser medida a eletricidade estática alegada, e uma nova prova deveria ser feita com algum elemento que não gerasse a eletricidade estática. A questão novamente é quando uma teoria, um modelo ou uma afirmação quer se passar por científica, utilizando jargões científicos, mas sem usar o método científico para testar o que se diz.

A astrologia é um outro exemplo de pseudociência, quando se afirma que a posição dos astros, no momento do nascimento da pessoa, consegue descrever os seus traços de personalidade, e a posição dos astros, ao longo do tempo, pode dizer como será a vida dessa pessoa. Podemos até pensar que todos os elementos do Universo têm alguma relação entre si. Se pensarmos que as massas se atraem com o inverso da distância ao quadrado, quando elas estão muito distantes entre si, essa força de atração é muito pequena, mas existe.

Confesso que a poética por trás da ideia de que tudo no Universo tem alguma relação entre si é muito bonita. Mas entre afirmar que isso determine o modo de pensar e de sentir de uma pessoa há uma grande distância. A questão é quando as pessoas se deixam influenciar por previsões astrológicas e avaliam as outras através dessas análises. Por exemplo, se alguém disser que é de um determinado signo, outros poderão associar a ela características que não necessariamente ela possui. Não é preciso dizer que confusão isso pode causar. Há inclusive livros sobre os astros e o amor, que descrevem

quais combinações de signos podem ser boas para um casal. Creio que uma conversa franca e um olhar sem julgamento pode dizer muito mais para um casal do que as instruções da astrologia.

Outro aspecto da astrologia é que ela é extremamente vaga. Usualmente uma pessoa lê as frases do horóscopo associadas ao seu signo. Se ela fizer a experiência de ler as frases dos outros signos, verá que elas se adequam ao seu dia como as do seu signo. Isso porque elas são vagas e cada um pode entender delas o que quiser. Certa vez fiz meu mapa astral e mais duas pessoas fizeram também. Nós éramos amigos e confrontamos nossos mapas astrais – eram idênticos!

### **Por que fugir da pseudociência?**

Por que é necessário saber distinguir ciência de pseudociência? Existe a questão de não cair em um engodo, de se deixar levar por um discurso com termos científicos e estrutura lógica, mas que na verdade não é um modelo científico. A pessoa pode até optar por crer naquele modelo, mas não porque ele tem o respaldo de um trabalho científico. Esse é um aspecto da questão que pode até ter consequências só pessoais.

Entretanto, quando a ciência e a tecnologia ganham cada vez mais espaço nas nossas vidas, algumas decisões mais gerais passam por saber discernir a ciência da pseudociência. Muitas vezes, essas decisões são tomadas por políticos. Um exemplo é lei de proibição do uso de celulares em postos de gasolina de 2002 (KNOBEL, 2021), quando não há evidência nenhuma de que as ondas eletromagnéticas que chegam ou que são emitidas pelos celulares ou por alguma possível descarga de suas baterias possam causar alguma ignição e incêndio. Se pensarmos na estrutura de um motor de automóvel, a descarga que existe para que o motor funcione é muito mais intensa do que a intensidade da carga da bateria do celular.

Em 2017, essa lei foi substituída por outra que proibia o uso na área de abastecimento, mas autorizava se o uso do celular fosse dentro do carro, nos escritórios ou lojas de conveniência. Isso indica que 15 anos depois, a questão dos celulares ainda não foi compreendida, mas resulta em uma lei, com multa associada. Aqui vemos um exemplo em que os políticos deveriam ter consultado a comunidade científica para compreenderem melhor o efeito que o celular pode ter num posto de gasolina: nenhum.

Todavia, existe um outro aspecto em questão relacionado à pseudociência, além de não se cair em um engodo. A ciência se torna robusta não exatamente pelos resultados a que chega, mas pelo fato de sempre questionar esses resultados, portanto, pelo método que utiliza para chegar a esses resultados. Da mesma forma, a pseudociência se torna nefasta não só

pelo modo a que leva as pessoas a agirem, mas pela atitude que mora dentro das pessoas que aceitam alguma pseudociência. Isso porque a pseudociência, como já foi mencionado, apresenta modelos prontos e acabados que não admitem questionamentos. Essa atitude de não se fazer questionamentos é que é muito nociva, pois faz a pessoa ficar estagnada. São os questionamentos que ampliam nossos horizontes.

Com certeza, o Universo e suas leis e composição estão bem além da nossa compreensão. Com a Ciência, tateamos alguns aspectos desse Universo e de outros não temos muito a dizer, pelo menos não por enquanto. Vemos que as técnicas de medição e de experimentação evoluem muito e cada vez mais somos capazes de analisar aspectos do Universo que eram antes completamente desconhecidos. Por exemplo, não se sabia que o mundo é composto de elementos microscópicos que não são visíveis ao nosso poder de resolução ocular. Desse modo, em torno de 1840, não se sabia por que havia mais morte de mulheres que davam à luz em maternidade, atendidas por homens, do que as que davam à luz por parteiras mulheres, em Viena. Foi Ignaz Semmelweis que percebeu que os homens que assistiam os partos o faziam após terem manipulado cadáveres.

Naquela época, não existia o conceito de mundo microscópico e, como não se via com nossos olhos nada nas mãos dos médicos que haviam manipulado cadáveres, não se pensava que poderiam ser eles os transmissores do que se chamava febre puerperal. Foi depois da descoberta de Semmelweis que teve início a higienização das mãos dos médicos entre o tratamento de uma pessoa e outra.

A ciência nada sabia dos microrganismos e, conseqüentemente, da necessidade de higienização. Alguém, naquele período, poderia ter inventado alguma teoria com ares de científica para explicar a morte das mulheres, uma teoria que explicasse tudo por definição, mas que não se submetesse à comprovação. Se o mundo se apegasse a essa teoria e não prosseguisse nas observações, não se teria evoluído para a teoria dos microrganismos, e as mulheres poderiam estar morrendo até hoje. O apego a uma teoria que não se submeta à comprovação pode muito bem impedir que perguntas sejam feitas e, com isso, respostas mais verdadeiras sejam encontradas.

Portanto, temos aqui um exemplo de uma situação em que se deve admitir a dúvida e a ignorância para que um conhecimento mais sólido seja alcançado. Deve-se admitir que o conhecimento tem limites e que não se consegue explicar tudo sempre. Embora a dúvida possa ser contra nossa estrutura ancestral de ter de reconhecer sem dúvida se se está diante de um leopardo ou não, sob o risco de perder a própria vida, hoje vemos que temos de aprender a conviver com a dúvida e as limitações, para que possamos trilhar um caminho em busca de conhecimentos que descrevam a natureza e

o Universo como eles são, e não como gostaríamos que fossem. Muitas vezes se acusa a Ciência de arrogante por não querer abordar assuntos alternativos, por assim dizer, quando, na verdade, a Ciência não tem condições de se pronunciar sobre algo que esteja fora do limite de validade do seu conhecimento. Admitir a ignorância e a limitação do nosso conhecimento, na verdade, é um exemplo de humildade, e não de arrogância.

### **Referências**

KNOBEL, Marcelo. **A ilusão da Lua: Ideias para decifrar o mundo por meio da ciência e combater o negacionismo.** São Paulo: Contexto, 2021.

MCINTYRE, LEE. **The Scientific Attitude. Defending Science from Denial, Fraud, and Pseudoscience.** MIT Press, 2019.

PASTERNAK, Natalia; ORSI, Carlos. **Ciência no Cotidiano – Viva a razão. Abaixo a ignorância!** São Paulo: Contexto, 2020.

PILATTI, Ronaldo. **Ciência e Pseudociência – Por que acreditamos apenas naquilo em que queremos acreditar.** São Paulo: Contexto, 2021.

## ***O Efeito Einstein-de Haas***

***Reginaldo de Abreu<sup>41</sup>***

***Rubens Pantano Filho<sup>42</sup>***

---

---

### **Introdução**

Ao que consta, desde o primeiro terço do século XVIII, procurou-se saber se existiria algum vínculo entre a eletricidade e o magnetismo. No entanto, pode-se dizer que a eletricidade e o magnetismo desenvolveram-se como campos de conhecimento isolados entre si até 1819/1820. Relata-se que, no final de 1819 ou início de 1820, ou seja, final da segunda década do século XIX, o cientista dinamarquês Hans Christian Oersted, quando preparava uma demonstração, foi quem percebeu que uma corrente elétrica em um fio provocava um desvio na agulha de uma bússola próxima dele. Assim, estabelecia-se a primeira conexão concreta entre a eletricidade e o magnetismo. Em seguida, André-Marie Ampère postulou que todos os fenômenos magnéticos são devidos aos movimentos de carga elétricas (correntes). Um ano depois, em 1820, Baptiste Biot e Félix Savart apresentaram o resultado de suas experiências, pelas quais estabeleceram a lei – que ficou conhecida pelos seus sobrenomes – que permite calcular o campo magnético criado por uma corrente elétrica (BASSALO, 1994).

Algum tempo depois, André-Marie Ampère deduziu as leis sobre forças magnéticas entre condutores percorridos por correntes elétricas. Ele foi o primeiro cientista a defender que a corrente elétrica consistia de um fluxo de partículas, com inércia inclusive. Além disso, também foi Ampère quem sugeriu a existência do que denominou “correntes moleculares”, que seriam então as responsáveis por todos os fenômenos magnéticos (SERWAY; JEWETT JR., 2014).

Nas palavras de Ampère:

A ação mútua entre uma corrente elétrica... e um imã, bem como a dois imãs... entram uma e outra na lei de ação mútua de duas correntes

---

<sup>41</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Docente e Coordenador do Colégio Pequeno Príncipe - Ribeirão Preto. *E-mail: reginaldofisica@gmail.com*

<sup>42</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais. Docente e Coordenador do Instituto Federal São Paulo – campus Bragança Paulista. *E-mail: rubenspantano@ifsp.edu.br*

elétricas... concebendo-se sobre a superfície e no interior de um imã tantas correntes elétricas em planos perpendiculares ao eixo desse imã, quanto se pode imaginar aí de linhas que formam, sem se cortarem mutuamente, curvas fechadas; de modo que não me parece quase possível duvidar que não existam realmente tais correntes em torno do eixo dos imãs (ABELÈS, 1974, p. 212).

Destaca-se que o termo “corrente molecular” aqui utilizado tem o significado de “a menor estrutura possível” constituinte da estrutura maior, macroscópica, ou seja, não se deve confundir o termo com a definição de molécula que é utilizada na química contemporânea (CHAIB; SANTOS, 2017).

Nos anos 1820, mais conexões foram estabelecidas: Michael Faraday e Joseph Henry mostraram, de forma independente, que uma corrente elétrica poderia ser produzida em um circuito pela movimentação de um imã próximo dele ou pela alteração de uma corrente elétrica em outro circuito também próximo do primeiro.

Mais tarde, coube a James Clerk Maxwell sistematizar a teoria do eletromagnetismo, interligando efetivamente aqueles “dois” campos da Física que, de início, mostravam-se distintos.

Nesse contexto é que está inserido o experimento de Einstein e de Haas, realizado em 1915, cujo resultado ficou conhecido por efeito Einstein-Haas. Foi um experimento marcante no início da história da física moderna, tendo em vista que revela uma estreita relação entre magnetismo e momento angular (DORNES et al., 2019; MATSUO; IEDA; MAEKAWA, 2015).

### **Einstein e de Haas**

Albert Einstein nasceu em Ulm, Alemanha, aos 14 de março de 1879, e faleceu em Princeton, Estados Unidos da América, aos 18 de abril de 1955. Foi um físico teórico alemão que desenvolveu a teoria da relatividade geral, um dos pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica. Foi laureado com o Prêmio Nobel de Física de 1921 por suas contribuições à física teórica e, especialmente, por sua descoberta do efeito fotoelétrico, que foi fundamental no estabelecimento da teoria quântica.

Em 1905, publicou uma série de artigos acadêmicos revolucionários. Uma de suas obras consistia na teoria da relatividade especial. No entanto, ele percebeu que o princípio da relatividade também poderia ser estendido para campos gravitacionais. Assim, com a sua posterior teoria da gravitação, de 1916, publicou um artigo sobre a teoria da relatividade geral.

Einstein publicou inúmeros trabalhos científicos, juntamente com mais uma quantidade de obras não científicas. Por suas grandes conquistas intelectuais e originalidade, em 1999 foi eleito por 100 físicos renomados o mais memorável físico de todos os tempos. No mesmo ano, a revista TIME, em uma compilação com as pessoas mais importantes e influentes, classificou-o a pessoa do século XX.

Wander Johannes de Haas nasceu em Lisse, Holanda, aos 2 de março de 1878, e morreu em De Bilt, Holanda, aos 26 de abril de 1960. Foi um físico e matemático holandês, assistente de Kamerlingh Onnes de 1905 a 1911. Em 1912 obteve seu título de doutor com a tese: “Medidas relativas à compressibilidade do hidrogênio, em particular do vapor de hidrogênio no e abaixo do ponto de ebulição”.

De Haas casou-se com a filha mais velha de Hendrik Antoon Lorentz, Geertruida Luberta Lorentz. Em Berlim, trabalhou primeiro com o professor Henri Eduard Johan Godfried du Bois, especialista em magnetismo, assunto que lhe agradava mais do que a medição precisa de isotérmicas e pressões de vapor.

Em 1914, De Haas havia apontado que poderia haver uma correlação entre o diamagnetismo e a mudança de resistência em um campo magnético. Sugeriu então a um de seus alunos, P. M. van Alphen, que ele deveria investigar o diamagnetismo do bismuto em baixas temperaturas. Assim, ele verificou que a suscetibilidade diamagnética do bismuto em baixas temperaturas não é constante, mas apresenta variações periódicas em função do campo magnético. Esse é o famoso efeito De Haas-Van Alphen que, mais tarde, nas mãos de Shoenberg e outros, tornou-se uma importante ferramenta para encontrar detalhes dos estados dos elétrons nos metais.

Juntamente com Einstein elaborou o estudo experimental sobre o fenômeno que ainda é conhecido como efeito Einstein-De Haas.

### **Correntes moleculares**

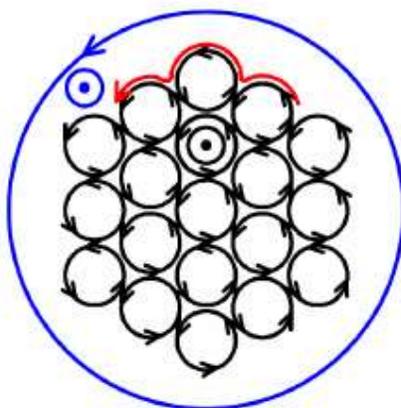
O conceito de correntes moleculares de Ampère está baseado nos modelos moleculares (ou atômicos) que surgiram no início do século XX, os chamados modelos planetários, nos quais o núcleo do átomo faria o papel do Sol e os elétrons circulando em volta desse seriam como os planetas no sistema solar.

Dessa maneira, a ideia é que no interior de material ferromagnético, por exemplo o ferro, as tais correntes moleculares seriam oriundas do movimento orbital do elétron em torno do núcleo. Quando submetido à ação de um campo magnético externo, tais espiras de correntes sofrem um torque, tal qual um ímã de barra, equivalendo, portanto, a um dipolo magnético.

Sabe-se que um campo magnético exerce um torque em um dipolo magnético, que então tende a orientar-se paralelamente ao campo magnético aplicado. Quanto mais intenso for o campo aplicado na amostra, mais dipolos atômicos ficarão assim orientados. Dessa forma, os dipolos magnéticos orientados acabam por reforçar o campo magnético aplicado ao material (LESCHE, 2021).

Para melhor compreensão, na Figura 1 representa-se os átomos por meio de pequenos círculos, em cujos centros estariam os núcleos atômicos, e as setas representam o movimento orbital dos elétrons, ou seja, as tais “correntes moleculares”. Assim, os vetores dipolos magnéticos correspondentes a essas correntes elementares estariam apontando na direção perpendicular ao plano do papel, com sentido para fora, que também seria a direção e o sentido do campo magnético externo.

Observe-se que na Figura 1, utilizando-se a representação convencional, o vetor dipolo de uma das correntes elementares está mostrado como um círculo e um ponto situado na linha central (segundo círculo). Já o campo magnético externo, ou seja, o que orientou os dipolos, está indicado da mesma maneira (o círculo com ponto no canto superior esquerdo).



Fonte: Lesche (2021, p. 513).

Figura 1 – Representação das “correntes moleculares”.

Na mesma Figura 1, pode-se notar também que as correntes oriundas de átomos vizinhos se compensam. No entanto, nas superfícies da amostra, uma vez que não há vizinhança em todo o entorno do átomo, o conjunto das correntes elementares equivale a uma corrente na superfície da amostra. Esta corrente resultante está representada com uma curva vermelha com seta.

Ainda na mesma Figura 1, o campo que orientou os dipolos, por exemplo gerado por uma bobina em volta da amostra, é decorrente de uma corrente elétrica que circula no sentido anti-horário, conforme indicado pela seta azul. Assim, percebe-se que a corrente elétrica, na superfície da amostra (seta vermelha), circula no mesmo sentido, gerando um campo magnético que reforça o campo magnético da bobina (LESCHE, 2021).

### **O experimento Einstein-de Hass**

A ideia proposta por Ampère sobre as correntes moleculares motivaram Albert Einstein e W. J. de Hass para a realização de um experimento cujo objetivo era verificar se o momento angular e o momento magnético de um átomo estão acoplados (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Basicamente, o experimento de Einstein e de Hass consiste em colocar um pequeno cilindro de ferro, pendurado por um fio fino, no interior de um solenoide, conforme Figura 2.



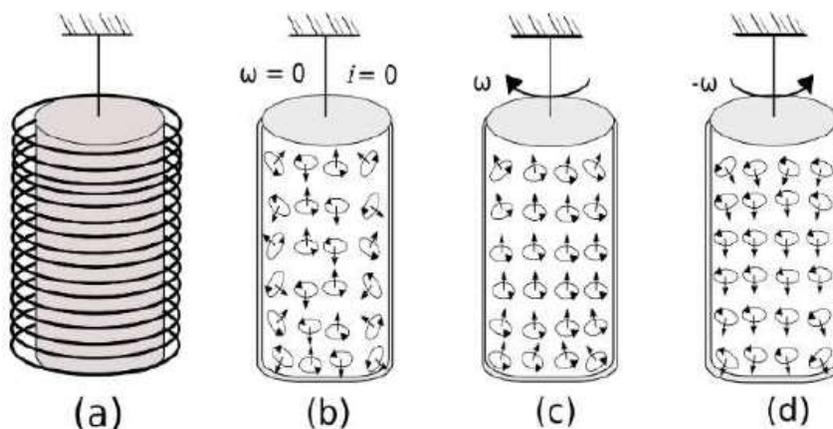
Fonte: disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qFkWOPHhXcY>. Acesso em: 01 set. 2022.

Figura 2 – Simulação do experimento de Einstein-de Haas.

Dessa maneira, quando ainda não há corrente no solenoide, conforme ilustração correspondente na Figura 3 (b), as “correntes moleculares” estão desordenadas, ou orientadas nas mais variadas direções.

No entanto, quando se estabelece uma corrente elétrica no solenoide, Figura 3 (c), as “correntes moleculares” são alinhadas pela ação do campo magnético gerado e o sistema responde desenvolvendo uma velocidade angular, de modo que o cilindro gira levemente em torno de seu eixo. O fenômeno está ligado à conservação do momento angular do cilindro, que responde à variação do momento angular relacionado às “correntes moleculares” (CHAIB; SANTOS, 2017).

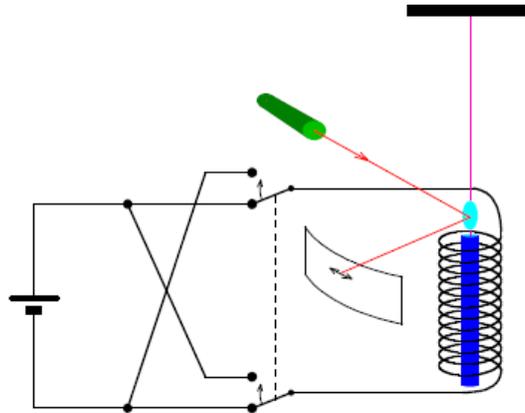
Posteriormente, quando a corrente elétrica no solenoide é invertida, Figura 3 (d), as “correntes moleculares” são alinhadas em sentido contrário pela ação do campo magnético gerado e o sistema responde – pelo mesmo motivo - desenvolvendo uma velocidade angular no sentido oposto ao estabelecido anteriormente.



Fonte: Chaib; Santos (2017, p. 26).

Figura 3 – Orientação das “correntes moleculares” pelo campo externo.

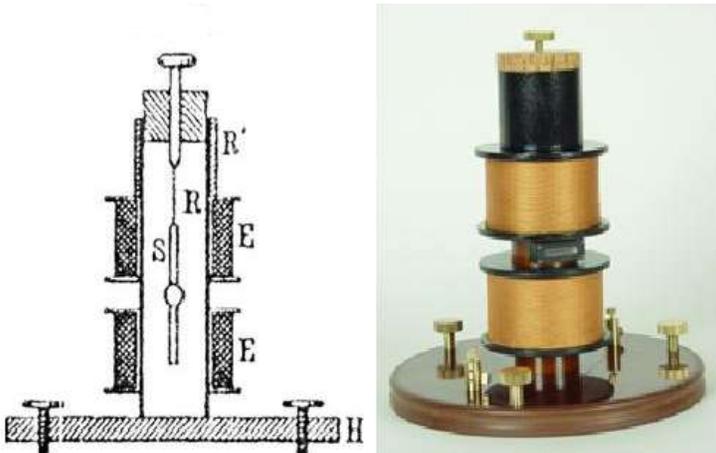
Para amplificação do efeito, Einstein e de Hass provocaram a mudança no sentido da corrente na mesma frequência das oscilações naturais do oscilador de torção, provocando ressonância no sistema. As oscilações foram detectadas pela mudança de direção de um raio luminoso que era refletido por um pequeno espelho fixo no fio, conforme esquema mostrado na Figura 4.



Fonte: Lesche (2021, p. 515).

Figura 4 – Esquema do aparato utilizado por Einstein e de Haas.

Na Figura 5, a seguir, tem-se um desenho do aparato original proposto por de Haas e uma reconstrução do equipamento.

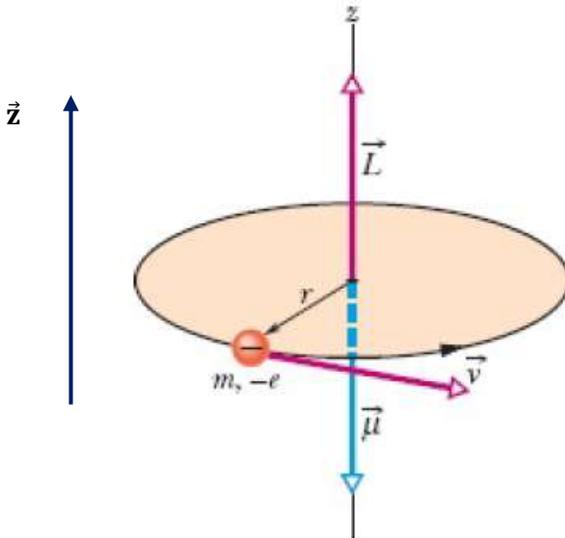


Fonte: Disponível em: <https://francisthemuleneews.wordpress.com/2010/10/14/el-frigorifico-de-einstein-szilard-y-el-experimento-para-medir-el-espin-del-electron-de-einstein-de-haas/>. Acesso em: 01 set. 2022.

Figura 5 – O aparato de Haas.

No experimento, Einstein e de Haas consideraram uma partícula fundamental de carga “ $e$ ” e de massa “ $m_e$ ”, orbitando ao redor de um centro de rotação (o núcleo atômico) com uma velocidade angular  $\omega$  e frequência

correspondente  $f$ . Assim, considerando o campo magnético com direção de  $\hat{z}$ , conforme Figura 6, o momento angular  $\vec{L}$  da partícula seria:



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016, p. 526).  
 Figura 6 – Momento angular e momento magnético.

$$\begin{aligned}\vec{L}_e &= m_e r^2 \vec{\omega} \\ \vec{L}_e &= m_e r^2 2\pi f \hat{z} \\ \vec{L}_e &= 2m_e (\pi r^2) f \hat{z} \\ \vec{L}_e &= 2m_e f S \hat{z}\end{aligned}$$

Nas equações,  $r$  é o raio da órbita,  $S$  área da superfície definida pelo giro da partícula e  $\hat{z}$  o versor normal ao plano da órbita (dirigido segundo a regra da mão direita).

Por outro lado, considerando  $T$  o tempo para a partícula dar uma volta em torno do centro, o momento de dipolo magnético  $\vec{\mu}_e$  seria dado por:

$$\begin{aligned}\vec{\mu}_e &= -iS\hat{z} \\ \vec{\mu}_e &= -\frac{e}{T} S \hat{z} \\ \vec{\mu}_e &= -efS\hat{z}\end{aligned}$$

Assim, desenvolveram o seguinte cálculo para a razão entre o momento angular total da barra de ferro e o momento magnético total:

$$\begin{aligned}\frac{L}{M} &= \frac{\sum_1^N L_e}{\sum_1^N \mu_e} \\ \frac{L}{M} &= \frac{N \cdot (2m_e f S)}{N \cdot (e f S)} \\ \frac{L}{M} &= \frac{2m_e}{e} \\ \lambda &= \frac{L}{M} = \frac{2m_e}{e}\end{aligned}$$

Einstein e de Hass consideraram a relação carga massa encontrada por Thomson, em 1897, que foi igual a  $1,7 \cdot 10^7$  (CGS). Também assumiram que as partículas de Thomson eram os elétrons da teoria de Lorentz. Atualmente, o valor considerado no SI é igual a  $1,758820088$  C/kg (CHAIB; SANTOS, 2017). Dessa forma, a previsão dos dois era de que o valor de  $\lambda$  seria:

$$\lambda = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ (CGS)}$$

Einstein e de Hass anunciaram então o sucesso do experimento, tendo em vista terem obtido para  $\lambda$  o valor de  $1,1 \cdot 10^{-7}$  (CGS), com erro experimental de 10%. Atualmente o valor de  $\gamma$  é denominado razão giromagnética clássica do elétron.

No entanto, posteriormente, outros experimentos sobre o mesmo tema foram realizados por John Quincy Stewart e também por Emil Beck, que calcularam o valor de  $\lambda = 0,57 \cdot 10^{-7}$  (CGS), ou seja, em torno de metade do valor obtido anteriormente por Einstein e de Hass.

Os resultados levaram à introdução de um fator de proporcionalidade “ $g_e$ ” (conhecido por fator de Landé) à expressão de Einstein-de Haas, que ficou assim:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\mu_e}{L_e} = g_e \gamma$$

Não obstante as discrepâncias entre o resultado esperado e os obtidos experimentalmente, a hipótese das “correntes moleculares” não foi

descartada, sendo apenas questionadas algumas das premissas adotadas inicialmente. Com as contribuições posteriores de outros cientistas que buscaram entender as razões das discrepâncias, alterou-se a ideia de que as “correntes moleculares” seriam devido ao movimento de translação das partículas, admitindo-se, então, que as partículas teriam um momento angular intrínseco, de onde originou-se o conceito de spin (BASSALO, 1994).

Mais tarde, em 1925, a descoberta do spin do elétron iria modificar profundamente as compreensões dos fenômenos magnéticos, resolvendo, de certa forma, o enigma dos efeitos giromagnéticos, descobertos de maneira independente por Barnett, na América do Norte, e por Einstein e de Haas na Europa (ALLARD, 1974, p. 22).

Considera-se que o experimento clássico que confirmou o spin do elétron é o experimento de Stern-Gerlach. Ele foi proposto pelo físico alemão Otto Stern, em 1921, e realizado em conjunto com outro físico alemão, Walther Gerlach, entre 1921 e 1922. No entanto, deve ser destacado que eles tiveram como base os experimentos anteriores de Einstein e de Haas (FRENKEL, 1979).

### **Para visualizar simulações do experimento**

Para melhor compreensão, sugere-se assistir alguns vídeos contendo simulações do experimento de Einstein-de Haas, reproduções essas que podem ser encontradas na plataforma Youtube, pelos seguintes endereços, todos acessados em: 10 out. 2022.

- a) <https://www.youtube.com/watch?v=ITPg0kLSRRY>
- b) <https://www.youtube.com/watch?v=qFkW0PHhXcY>
- c) <https://www.youtube.com/shorts/8FALxJFblfc>

### **Considerações finais**

O experimento de Einstein e de Haas, realizado em 1915, cujo resultado ficou consagrado pela denominação Efeito Einstein-de Haas, é considerado um dos mais importantes na história da física moderna.

A relevância da proposta experimental dos dois pesquisadores decorre do fato de o mesmo ter relacionado um fenômeno inercial com outro eletromagnético.

Além disso, o formidável experimento consolidou a teoria das “correntes moleculares” propostas por Ampère, bem como serviu de base

para que, posteriormente, com as contribuições de outros cientistas, fosse então estabelecido o conceito de spin eletrônico.

### **Referências**

ABELÈS, Florin et al. In: TATON, René. **História Geral das Ciências**. Tomo III: A Ciência contemporânea. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1974.

ALLARD, Georges et al. In: TATON, René. **História Geral das Ciências**. Tomo IV: A Ciência no Século XX – o Átomo. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1974.

BASSALO, José Maria Filardo. A Crônica da Física do Estado Sólido: IV. Magnetismo. **Revista Brasileira para o Ensino de Física**, v. 16, n. 1-4, p. 76-97, 1994.

CHAIB, João Paulo Martins de Castro; SANTOS, Carlos Henrique Moraes. A Prova experimental das Correntes Moleculares de Ampère de A. Einstein e W. J. Haas. **Physicae Organum**. Brasília, v. 3, n.º 2, p. 1-37, 2017.

DORNES, Christian et al. The Ultrafast Einstein-De Haas Effect. **Nature**, 565 (7738), p. 1-27, p. 1-27, 2019.

FRENKEL, V. Ya. On the history of the Einstein-de Haas effect. **Soviet Physics Uspekhi**. n. 22(7), p. 580-587, July 1979.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física – Eletromagnetismo**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LESCHE, Bernhard. Ferromagnetismo, paramagnetismo e diamagnetismo. **ResearchGate**. p. 512-530, 11 Jan. 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/348394540\\_FIII\\_10\\_02\\_Ferromagnetismo\\_paramagnetismo\\_e\\_diamagnetismo](https://www.researchgate.net/publication/348394540_FIII_10_02_Ferromagnetismo_paramagnetismo_e_diamagnetismo). Acesso em: 20 ago. 2022.

MATSUO, Mamoru; IEDA, Jun`Ichi; MAEKAWA, Sadamichi. Mechanical Generation of spin current. **Frontiers in Physics**, v. 3, p. 1-10, 30 July 2015.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física – Eletromagnetismo**. v. 3. 5ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

## ***Proposta experimental para ensino da Lei de Faraday-Lenz***

***Kaíque Thiago de Souza***<sup>43</sup>

***Raul Pinheiro da Silva***<sup>44</sup>

***Tersio Guilherme de Souza Cruz***<sup>45</sup>

***Fernanda Keila Marinho da Silva***<sup>46</sup>

### **Introdução**

A falta de interesse e motivação vem distanciando cada vez mais os estudantes da Física. Aprender Física por experimentação pode ser uma alternativa para esse problema. Araújo e Abib (2003) fizeram análise de 92 artigos sobre a utilização de experimentos como estratégia no ensino de Física e evidenciaram a eficiência desta estratégia no processo de ensino dessa disciplina, pois, segundo eles, cria-se um ambiente motivador e agradável, que facilita o processo de ensino-aprendizagem, além de incentivar a participação ativa, o interesse e a curiosidade dos estudantes.

Em sua dissertação, Macedo (2016) realizou uma série de experimentos em eletromagnetismo utilizando materiais de baixo custo, como um gerador de energia eólica, a influência da corrente elétrica em uma bússola e um eletroímã com uma bobina circular. Em concordância com Araújo, o autor concluiu que as atividades proporcionaram um ambiente rico e proffcuo que possibilitou uma apropriação dos conhecimentos e facilitou o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, tem-se verificado cada vez mais o uso da experimentação para o ensino dos mais variados assuntos da Física. Nesse contexto, este

---

<sup>43</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Docente na Escola Comunitária de Campinas - Campinas/SP. *E-mail: kaiquethoco@gmail.com*

<sup>44</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Docente e Coordenador de Área na Escola Salesiana São José – Campinas/SP. *E-mail: raulpinheiro@gmail.com*

<sup>45</sup> Departamento de Física, Química e Matemática - UFSCar/Sorocaba. *E-mail: fernandakeila@ufscar.br*

<sup>46</sup> Departamento de Física, Química e Matemática - UFSCar/Sorocaba. *E-mail: tersio@ufscar.br*

trabalho tem como principal objetivo propor uma atividade experimental feita a partir de materiais de baixo custo, para contribuir com o acervo de materiais disponíveis para os professores de Física. A construção do experimento e a organização deste texto partem do entendimento de que os materiais podem ser idealizados como potencialmente significativos, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa.

### **Relação com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) se classifica como "um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica" (BRASIL, 2018). Devido ao fato de que a BNCC possui caráter normativo e representa a referência curricular brasileira, a seguir indicamos a adequação entre esse documento e o alcance possível do material potencialmente significativo aqui proposto.

A BNCC é formada por 10 competências gerais e, de acordo com a área de conhecimento, são apresentados mais algumas competências e habilidades. A área de ciências da Natureza e suas Tecnologias, área em que a Física está inserida, conta com 3 competências específicas. A proposta presente neste trabalho tem potencial para contribuir com algumas habilidades, sendo elas:

**Competência específica 1:** Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018).

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (BRASIL, 2018).

(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que

visem a sustentabilidade (BRASIL, 2018).

**Competência específica 3:** Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considere demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018).

## **Referencial teórico**

Para corroborar e fundamentar a proposta deste projeto, utilizamos a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918 - 2008), que enquadra-se como uma teoria de aprendizagem cognitiva. A estrutura cognitiva, de acordo com Ausubel, é formada por uma rede de conhecimentos e informações que são organizados de forma hierárquica, em que os conceitos mais específicos estão ligados e ancorados aos conceitos mais gerais. Estes são chamados de *subsunçores* e servem como alicerce para esses novos conceitos. Por exemplo, em um sujeito, o conceito de força pode servir como subsunçor para forças de campo que, por sua vez, podem servir como subsunçores para força elétrica ou magnética. Vale mencionar que não há “subsunçores ideais”, uma vez que cada sujeito constrói e possui sua estrutura cognitiva, a depender de uma série de fatores.

Segundo Ausubel, a aprendizagem é significativa quando os novos conhecimentos são ancorados nestes subsunçores e há interação com seus conhecimentos prévios. Essa interação ocorre de forma que o subsunçor se altera e torna-se mais abrangente e completo (MOREIRA, 1999).

Um conceito importante, dentro da teoria da aprendizagem significativa e para o presente texto, é o de material potencialmente significativo. Moreira (1999) o coloca como uma de duas condições para a aprendizagem significativa, ou seja, para que a aprendizagem seja significativa, há de estabelecer duas condições: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo; e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Lara e Souza (2009) atentam que um “[...] material potencialmente significativo deve poder ser ‘incorporável’ de várias maneiras aos conhecimentos dos alunos.” (p. 64). Essa conduta é uma, dentre outras, que deixa mais clara a relação entre o conteúdo e aquilo que já faz parte do sistema cognitivo do estudante ao professor. Essa discussão é importante porque, neste artigo, o objetivo é produzir um material potencialmente significativo para ensinar a Lei de Faraday-Lenz e o conceito de variação de fluxo magnético e corrente induzida. Moreira (1999) destaca que um material é potencialmente significativo porque o significado não está nos materiais, nos objetos de estudo, na experimentação, mas sim, e sempre, no sujeito da aprendizagem.

A seção seguinte discorre, em linhas gerais, sobre os aspectos conceituais da Lei de Faraday e da Lei de Lenz para que se possa compreender o alcance do experimento.

### **Lei de Faraday**

Em 1831, na Inglaterra, Michael Faraday conseguiu provar experimentalmente que a variação do fluxo magnético era capaz de criar correntes elétricas, ou seja, podemos criar correntes elétricas utilizando o campo magnético. Faraday apresentou uma série de experimentos que mostravam o que hoje conhecemos como fenômeno da indução eletromagnética. Vale registrar que, em 1832, o físico norte-americano Joseph Henry publicou resultados experimentais semelhantes e de forma independente. De qualquer forma, os trabalhos de Faraday ficaram mais conhecidos (HELOU, et al, 2010).

Em um experimento, Faraday movimentou uma espira de fio através de um campo magnético e observou que uma corrente circulou pela espira. Noutro, ele deixou a espira parada e movimentou um ímã em relação à espira; novamente uma corrente circulou pela espira. Finalmente, num terceiro experimento, ele deixou o ímã e a espira em repouso e variou o campo magnético, induzindo novamente uma corrente. Concluiu com seus experimentos que ao variar, de alguma forma, fluxo do campo magnético, uma força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) é induzida no circuito:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

sendo ( $\Phi$ ) o fluxo do campo magnético  $B$  através de uma superfície:

$$\Phi \equiv \int B \cdot da \quad (2)$$

A força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) em torno de um circuito é definida como:

$$\varepsilon = \oint E \cdot dl \quad (3)$$

na qual  $E$  é o campo elétrico (força por unidade de carga) e  $dl$  o deslocamento infinitesimal ao longo do caminho.

Dessa forma, a variação do fluxo magnético faz aparecer um campo elétrico induzido, que é responsável pela força eletromotriz e, consequentemente, pela corrente elétrica induzida.

Portanto, combinando (1) e (3) temos que

$$\varepsilon = \oint E \cdot dl = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (4)$$

Com a ajuda da equação (2) podemos relacionar o campo elétrico  $E$  com o campo magnético  $B$  pela equação (considerando que a forma do circuito não varia):

$$\oint E \cdot dl = -\int \frac{\partial B}{\partial t} \cdot da \quad (5)$$

A equação (5) é conhecida como **Lei de Faraday** (uma das quatro equações de Maxwell) e está na forma integral. Aplicando o Teorema de Stokes, podemos convertê-la para forma diferencial:

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (6)$$

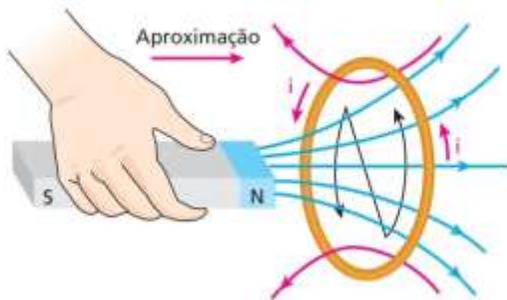
Se a espira é substituída por um enrolamento de  $N$  espiras, a força eletromotriz induzida passa a ser:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad (7)$$

As equações (1), (2) e (7) são utilizadas no Ensino Médio quando o assunto é Lei de Faraday (sendo a segunda na sua versão simplificada). São elas que a proposta experimental apresentada pretende trabalhar.

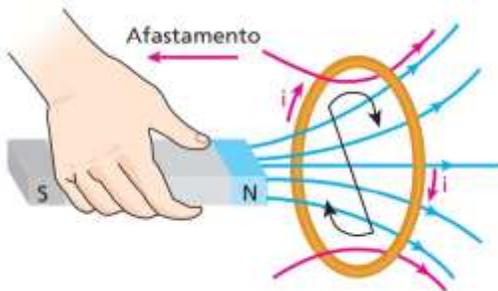
## **Lei de Lenz**

A lei de Lenz é uma regra útil para acertar o sentido que a corrente induzida flui no sistema. Segundo Helou *et al* (2012, p.297), "a corrente induzida surge em um sentido tal que produz um fluxo induzido em oposição à variação do fluxo indutor que lhe deu origem". Ainda, de acordo com Griffiths (2011), a natureza abomina mudanças no fluxo. As figuras (1) e (2) representam o comportamento da corrente induzida segundo a Lei de Faraday:



Fonte: Gualter, Newton e Helou (2012, p. 297).

Figura 1 - Ao aproximar o ímã da espira, o fluxo magnético pela espira aumenta e a corrente induzida gera um campo afim de impedir tal aumento.



Fonte: Gualter, Newton e Helou (2012, p. 297).

Figura 2 - Ao afastar o ímã da espira, o fluxo magnético pela espira começa a diminuir e a corrente induzida gera um campo afim de aumentar tal fluxo. Vale notar que o sentido da corrente foi invertido (com relação à figura anterior).

## **Proposta experimental**

O experimento proposto tem a finalidade de apresentar a Lei de Faraday-Lenz na prática, potencializando a vivência do aluno ao

acontecimento do fenômeno físico. A ideia central foi criar um dispositivo onde, por agitação mecânica e utilizando um ímã, podemos variar o fluxo magnético em um conjunto de espiras e induzir uma força eletromotriz (fem). Como o circuito é fechado, uma corrente irá circular.

O objetivo pedagógico é ensinar os conceitos da variação de fluxo magnético e corrente induzida - bases para interpretar a Lei de Faraday. Além disso, a inversão da corrente poderá ser visualizada, evidenciando a Lei de Lenz.

Para evidenciar a corrente induzida, o circuito foi ligado em dois LEDs que devem acender com a fem induzida. Os LEDs foram ligados em paralelo, mas com as polaridades invertidas a fim de evidenciar o caráter alternado da fem e da corrente – esquema na figura (5). Durante as oscilações no uso do dispositivo, os LEDs devem alternar seu brilho. É sugerido filmar em câmera lenta com um celular para melhor visualização dessa alternância de brilho.

Nesta seção, serão apresentados detalhes da montagem e funcionamento do experimento proposto. Segue a lista de materiais:

#### **Materiais:**

- Cano PVC (diâmetro 20 mm; comprimento 120 mm);
- 1 LED vermelho;
- 1 LED amarelo;
- 1 pote plástico pequeno de cor preta; (reaproveitamento)
- Fio fino de cobre esmaltado (0,5 mm);
- 6 ímãs Neodímio Anel D14xd8x4 mm N35;
- 2 tampas de garrafa PET; (reaproveitamento)
- Cola quente, fita adesiva e ferro de solda (para construção);

Na tabela a seguir, apresentamos os valores cotados por componente e o valor do investimento total para a confecção de uma unidade do experimento. Como se pode notar, os materiais indicados são de baixo custo e alguns podem ser reaproveitados de equipamentos velhos e materiais do uso doméstico.

**Tabela 1:** Valor estimado para construção de um dispositivo experimental.

| <b>Item</b>            | <b>Preço Unitário (R\$)</b> | <b>Quantidade</b>     | <b>Valor (R\$)</b> |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| Cano PVC               | 4,00                        | 12 cm                 | 0,33               |
| LEDs                   | 0,25                        | 2 unidades            | 0,50               |
| Fio de cobre esmaltado | 0,70                        | Aproximadamente 25 m. | 17,50              |
| Ímã de neodímeo        | 1,40                        | 6 unidades            | 8,40               |
| <b>Total</b>           |                             |                       | 26,73              |

Fonte: autores

É importante ressaltar que o fio de cobre esmaltado pode ser reaproveitado de motores elétricos que não funcionam. Assim, o custo do experimento cairia para aproximadamente R\$ 9,23 por unidade. Além disso, os ímãs – e demais materiais – podem ser utilizados em outros experimentos.

### **Montagem e funcionamento**

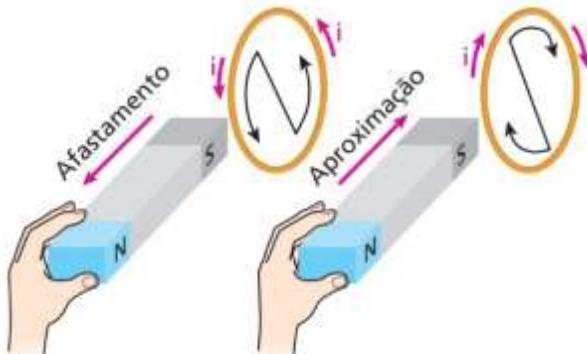
Primeiramente, o fio de cobre deve ser enrolado no centro do cano de PVC com aproximadamente 450 voltas. Lembrando que quanto mais voltas, maior a tensão induzida. Inicialmente testamos com 200 voltas, mas não foi suficiente; com 450 o resultado foi satisfatório. É importante que as duas pontas do fio estejam expostas; deixe cerca de 15 cm de fio sobrando de cada lado para fazer as ligações. As pontas dos fios devem ser lixadas para tirar o esmalte e possibilitar contato elétrico (indagação interessante para os estudantes). Após lixar as pontas, fizemos as conexões com fios de cores diferentes (preto e vermelho), conforme a figura 3. Para fixação dos fios na estrutura, é possível utilizar super cola, cola quente ou apenas uma fita adesiva. Na figura abaixo, podemos ver a espira já construída no cano de PVC e conectada aos fios:



Fonte: autores.

Figura 3 - Foto do cano de pvc com a o fio de cobre enrolado e conectado. Um dos lados foi tampado com uma tampinha de garrafa PET e fita adesiva.

No experimento proposto, a fem induzida será gerada pela movimentação de um ímã dentro do cano de PVC, onde foi enrolado o fio de cobre. O movimento de "vai-e-vem" do ímã irá variar o fluxo magnético, induzindo assim uma corrente no circuito da espira. Com a movimentação, o sentido da corrente irá variar conforme a variação do fluxo magnético – Lei de Lenz. Essa variação está esquematizada na figura 4 e poderá ser vista pela alternância do brilho dos LEDs:



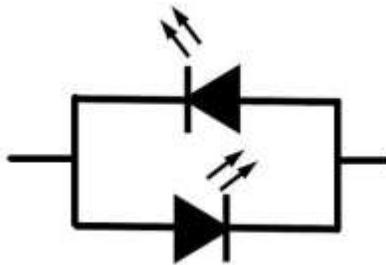
Fonte: Gualter, Newton e Helou (2012, p. 292).

Figura 4 - Representação gráfica da Lei de Lenz para o sentido da corrente. O movimento de "vai-e-vem" do ímã irá variar o sentido da corrente induzida.

Para visualizar a corrente alternada induzida no circuito, os LEDs devem ser ligados em paralelo, mas com as polaridades invertidas

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

- esquema na figura 5. Além disso, é sugerido utilizar LEDs de cores diferentes para facilitar a diferenciação. Ao escolher os LEDs, verifique se possuem a mesma tensão para funcionamento, isso irá melhorar o resultado. Ligados assim, apenas um dos LEDs liga por vez (enquanto não passa corrente pelo outro). Os LEDs unidos foram colocados dentro de um recipiente preto (foi utilizada uma tampinha de tinta spray usada) e ligados a dois fios de cores diferentes (preto e vermelho). A figura 6 mostra uma foto da montagem realizada com os LEDs fixados no potinho preto. O recipiente preto ajuda para eliminar luz externa e melhorar a visibilidade do brilho dos LEDs:



Fonte: autores.

Figura 5 - Esquema da montagem dos Leds com polaridades invertidas.



Fonte: autores.

Figura 6 - Foto da montagem dos Leds. Uma tampinha preta foi reutilizada para fixar os leds e servir de proteção contra a luz externa.

Após conectar os LEDs na espira enrolada no cano PVC, basta colocar o ímã dentro do cano e fechar com auxílio de uma tampa de garrafa PET. Para reduzir o impacto do ímã com a tampinha e melhorar o

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

conforto durante a utilização do experimento, pode ser utilizado um pequeno pedaço de espuma no interior da tampinha – figura 7. Para facilitar o uso, é sugerido fixar a tampa com fita adesiva. A ideia é deixar o experimento aberto para que os alunos vejam que não existe nada dentro do cano PVC e para que eles participem da construção (ou montagem):



Fonte: autores.

Figura 7 - Tampinha de garrafa PET com uma pequena espuma colada para absorver o impacto do ímã.

Uma vez que as ligações estejam prontas, basta agitar o conjunto de forma que o ímã se desloque repetidamente de uma extremidade até a outra (a fim de que o fluxo seja variado). Um esquema da manipulação do conjunto pode ser visto na figura 8. Vale ressaltar que quanto maior a frequência de agitação (e, conseqüentemente, da velocidade do ímã) maior será a variação do fluxo magnético e mais fácil (e forte) os LEDs acenderão. Realizar o experimento em um ambiente escuro evidentemente facilita a visualização do efeito:



Fonte: autores

Figura 8 - Foto da utilização do experimento. O ímã é colocado dentro do cano de PVC que deve ser agitado em movimentos de vai-e-vem.

### *Ensaio: Educação, Ciência e Tecnologia*

A ideia é que os dois LEDs pisquem alternadamente, evidenciando a Lei de Lenz. Uma foto da montagem final pode ser vista na figura 9. A alternância dos LEDs pode ser visualizada mais facilmente utilizando um celular para filmar em câmera lenta. Um exemplo pode ser visto na figura 10. Durante a utilização do experimento, os estudantes podem variar a velocidade de agitação para notar as consequências no brilho dos LEDs:



Fonte: autores

Figura 9 - Foto da montagem final com todos os componentes.



Fonte: autores

Figura 10 – LEDs piscando alternadamente. Fotos tiradas durante a gravação em câmera lenta.

## **O uso de questionários**

No plano de aplicação do experimento, é muito interessante a aplicação de questionários<sup>47</sup> a serem respondidos pelos alunos antes (investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes) e depois da aplicação do experimento (para uma avaliação qualitativa da contribuição da atividade no domínio do conteúdo). Esse processo sempre traz uma avaliação qualitativa da aplicação da prática.

## **Proposta para a aplicação do experimento**

Juntamente com o experimento, propomos uma sequência para aplicação do material potencialmente significativo. Mais importante do que utilizar um experimento, é utilizá-lo com uma finalidade bem definida. Seguem os tópicos sugeridos para a sequência. Se possível, cada estudante deve construir seu próprio experimento. Outra opção é dividir os estudantes em grupos:

1. O docente explica a proposta e aplica o questionário.
2. O docente distribui os materiais para construção do experimento, dá as instruções e auxilia aos estudantes na construção do aparato experimental;
  - a. É importante que o docente, neste momento, explique aos estudantes o motivo de ter uma bobina com muitas voltas, bem como o funcionamento dos LEDs e como devem ser as ligações elétricas;
3. Após a montagem e a distribuição dos ímãs, o professor propõe o seguinte desafio aos alunos:
  - a. Acender os LEDs sem a utilização de pilhas e baterias;
4. O professor dá dicas aos estudantes de como aumentar a variação do fluxo e conseqüentemente a corrente induzida;
5. Os estudantes criam hipóteses sobre o fenômeno físico observado;

---

<sup>47</sup> Não é ideia deste trabalho sugerir tais questões, uma vez que o conteúdo delas dependerá do quanto o docente progrediu com os estudantes nas aulas teóricas.

6. Após a investigação na atividade experimental, o professor introduz aos alunos a Lei de Faraday-Lenz e explica o que é o fluxo magnético, como o fenômeno da corrente induzida acontece e como fazer a variação do fluxo magnético;
  - a. O professor pode utilizar a simulação disponível no PhET para auxiliar os estudantes na consolidação dos conceitos. (Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html). Acesso em 20 set. 2022.).
7. Após a construção do experimento e da aula teórica, o docente aplica o questionário indicado.
8. Finalmente, discute as respostas e impressões sobre a atividade com os alunos.

### **Considerações finais**

A proposta foi construída aliando uma atividade experimental e uma proposta de aplicação fundamentados com um referencial teórico cognitivista. A atividade proposta é de fácil construção e baixo custo, o que a torna mais interessante. O equipamento foi construído e testado. Após a montagem cuidadosa e a realização do experimento (agitação do equipamento), foi conseguido um ótimo resultado, como apresentado nas imagens. Para melhorar a visualização da alternância dos LEDs, utilizamos um aparelho celular para filmar em câmera lenta, obtendo ótimos resultados. Isso quer dizer que o experimento é bastante útil para apresentar o conceito de indução e sua inversão de sentido.

Por se tratar da apresentação de um material que se deseja ser potencialmente significativo, poderíamos ter mais dados para afirmar e discutir os alcances de aprendizagem após a aplicação cuidadosa de um trabalho de sala de aula. Essa seria a próxima etapa do presente trabalho, utilizando-se de questões apropriadas e relacionadas ao tema e à experimentação.

Quanto às aulas de eletromagnetismo, sugerimos que o docente posteriormente realize alguns outros experimentos de forma expositiva, como Trem eletromagnético (MONTEIRO, 2018) e também Freio Eletromagnético (LANG, 2007), para que os conceitos sejam realmente fixados em suas estruturas cognitivas.

## **Referências**

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de, ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades". **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25. 176-194, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

DAVID J. Griffiths. **Eletrodinâmica**, 3ª Ed. São Paulo: Pearson Edition, 2011.

HELOU, D.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física**. 18. ed, vol. 3. São Paulo: Saraiva, p. 297, 2012.

LANG, Fernando da Silveira; LEVIN, Yan; RIZZATO, Felipe Barbedo. A frenagem eletromagnética de um ímã que cai. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.24, n.3: p. 295-318, dez. 2007.

LARA, A. E.; SOUSA, C. M. S. G. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, 4(2), pp.61-82, 2009.

MACEDO, R. A. **Uso de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Eletromagnetismo para o Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016. 85 f.

MONTEIRO, Udson Roberto; DELGADO, Adriana Oliveira. **Manual para a construção de experimentos sobre eletromagnetismo**. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Física, UFSCar). Sorocaba, p. 37, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. V. 2. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 30 set. 2022.

# ***Análise das curvas de carga e descarga de um capacitor, utilizando simulador computacional, e seu uso no ensino de física***

***Alexandre Galetti<sup>48</sup>***

***Rodrigo Felipe Raffa<sup>49</sup>***

## **Introdução**

O ensino de eletrodinâmica no ensino médio resume-se ao estudo e análise de circuitos de corrente contínua, bem como dos fenômenos físicos inerentes aos elementos eletroeletrônicos sob o regime estacionário, isto é, quando as grandezas envolvidas (tensão e corrente, por exemplo) não variam com o tempo (BRASIL, 2018). Isso tende a criar a ideia incorreta na mente do estudante de que, no mundo real, todos os aparelhos alimentados por energia elétrica funcionam dessa maneira. Isso exclui grande parte dos dispositivos que operam com tensões e correntes variáveis com o tempo, apresentando esta área da física com uma aproximação muitas vezes artificial e pouco significativa para o dia a dia do aluno.

Deste modo, entendemos que o ensino e aprendizagem de conteúdos como o do capacitor, bem como os fenômenos relacionados a ele, quando tratados dessa forma, tornam-se um obstáculo cognitivo para os indivíduos nessa fase escolar.

Esse objeto do conhecimento é apresentado ao estudante, não raro, no terceiro ano do ensino médio; assim, espera-se que o discente, nesse período, já tenha familiaridade com os conceitos e ideias de funções, bem como saiba esboçar e interpretar os gráficos dessa ferramenta matemática.

Portanto, este trabalho busca apresentar o estudo dos capacitores numa abordagem matemática, com o uso das funções exponenciais e seus gráficos, utilizando para isso tecnologias da informação e comunicação como ferramenta didática a ser utilizada em sala de aula. Para esse fim, propomos a utilização do simulador computacional online Falstad, disponível no endereço <[falstad.com/circuit/](http://falstad.com/circuit/)>, como instrumento

---

<sup>48</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UFSCar Sorocaba, SP. *E-mail: alexandre.galetti@gmail.com*

<sup>49</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UFSCar Sorocaba, SP. Docente do Serviço Social da Indústria (SESI), Itapetininga, SP. *E-mail: rodrigoraffa@estudante.ufscar.br*

pedagógico para trazer essa discussão em sala de aula sob uma nova perspectiva.

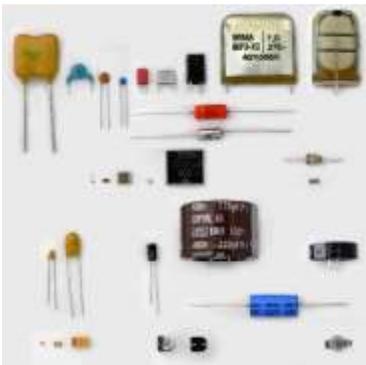
Na primeira parte, apresentamos a fundamentação teórica, explicando a física dos capacitores sob uma abordagem com as equações diferenciais que modelam o problema. Em seguida, apresentamos como utilizar o simulador para obter os circuitos de carga e descarga. Uma análise e discussão dos resultados obtidos na simulação são apresentadas em seguida.

### A física dos capacitores

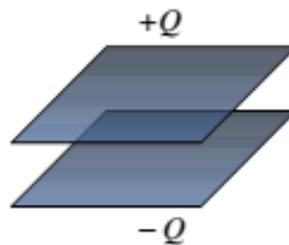
O *capacitor* é o elemento de circuito que tem a finalidade de armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia elétrica associada ao campo elétrico entre suas placas (Figura 1). Essa característica torna os capacitores extremamente úteis em dispositivos como *smartphones*, câmeras fotográficas, desfibriladores cardíacos e até mesmo reatores de fusão experimentais. A grande maioria dos circuitos possui pelo menos um capacitor (BAUER; WESTFALL, 2011).

A relação entre a tensão elétrica  $V$  aplicada aos terminais do capacitor e a carga  $Q$  armazenada pelo capacitor é chamada de **capacitância**  $C$  (NUSSENZVEIG, 2004), sendo dada por:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$



**Figura 1:** Diferentes tipos de capacitores usados em diversos equipamentos eletrônicos. Fonte: Wikimedia Commons.

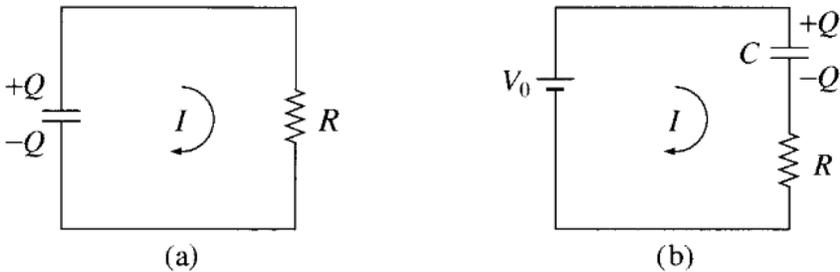


**Figura 2:** Representação de um capacitor plano de placas paralelas. Fonte: Wikimedia Commons.

Para  $C$  suficientemente grande, a equação (1) mostra que um capacitor permite uma carga  $Q$  grande para  $V$  pequeno (NUSSENZVEIG, 2004).

Na operação com o capacitor, há dois momentos que definem seu modo de funcionamento: (i) a fase de *carga*, quando o capacitor é conectado a uma fonte de tensão constante e os portadores acumulam-se nas placas até atingir um valor de potencial constante  $V_0$ ; (ii) a fase de *descarga*, quando o capacitor é desconectado da fonte de tensão e os portadores de carga são liberados ao longo do circuito na forma de corrente elétrica.

Considere a situação em que um capacitor foi carregado até o potencial  $V_0$ . Posteriormente, no tempo  $t = 0$  ele é ligado a um resistor de resistência  $R$  e começa então a se descarregar. Queremos encontrar a função  $Q = Q(t)$  que descreve como a carga varia nas placas do capacitor com o passar do tempo.



**Figura 3:** Reprodução esquemática dos circuitos de (a) descarga e (b) carga de um capacitor de placas paralelas. Fonte: Griffiths (1999).

As *condições iniciais* do problema são:

$$\begin{cases} Q(0) = Q_0 \\ V(0) = V_0 \end{cases} \quad (2)$$

A tensão e a corrente no circuito estão relacionadas através da **Lei de Ohm**:

$$V = IR \quad (3)$$

E a corrente elétrica e a carga elétrica se relacionam através da equação:

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (4)$$

Como a carga no capacitor está *diminuindo*, essa taxa de variação é, neste caso, *negativa*. A partir da equação (1) temos:

$$C = \frac{Q}{V} \rightarrow Q = CV = C(IR) \quad (5)$$

Logo, substituindo (4) em (5), obtemos:

$$Q = C \left( -\frac{dQ}{dt} \right) R = -RC \left( \frac{dQ}{dt} \right) \quad (6)$$

Isso significa que o problema se resume a resolver a *equação diferencial separável*:

$$\frac{dQ}{Q} = -\frac{dt}{RC} \quad (7)$$

Integrando ambos os lados, vem:

$$\ln Q + c_1 = -\frac{t}{RC} + c_2 \quad (8)$$

onde  $c_1$  e  $c_2$  são *constantes arbitrárias*.

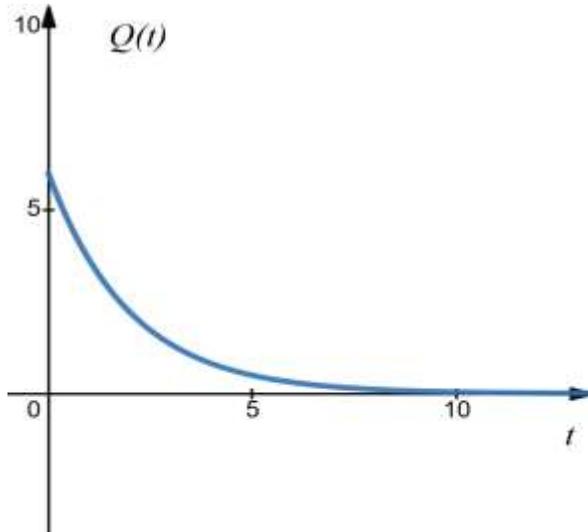
Reorganizando os termos e aplicando a exponencial dos dois lados, obtemos:

$$Q = e^{-\frac{t}{RC} + k} = e^k \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (9)$$

E fazendo  $Q(0) = CV_0 = Q_0$  obtemos:

$$Q(t) = CV_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (10)$$

Essa é a função que descreve a *curva de descarga* de um capacitor, isto é, como a carga elétrica varia com o passar do tempo. Um esboço do gráfico desta função encontra-se a seguir:



**Figura 4:** Curva teórica de descarga do capacitor. obtida a partir da equação (10). Utilizou-se a função  $f(t) = ae^{-bt}$  com  $a > 0$  e  $b > 0$  como modelo matemático para gerar o gráfico acima. Fonte: os autores.

Observa-se pelo gráfico que a carga no capacitor tende a zero para valores muito grandes de tempo, isto é,  $Q(t) \rightarrow 0$  quando  $t \rightarrow \infty$ . A corrente que percorre o circuito é, portanto,

$$I(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}(CV_0 e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (11)$$

ou seja,

$$I(t) = -\frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (12)$$

Essa é a expressão para a corrente durante a descarga de um capacitor (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). O sinal negativo indica que o sentido da corrente durante a descarga do capacitor é contrário daquele durante a carga (SERWAY; JEWETT, 2009).

Para a fase de carga do capacitor (Figura 3 - b), ele deve ser ligado em série a um resistor de resistência  $R$  e o conjunto então ligado aos terminais de uma bateria de tensão constante  $V_0$  no tempo  $t = 0$ .

Nessa situação, temos que  $Q(0) = 0$  e, como a carga no capacitor vai aumentar com  $t$ ,  $dQ/dt$  é, nesse caso, positiva. Como a tensão fornecida pela fonte será distribuída entre o capacitor e o resistor, podemos escrever:

$$V_0 = V_C + V_R \quad (13)$$

$$V_0 = \frac{Q}{C} + RI \quad (14)$$

ou seja,

$$CV_0 = Q + \left(\frac{dQ}{dt}\right)RC \quad (15)$$

Reorganizando os termos, obtemos:

$$\frac{dQ}{Q - CV_0} = -\frac{dt}{RC} \quad (16)$$

Integrando ambos os lados da equação, tem-se:

$$\ln(Q - CV_0) = -\frac{t}{RC} + c_1 \quad (17)$$

em que  $c_1$  é uma constante arbitrária.

Aplicando a exponencial em ambos os lados e reorganizando os termos, ficamos com:

$$Q = CV_0 + c_2 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (18)$$

em que a constante arbitrária  $c_2$  pode ser obtida utilizando a condição inicial  $Q(0) = 0$ , o que significa:

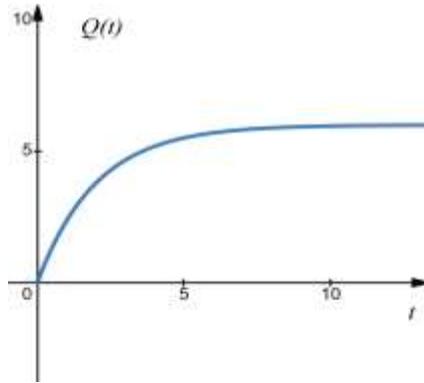
$$Q(0) = CV_0 + c_2 = 0 \rightarrow c_2 = -CV_0 \quad (19)$$

Substituindo essa informação na equação (18) e fatorando, obtemos:

$$Q(t) = CV_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad (20)$$

Essa é a função que descreve a curva de carga de um capacitor, isto é, como a carga elétrica nas placas varia com o passar do tempo. Um esboço do gráfico desta função encontra-se a seguir:

Observa-se pelo gráfico que a carga no capacitor atinge um valor limite para valores muito grandes de tempo, isso significa que  $Q(t) \rightarrow CV_0$  quando  $t \rightarrow \infty$ .



**Figura 5:** Curva teórica de carga do capacitor obtida a partir da equação (20). Utilizou-se a função  $g(t) = a(1 - e^{-bt})$  com  $a > 0$  e  $b > 0$  como modelo matemático para gerar o gráfico acima. Fonte: os autores.

A corrente que percorre o circuito, nesta situação, é:

$$I(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ C \cdot V_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \right] \quad (21)$$

ou seja,

$$I(t) = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (22)$$

### Simulando circuitos de carga e descarga de um capacitor

O simulador escolhido para o experimento virtual foi o *Circuit Simulator Applet*, desenvolvido por Paul Falstad, disponível em <falstad.com/circuit/>. O software é gratuito, de livre uso e pode ser usado na plataforma *online* ou de forma *offline* para quem fizer o download do arquivo Java.

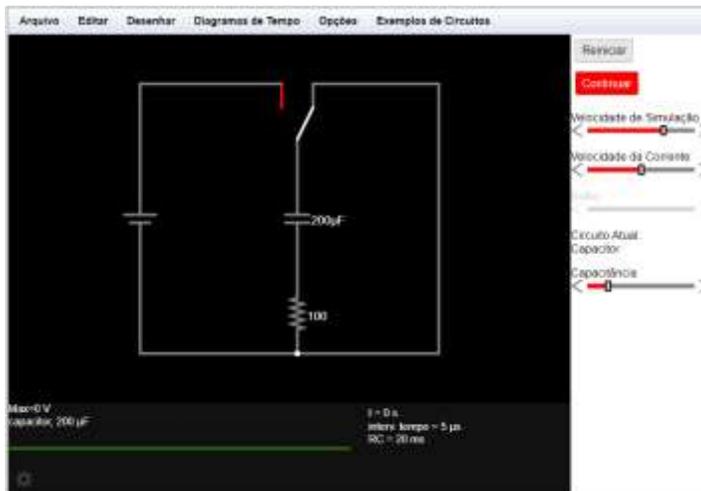
A montagem no simulador considerou um circuito RC simples<sup>50</sup>, com duas possibilidades de malhas, uma para carregar o capacitor e outra para descarregar o capacitor, como mostra a figura 6.

O simulador permite a alteração dos valores nominais dos componentes do circuito, como a tensão da fonte, a resistência do resistor e a capacitância do capacitor. Ao alterar a capacitância ou a resistência, o produto RC também é alterado, tal valor é dado em milissegundos e altera o

---

<sup>50</sup> Circuito composto por um resistor e um capacitor ligados em série.

tempo de carregamento ou descarregamento. O produto  $RC$  é chamado de **constante de tempo  $\tau$** .



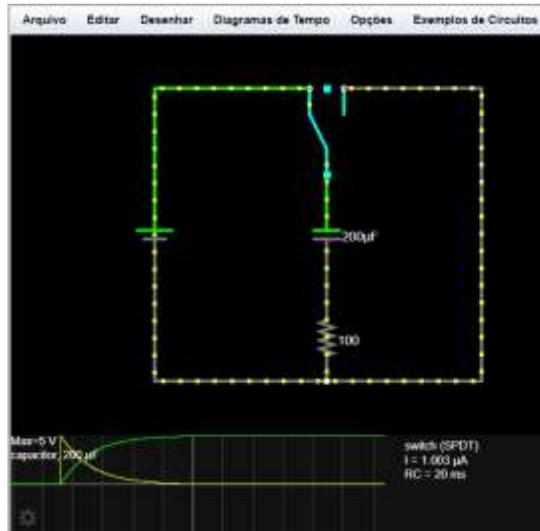
**Figura 6:** Circuito modelo com uma fonte de  $5\text{ V}$ , um capacitor de  $200\mu\text{F}$ , um resistor de  $100\Omega$  e uma chave que interliga os estados de carga ou descarga do capacitor. Na parte inferior da figura está o osciloscópio, que fornece os sinais de tensão e corrente em função do tempo para qualquer ponto do circuito que o usuário selecionar. Fonte: os autores.

A faixa que aparece abaixo do circuito mostrado na figura 6 é uma simulação de um osciloscópio medindo a corrente e a tensão do capacitor, sendo que as alterações são vistas graficamente nesse osciloscópio em tempo real. Além disso, o tempo da simulação pode ser modulado de forma que o fenômeno possa ser visto com mais calma, ao ser reduzido o tempo de simulação.

Como os instrumentos de medição comumente encontrados em laboratórios de física, na área de eletrodinâmica, são amperímetros e voltímetros, é importante destacar que as medidas obtidas no carregamento e no descarregamento são em função dessas grandezas, lembrando que para um capacitor a equação (1) mostra que a tensão de um capacitor é a razão entre a carga  $Q$  e sua capacitância  $C$ .

### **Análise e discussão dos resultados obtidos nas simulações**

Ao iniciar a simulação, chaveando o circuito no estado de carregamento, é possível verificar a variação da corrente e da tensão no capacitor por meio do gráfico que acompanha a figura 7 a seguir:



**Figura 7:** Simulação da carga do capacitor para  $R = 100 \Omega$  e  $C = 200 \mu F$ : os círculos representam as cargas elétricas em movimento, o que gera uma corrente no sentido anti-horário na malha da esquerda. A parte inferior da figura mostra os gráficos de tensão (curva crescente) e corrente (curva decrescente) em função do tempo. Fonte: os autores.

Nessa simulação, acompanha o gráfico em tempo real, situado na parte inferior da figura 7, que mostra duas funções: o decréscimo da corrente elétrica (curva descendente) na medida que o capacitor é carregado com o aumento da diferença de potencial no capacitor (curva ascendente). Ao final, para um tempo longo o suficiente para saturar o sistema, a diferença de potencial atinge o valor máximo de 5 V, exatamente igual ao da fonte de tensão, enquanto a corrente elétrica é cessada, tendendo a zero na medida que não há mais fluxo de carga elétrica quando o capacitor está completamente carregado. Na prática, é muito mais viável medir a tensão, utilizando um voltímetro, do que a carga elétrica.

É possível perceber que o gráfico respeita a equação 21, uma função exponencial dependente das características iniciais do sistema, como a capacitância  $C$ , resistência  $R$  e tensão  $V$ .

Para diferentes valores de  $R$  ou de  $C$ , o tempo de carregamento é alterado, sendo diretamente proporcional ao produto dos dois valores, ou seja, quanto maior o valor de  $R$  ou de  $C$ , maior será o tempo de carregamento do capacitor. É possível alterar facilmente os valores no simulador, mostrando a dependência da constante do tempo com a capacitância e com a resistência.

Nota-se que para valores muito pequenos de  $RC$ , o gráfico não é plotado de forma clara, resultando apenas em um pico de tensão ou corrente em um intervalo de tempo bem pequeno, tanto para a carga quanto para a descarga do capacitor, como mostra a figura 8:



**Figura 8:** Gráfico gerado pelo simulador para  $R = 2,0 \Omega$  e  $C = 100 \mu F$ . Nota-se, neste caso, a imprecisão da leitura, para valores pequenos do produto  $RC$  durante a carga do capacitor. Fonte: os autores.

Ao fazer a conexão na posição de descarga, primeiramente haverá inversão no sentido da corrente elétrica que atravessa o capacitor, tornando o gráfico da corrente negativo, o que concorda com a equação (12).

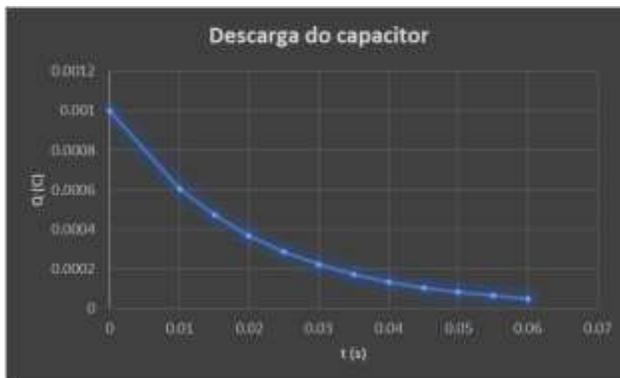


**Figura 9:** Simulação da descarga do capacitor. Nesta situação, a corrente flui no sentido horário apenas na malha da direita. Na parte inferior da figura tem-se os gráficos da tensão (curva decrescente) e corrente (curva crescente) em função do tempo. Fonte: os autores.

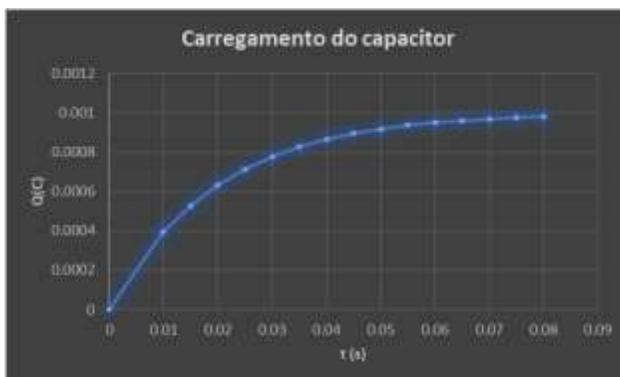
Neste segundo caso, acontece a descarga do capacitor. Sem nenhuma fonte de tensão para alimentar o circuito. O que provoca o fluxo das cargas elétricas é o capacitor carregado, com uma inversão do sentido da corrente

elétrica. Essa corrente elétrica tende a zero com o passar do tempo, havendo ainda o decréscimo da tensão, que também tende a zero com o passar do tempo. Nesse caso, o tempo de descarga também é proporcional ao produto da resistência com a capacitância  $RC$ . Na simulação, o melhor valor para  $RC$  foi de 20 ms, referente à resistência e capacitância inicialmente descrita.

Para fins de comparação, fizemos a confecção de gráficos de  $Q(t)$  usando Excel, seguindo as equações (10) para a fase de descarga e a equação (20) para a fase de carga do capacitor, a partir dos valores obtidos usando o osciloscópio da simulação. Cada par de valores foi coletado usando o cursor sobre a curva do gráfico na parte inferior do simulador (Figura 9). Nos gráficos obtidos, o eixo das ordenadas representa a carga  $Q$ , em coulombs, e o eixo das abscissas, representa o tempo  $t$ , em segundos.



**Figura 10:** Gráfico de descarga do capacitor para  $R = 100 \Omega$  e  $C = 200 \mu\text{F}$ . Fonte: os autores.



**Figura 11:** Gráfico de carga do capacitor para  $R = 100 \Omega$  e  $C = 200 \mu\text{F}$ . Fonte: os autores.

Assim, as equações (10) e (20) foram observadas pelo simulador, permitindo a visualização matemática da fase de carga e da fase de descarga do capacitor, bem como a curva decrescente da corrente elétrica em ambos os casos.

No momento em que o capacitor está totalmente carregado, cessa a passagem de corrente pelo circuito; reciprocamente, quando o capacitor está totalmente descarregado, o fluxo de cargas elétricas no sistema é interrompido, tornando a corrente elétrica nula após certo intervalo de tempo.

### **Considerações finais**

Neste trabalho apresentamos como o funcionamento de um capacitor de placas paralelas pode ser estudado através da análise de suas curvas de carga e de descarga, usando o simulador computacional *online Falstad*.

Os resultados obtidos com o simulador concordam com a teoria discutida e constituem num modelo dinâmico para visualização de um circuito de corrente não estacionária.

Com o relativo barateamento das tecnologias da informação e da comunicação (TICs), tornou-se acessível o uso de computadores e simuladores virtuais na sala de aula (COUTO, 2022). Diversos fenômenos físicos são mais facilmente visíveis utilizando o simulador como um facilitador do ensino, podendo auxiliar o professor na demonstração de tais fenômenos. Os circuitos elétricos são fenômenos dinâmicos e os simuladores podem auxiliar na demonstração de efeitos como os que envolvem a corrente elétrica. Assim, com essa perspectiva, adotou-se o uso de simuladores para a prática dos circuitos RC. Os resultados obtidos com simuladores têm sido validados quando comparados com os valores experimentais, mostrando serem equivalentes no que diz respeito aos dados obtidos (SOUZA et al., 2019), sendo tecnologias de baixo custo por não necessitar equipamentos sofisticados para medição.

A utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC) constitui-se numa poderosa ferramenta de ensino e aprendizagem de física, podendo ser utilizada no contexto da eletrodinâmica do ensino médio e, em particular, ser aplicada em escolas que não possuem recursos educacionais para a construção dos circuitos elétricos apresentados neste trabalho. Trata-se, portanto, de uma abordagem experimental de baixo custo, que permite desenvolver as habilidades de leitura e interpretação de gráficos na disciplina de física, apresentando como uma alternativa didático-pedagógica para atingir uma aprendizagem significativa dos estudantes.

## **Referências**

BAUER, Wolfgang. WESTFALL, Gary D. **University physics with modern physics**. McGrawHill, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação, **Base Nacional Comum Curricular**, 2018.

COUTO, R. V. L. **Ensino de Física: possibilidades e perspectivas associadas ao uso de tecnologias digitais e experimentação**. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1–9, 2022.

GRIFFITHS, David J. **Introduction to Electrodynamics**, 3rd. ed., Prentice Hall, EUA, 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, v. 3, Eletromagnetismo. São Paulo: LTC, 2008.

NUSSENZVEIG, Herch Moisés. **Curso de Física Básica**, v. 3, Eletromagnetismo, São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

OLIVEIRA, Júlio César Gomes. **Uso da Plataforma Arduino para a Monitoração de Oscilações em um Sistema Massa-Mola**. Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura Plena em Física, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

SANTOS, Antônio Marques dos; FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva; COUTO, Roberto Vinícios Lessa do. Ensino de Física: possibilidades e perspectivas associadas ao uso de tecnologias digitais e experimentação. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1–9, 2022.

SERWAY, Raymond A. JEWETT, John W. **Physics for scientists and engineers with modern physics**. 8th edition. São Paulo: Cengage Learning, 2010.



# Autores

Alexandre Galetti  
Ana Carolina Camargo Francisco  
Ana Carolina Ventura  
Carla Leitão da Silva  
Carla Pineda Lechugo  
Carolina Agostinho de Jesus  
Diego Gonçalves Camelo  
Fábio de Paula Santos  
Fernanda G. Felipe Lacerda  
Fernanda Keila Marinho da Silva  
João Alexandre Paschoalin Filho  
Kaíque Thiago de Souza  
Kelly Cristina de Oliveira  
Lucas Gabriel Brito de Oliveira  
Maira de Lourdes Rezende  
Marcos Antonio Gomes Lima Filho  
Maria Ângela Lourençoni  
Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva  
Nirlei Santos de Lima  
Norma Reggiani  
Patricio Hernán Marabolí Alborno  
Rafael Guerreiro  
Raul Pinheiro da Silva  
Reginaldo de Abreu  
Ricardo José Orsi de Sanctis  
Rodrigo Felipe Raffa  
Rubens Pantano Filho  
Sandra Menezes  
Tersio Guilherme de Souza Cruz



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SÃO PAULO  
Campus Bragança Paulista

**Fatec**  
Sorocaba  
José Crespo Gonzales



ISBN 978-65-89010-68-5



9 786589 101068 5

