

COLEÇÃO ESPECTRAIS PPGECI

POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

APOIO:



PATROCÍNIO:

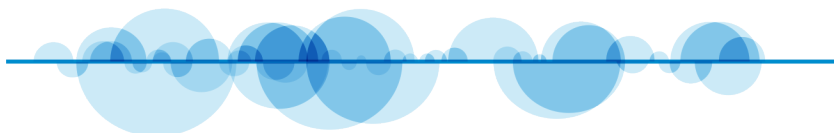




POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

Rochele Loguercio
Organizadora

2 |



INSTITUIÇÃO:

Associação Internacional de Pesquisa na Graduação em Pedagogia - AINPGP

DIRETORIA

Prof. Dr. Marcelo Pustilnik Vieira - UFSM (Presidente)
Acad. Kaliene Batista Ferreira - URCA (Vice-Presidente)
Profa. Maria Luzirene Oliveira do Nascimento EB/CE (Primeiro Secretário)
Acad. Romário Cícero da Silva Abreu - UFCG (Suplente de Secretário)
Prof^ª. Dr^ª. Francicleide Cesário de Oliveira - UERN (Primeira Tesoureira)
Profa. Dra. Disneylandia Maria Ribeiro - UERN (Segunda Tesoureira)

CONSELHO EDITORIAL (NACIONAL E INTERNACIONAL)

Prof. Dr. Afonso Welliton de Sousa Nascimento (UFPA)
Prof. Dr. Allan Solano Souza (UERN)
Prof. Dr. Alexandre Augusto Cals de Souza (UFPA)
Prof. Dr. Benedito Gonçalves Eugênio (UESB)
Prof. Dr. Bertulino José de Souza (UERN)
Profa. Dra. Ciclene Alves da Silva (UERN)
Profa. Dra. Cristiane Maria Nepomuceno (UEPB)
Profa. Dra. Diana Paula de Souza Rego Pinto Carvalho (UERN)
Prof. Dr. Eduardo Jorge Lopes da Silva (UFPB)
Prof. Dr. Ernano Arraias Junior (UFERSA)
Prof. Dr. Fernando Gil Villa (USAL y ABS-USAL/Espanha)
Profa. Dra. Franselma Fernandes de Figueirêdo (UFERSA)
Profa. Dra. Francicleide Batista de Almeida Vieira (UFRN)
Prof. Dr. Giann Mendes Ribeiro (UERN)
Prof. Dr. Gilton Sampaio de Souza (UERN/FAPERN)
Prof. Dr. Glaydson Francisco Barros de Oliveira (UFERSA)
Profa. Dra. Kássia Mota de Sousa (UFCG)
Profa. Dra. Maria da Paz Cavalcante (UERN)
Profa. Dra. Maria Eliete de Queiroz (UERN)
Profa. Dra. Ivana de Oliveira Gomes e Silva (UFPA)
Prof. Dr. Ivanildo Oliveira dos Santos (UERN)
Prof. Dr. José Amiraldo Alves da Silva (UFCG)
Profa. Dra. Lídiane de Moraes Diógenes Bezerra (UERN)
Prof. Me. Luís Filipe Rodrigues (Universidade de Santiago/Cabo Verde)
Prof. Dr. Luís Tomás Domingos (Moçambique/UNILAB/Brasil)
Prof. Dr. Marcelo Vieira Pustilnik (UFSM)
Profa. Dra. Maria do Socorro Maia F. Barbosa (UERN)
Prof. Dr. Miguel Henrique da Cunha Filho (UERN)
Profa. Dra. Racquel Valério Martins (ABS-USAL/Espanha)
Prof. Dr. Renato Alves Vieira de Melo (ABS-USAL/ Espanha)
Prof. Dr. Rosalvo Nobre Carneiro (UERN)
Profa. Dra. Sandra Meza Fernández (Universidade do Chile/Chile)
Profa. Dra. Soraya Maria Barros de Almeida Brandão (UEPB)
Profa. Dra. Simone Cabral Marinho dos Santos (UERN)

A compilação de responsabilidade assumida pelos autores foi validada pelo processo de revisão fechada por pares, ou seja, os manuscritos científicos passaram pelo crivo avaliativo do CONSELHO EDITORIAL, a fim de garantir a credibilidade da produção, já que a AINPGP, por seu comprometimento com os conteúdos da ciência, toma por preceito ético o atendimento das normas para publicação determinadas pela CAPES.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

VOLUME III - POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

(Coleção Espectrais PPGECI, Volume 3) 108 p.

Ano I, 2024

Coordenação, distribuição e informações:

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - 2022-2023

Editora:

Edições AINPGP

Capa:

Luís Alberto Kroth

Revisão Técnica:

Josiele Oliveira da Silva

Projeto Gráfico, diagramação e ilustrações:

Lakarte - Estúdio de Arte & Imagem

Copyright PPgECi - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Copyright dessa edição: Edições AINPGP

www.ainpgp.org

email: educacaociencias@ufrgs.br

DOI: <https://doi.org/10.57242/ppgeci03>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P769

Políticas e produtividade em educação em ciências no PPGECI [recurso eletrônico] /
Organizadora: Rochele Loguercio. Cajazeiras/PB: AINPGP, 2024.
108 p. (Coleção Espectrais PPGECI, v. 3)

Vários autores

ISBN: 978-65-87527-38-3

1. Educação. 2. Ensino de ciências. 3. Produtividade. 4. Políticas em
educação. I. Loguercio, Rochele. II. Título.

CDD 370

Bibliotecária: Francismeiry Gomes de Oliveira CRB 15/869

A publicação deste livro, em formato de e-book, contou com o apoio do Edital AINPGP de Incentivo à Publicação de Sócios/as, lançado pela Associação Internacional de Pesquisa na Graduação em Pedagogia (AINPGP). O Edital tem como objetivo estimular a produção do saber, através da difusão e utilização de resultados de pesquisas realizadas no campo da educação e áreas afins, mediante negociações e intercâmbios com educadores/as, comunidades e instituições interessadas. Faz parte das ações voltadas ao incentivo da produção do conhecimento na graduação, planejadas pela AINPGP

COLEÇÃO ESPECTRAIS PPGECI

E-BOOK

VOLUME I - A PESQUISA DE GÊNERO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO PPGECI

VOLUME II - TRAJETOS E PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO PPGECI

VOLUME III - POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

VOLUME IV - PRÁTICAS E SUBJETIVIDADES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

VOLUME V - PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

5



AUTORES

ROCHELE LOGUERCIO | Professora Doutora em Bioquímica: Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DÉBORA CRISTINA DAENECKE A. MOURA - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DIOGO ONOFRE GOMES DE SOUZA - Professor Doutor em Bioquímica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul .

6

EDIANE MARIA GHENO - Professora Doutora em Educação em Ciências da Universidade Federal do Pará.

ELIANE LOURDES DA SILVA MORO - Professora Doutora em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ELIZIANE DA SILVA DÁVILA - Professora Doutora em Educação em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria.

FILIFE XERXENESKI DA SILVEIRA - Doutor em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GABRIELI BUZATA NICOLA - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria.

GRACIELE CARVALHO DE MELO - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria.

JÉSSICA SOARES FLORES - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria.

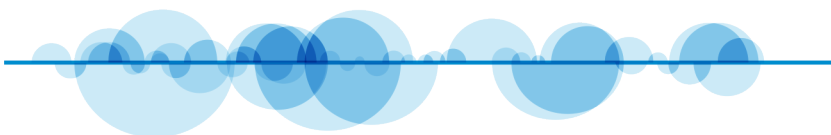
JOSÉ VICENTE LIMA ROBAINA - Professor Doutor em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

JULIANA MEDEIROS GUARIZE - Mestra em Educação em Ciência pela Universidade Federal de Santa Maria.

LIZANDRA BRASIL ESTABEL - Professora Doutora em Informática na Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RAFAEL SCHEFFER PACHECO - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VALESKA MEDEIROS DA SILVA - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA ESCOLAR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: POSSÍVEIS IMBRICAMENTOS NO CENÁRIO DA DESINFORMAÇÃO

Eliane Lourdes da Silva Moro | Lizandra Brasil Estabel

Filipe Xerxeneski da Silveira | Débora Cristina Daenecke A. MouraPag. **10**

CAPÍTULO 2

ESTUDO DO CONHECIMENTO ACERCA DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS, NANOTECNOLOGIA, SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO PUBLICADAS NO X, XI E XII ENPEC

Rafael Scheffer Pacheco | José Vicente Lima RobainaPag. **30**

CAPÍTULO 3

IMPACTO DA POLÍTICA DE IMPORTAÇÃO DE PRODUTOS PARA PESQUISA DO CNPQ: ANTES E DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19 (2017-2022)

Valeska Medeiros da Silva | Diogo Onofre Souza | Ediane Maria GhenoPag. **60**

CAPÍTULO 4

JORNADA STEM COMO PROMOTORA DO “T” DO ACRÔNIMO DA EDUCAÇÃO STEM

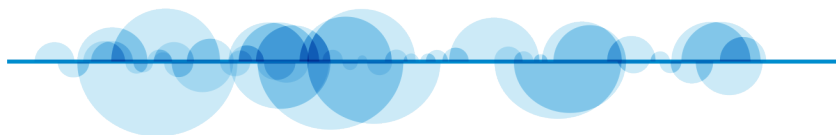
Juliana Medeiros Guarize | Gabrieli Buzata Nicola

Graciele Carvalho de Melo | Jéssica Soares Flores

Eliziane da Silva DávilaPag. **88**

POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO PPGECI

Rochele Loguercio
Organizadora



A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA ESCOLAR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: POSSÍVEIS IMBRICAMENTOS NO CENÁRIO DA DESINFORMAÇÃO

Eliane Lourdes da Silva Moro
Lizandra Brasil Estabel
Filipe Xerxeneski da Silveira
Débora Cristina Daenecke A. Moura

10

Na atual Sociedade do Conhecimento e da Aprendizagem, vivenciamos a dualidade entre as prospecções oriundas da cultura *maker*, da inteligência artificial, da robótica, da internet das coisas, ao mesmo tempo em que assistimos atônitos ao crescente fenômeno da desinformação e das *fake news*. Nesse sentido, torna-se imprescindível que educadores e educandos somem esforços em infinitas possibilidades de aprender a constatar, cotejar, transformar e elaborar o pensamento crítico-social e criar soluções para problemas reais. Nesse contexto, destacamos a importância da pesquisa escolar, vinculada ao incentivo à iniciação científica e propiciando aos processos de ensino e de aprendizagem a construção do conhecimento. Afinal, tudo ao nosso redor tem um porquê e as pesquisas são o caminho para explorar o mundo e encontrar as respostas. Em meio a esse universo de descobertas, a comunidade escolar tende a se tornar mais criativa, autônoma e protagonista no processo de construção do conhecimento e da cidadania.

É fundamental esclarecermos, que desde a época das cavernas, os homens deixaram registradas suas atividades, proporcionando a

geração de conhecimento a áreas distintas, como História, Antropologia e Arqueologia. Denise Morado Nascimento (2006, p. 29) afirma que, no sentido ontológico, a informação é construída por “[...] sujeitos que criam mecanismos informacionais próprios (percepção, memória, imagem, entre outros), para reconhecer, interpretar e transmitir significado.” Para Birger Hjørland (2012), as pesquisas atuais sobre fontes de informação estão direcionadas à qualidade delas, isso porque existe um elevado número de documentos disponíveis aos usuários, sendo necessário apresentar a esses usuários os documentos que melhor satisfaçam suas necessidades informacionais, direcionando-os para as fontes adequadas. O mundo atual é hiperconectado, repleto de informações verdadeiras e falsas que perfazem todas as redes. Seria natural pensar que as instituições educacionais e as bibliotecas, possam contribuir para o discernimento adequado do que é e do que não é verdade, especialmente considerando as mídias digitais. O esperado seria que fosse possível criar estratégias, serviços e produtos que venham a minimizar os impactos da desinformação, mas nem sempre encontramos essa realidade nas instituições de formação educacional.

A pesquisa, de maneira ampla, está presente no cotidiano de todas as pessoas em algum nível: seja quando pesquisamos preços e produtos em busca de alternativas com melhor custo-benefício, ou quando precisamos nos deslocar para algum destino desconhecido e é preciso descobrir qual o melhor itinerário e meio de locomoção, quando compramos um eletrodoméstico e buscamos por algum produto com melhor eficiência energética, entre outros. À primeira vista são situações corriqueiras, mas por trás de cada um dos exemplos há inúmeros saberes científicos desenvolvidos com diversas motivações que podem ser desde questões ambientais, de saúde, ou mesmo o lucro financeiro. No entanto, para que tenhamos maior segurança nos momentos de decisão é preciso utilizar diversas informações ou, minimamente, saber onde buscá-las.

Esta dimensão de colocar em prática conhecimentos, ou identificar lacunas informacionais e saber como saná-las, deve ocorrer desde os anos iniciais e, por esta razão, a pesquisa escolar possui elevado grau de importância. Marcos Bagno (2007, p. 18), (Grifo do autor), em sua obra “Pesquisa Escolar: o que é, como se faz”,

afirma que: “A pesquisa é, simplesmente, o **fundamento de toda e qualquer ciência** digna deste nome.” (Grifo do autor). Para que a aprendizagem de ciências seja significativa e efetiva é necessária a compreensão de fenômenos complexos e que não podem ser ensinados ou aprendidos sem que estejam vinculados tanto a atividades práticas quanto a conceitos já pré-concebidos. Attico Chassot (2010, p. 62) enfatizando a importância da alfabetização científica e o ensino de Ciências destaca que “[...] seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem melhor as necessidades em transformá-lo, e transformá-lo para melhor.”

Há diversas maneiras de experienciar a pesquisa escolar: livros, saídas de campo, laboratórios, todos complementando-se e o uso da tecnologia cada vez mais se faz presente em etapas da pesquisa. Ao considerarmos as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), como apoio às pesquisas escolares, faz-se necessário pautar que, apesar dos estudantes que frequentam a escola hoje serem nativos digitais, não significa que saibam lidar com o ambiente informacional, ao contrário, podem ser vistos como “alvos” fáceis de armadilhas encontradas nas redes. Por esta razão, é importante que haja meios para que possam desenvolver habilidades informacionais e midiáticas permitindo o uso dos recursos disponíveis de maneira responsável e consciente. Por este viés, para que a pesquisa escolar seja potencializada, torna-se necessário, além da alfabetização científica, a Alfabetização Midiática e Informacional (AMI).

12

Neste sentido, Kelley Cristine Gonçalves Dias Gasque (2012, p. 17) afirma que:

Viver é compartilhar informações entre nossos corpos e o mundo, o que possibilita dar sentido ao que percebemos à nossa volta. Isso requer saber lidar com a informação, isto é, saber buscá-la e usá-la para estabelecer escolhas e decidir. É por meio da reflexão sobre os fenômenos e suas inter-relações que realmente compreendemos o que ocorre conosco e em nosso entorno.

O desenvolvimento de tais habilidades é fundamental no enfrentamento à desinformação. A desinformação não é uma prática que surgiu com o avanço tecnológico, mas ela foi potencializada pela facilidade de criar e de compartilhar de maneira rápida e com grande

alcance conteúdos distorcidos da realidade. Diante do exposto, nos propomos a discutir e pensar a pesquisa escolar na Educação em Ciências como um caminho para o combate à desinformação.

Inúmeros teóricos, dentre eles Manuel Castells (2005), Pierre Levy (1996) e Neil Postman (1992), a partir do final do século XX, passaram a fundamentar, conceituar e exemplificar a Sociedade da Informação como a sociedade da nova economia. Na Sociedade do Conhecimento e da Aprendizagem, dispomos de novas formas de aprender e de nos relacionarmos com o conhecimento, passando a ser atores e partícipes do processo de ensino e de aprendizagem. Em uma perspectiva vygotskyana, podemos salientar que “cada pessoa é, em maior ou menor grau, o modelo da sociedade, ou melhor, da classe a que pertence, já que nela se reflete a totalidade das relações sociais.” (Lev Vygotsky, 2004, p. 368). Nossas decisões são oriundas de nossas histórias de vida, de memórias e de significados que carregamos pela transgeracionalidade.

Vivemos em uma era na qual fatos objetivos têm sido substituídos por opiniões e em que a formação da opinião pública é balizada por crenças pessoais. A natureza da verdade é modificada por emoções. Inverdades são aceitas, mesmo sendo sabidamente falsas, e decisões são tomadas a partir delas. Mesmo sem conhecimentos técnicos avançados, indivíduos tornam-se também produtores e difusores de informação, e não apenas consumidores, como possibilitam os espaços digitais a partir da WEB 2.0. Contudo, a autonomia e a liberdade digitais demandam responsabilidade social, posto que dados imprecisos e informações enganosas ou errôneas, divulgadas sob uma infinidade de formas e disfarces, afetam a saúde e contribuem para a disseminação do ódio e da intolerância, entre outras consequências. Bernardo Sorj e Alice Noujaim (2020, p. 73) corroboram com a ideia de que:

[...] neste universo de informações, facilmente se perde a noção da qualidade da informação recebida, desaparecendo as fronteiras entre as notícias disseminadas por jornalistas e pela imprensa institucionalizada e opiniões pessoais ou de produtores de *fake news*, que visam a desinformação.

A justificativa e a inquietação que motivam os autores a discutir e a importância da pesquisa escolar na educação em ciências,

tangenciando o cenário da desinformação, residem, portanto, na realidade alarmante dos índices de leitura no Brasil. Nesta perspectiva, as autoras Eliane Lourdes da Silva Moro e Lizandra Brasil Estabel (2012, p. 58), enfatizam que:

Em uma sociedade que não lê, a conquista da leitura é o primeiro passo para a formação dos valores da sociedade, propiciando a participação social, compreensão do homem pelo homem, nível cultural, forma de lazer, formação e exercício da cidadania, inclusão e acessibilidade. A formação do leitor envolve os aspectos político, psicológico e metodológico por meio das ações de leitura, considerada como um processo constante de esforços conscientes da área educacional, em um contexto em que o professor e o bibliotecário sejam agentes de inclusão social e informacional através da mediação da leitura.

Em uma sociedade com altos níveis de analfabetismo funcional, os estudos sobre desinformação já avançam para entender as motivações de parte da população que deliberada e racionalmente, compartilha informações falsas.

14

A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA ESCOLAR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A pesquisa deve ser um dos alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que está presente desde o planejamento dos conteúdos de aula até a execução e a avaliação da construção do conhecimento. A efetividade desse processo é complexa e depende dos atores envolvidos para sua eficácia - inclui-se aqui os contextos profissionais e pessoais tanto de educadores e bibliotecários quanto de alunos -, do planejamento e das metodologias adotadas. Daí a importância de o professor, como educador.

Liane M. R. Tarouco, Eliane Lourdes da Silva Moro e Lizandra Brasil Estabel (2003, p. 8-9) afirmam que o professor da “era da informação” deve ser o professor educador e apresentam um perfil comportamental desse professor:

- Ensinar o aluno a aprender a aprender;
- Perder o medo do computador;
- Perder a vergonha de dizer que não sabe;

- Inverter a lógica da escola tradicional e trabalhar a partir das questões dos alunos;
- Garantir o acesso do aluno à informação;
- Mostrar que a tecnologia está a serviço do homem, deve ser usada para a libertação e precisa ser operada com ética;
- Orientar o aluno na busca de conhecimento no mundo de informações aberto pela Internet;
- Compreender que o conhecimento é dinâmico e está em constante expansão;
- Saber que só se ensina aprendendo;
- Ensinar ao aluno que há diferentes caminhos e fórmulas para o mesmo problema, que é preciso testar soluções, cruzar conhecimentos, trocar experiências, expandir;
- Auxiliar o aluno a desenvolver a capacidade crítica, a distinguir a falsa informação da verdadeira;
- Avaliação: Aferição de nota e/ou conceito.
- Usa a terminologia: “classificar”, “analisar”, “predizer”, “criar”, “distinguir”, “refletir”, “testar”, “trocar”;
- Avaliação: Parecer descritivo;
- Auto-avaliação;
- Acompanha todo o processo de aprendizagem e construção do conhecimento do aluno;
- Predomina o qualitativo sobre o quantitativo;
- “Sugerir é criar;”¹
- Estimular a curiosidade, a estranheza e o espanto e direcioná-los para busca do conhecimento;
- Valorizar idéias, sensibilidades e capacidades de criação.
- Valorizar, respeitar e proporcionar espaço para as diferenças;
- Saber ser o orientador da busca pelos caminhos e possibilidades de um mundo onde nada mais é estático, definitivo ou seguro.

¹ Stéphane Mallarmé (1842-1898).

O papel desse “novo professor” é compreender que o conhecimento não é padronizado e estático e que seus alunos deverão ser preparados com discernimento e independência diante de um mundo que muda rapidamente. O professor deve procurar descobrir o seu lugar de verdadeiro educador. Deve estar constantemente atualizado em função da velocidade das mudanças e de novos paradigmas, pois o que é novo hoje amanhã poderá estar superado (Taroco; Moro; Estabel, 2003, p.9).

Paulo Freire (1996) evidencia que o processo de aprendizagem, em especial a alfabetização, deve estimular a conexão entre o cotidiano vivenciado e a palavra escrita. Pensando no contexto dos saberes científicos, estes serão compreendidos e interiorizados por meio desse exercício entre alfabetização científica e realidade vivenciada. Nesta linha de raciocínio Freire (1996, p. 14) é categórico ao afirmar que:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

16 |

Roque Moraes, Maria do Carmo Galiuzzi e Maurivan G. Ramos (2004) salientam que o início do processo da pesquisa é o questionamento, a dúvida, a pergunta. Essa inquietação inicial levará à busca por soluções, uma vez que o movimento inicial na prática da pesquisa escolar deve focar-se no sujeito da aprendizagem, pois é necessário que possíveis questionamentos estejam vinculados a conhecimentos prévios. Os autores deixam claro que:

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que inicia com o questionar dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo. (Moraes; Galiuzzi; Ramos; 2004, p. 11).

O papel do mediador é fundamental ao longo do processo: desde o questionamento, identificação de novas possibilidades, até o momento da tomada de decisão. O momento da ação, do

agir, somente ocorrerá se houver a curiosidade a respeito do questionamento e é por esta razão que o questionamento precisa estar contextualizado.

Moraes, Galiazzi e Ramos (2004) colocam o questionamento como mola propulsora do processo de pesquisa, é a partir daquele que há a construção dos argumentos - nesta fase está o uso das diversas fontes de informação necessárias à construção argumentativa - e a comunicação das descobertas, fase em que há o compartilhamento das novidades obtidas ao longo do processo de pesquisa.

Corroborando com os autores já citados neste texto, Isabel Solé e César Coll (2009, p. 24) salientam que “[...] os alunos aprendem e se desenvolvem na medida em que podem construir significados adequados em torno de conteúdos que configuram o currículo escolar.”

Compreende-se, à luz do pensamento de Vygotsky (1989) que o mediador é figura estratégica no processo de aprendizagem, pois a mediação envolve, inclusive, a motivação para que o aluno possa desenvolver seu aprendizado. Este desenvolver o aprendizado abrange a formação de conceitos, entendidos como “[...] construções culturais, internalizadas pelos indivíduos ao longo de seu processo de desenvolvimento.” (Marta Kohl de Oliveira, 1992, p. 28). Os conceitos espontâneos e conceitos científicos, encontram-se entrelaçados nos processos de aprendizagem. Os conceitos espontâneos são necessários para a compreensão dos conceitos científicos, que: “[...] geralmente começa com sua definição verbal e com sua aplicação em operações não-espontâneas – ao se operar com o próprio conceito, cuja existência na mente da criança tem início a um nível que só posteriormente será atingido pelos conceitos espontâneos.” (Vygotsky, 1991, p. 93). É importante salientar que a familiaridade, especialmente dos jovens, com a tecnologia, que faz deles nativos digitais, não os torna automaticamente habilitados para compreender, distinguir e usar de modo eficiente o conhecimento disponível na internet.

Nessa mesma linha de pensamento, Vygotsky (1989, p. 93-94) enfatiza que o conceito científico é parte de uma atitude “mediada”

em relação a seu objeto, uma vez que é por meio dessa mediação que ocorrem avanços que não ocorreriam de maneira espontânea:

Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas necessárias para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à consciência e ao uso deliberado. Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos.

Na concepção deste pensador, desenvolver e incentivar o aspecto investigativo é fundamental para o aluno aprender “[...] a duvidar, a perguntar, a querer saber sempre mais e melhor. A partir daí, surge o desafio da elaboração própria, através da qual o sujeito que desperta começa a ganhar forma, expressão, contorno, perfil. Deixa para trás a condição de objeto.” (Demo, 2003, p. 28-29).

O autor complementa que:

18

Pesquisar e elaborar é a oportunidade em que alunos têm de construir seus próprios conhecimentos, induzindo os estudantes a tomarem iniciativa, produzirem textos próprios, discutirem questões polêmicas, usarem sempre a autoridade do argumento, buscarem consensos bem fundamentados e abertos, participando da alegria da descoberta que a pesquisa pode proporcionar. (Demo, 2015, p. 15).

Eliane Lourdes da Silva Moro e Lizandra Brasil Estabel (2019, p. 6) afirmam que

Nos dias atuais percebemos o quanto é importante nos processos de ensino e de aprendizagem buscar a sustentação nestes quatro pilares que são indissociáveis e significativos para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento de alunos e professores no âmbito da escola e da vida. Aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser possibilitam repensar o ambiente da escola, seus processos e sua relação com o mundo.

Atrelada à pesquisa escolar, Salientamos a importância de promover a alfabetização científica nas instituições de ensino, através do ensino de ciências, para abordar criticamente o excesso de informações percebido nos debates públicos e possibilitar que os cidadãos sejam alfabetizados cientificamente.

De forma mais contundente, é possível afirmar que a alfabetização científica é um dos caminhos para a aprendizagem ao longo da vida, processo de importância para o desenvolvimento pessoal e social das pessoas e que deve ser estimulado desde os anos iniciais. É crucial instigar a curiosidade e o senso investigativo, encorajar o exercício da criticidade por meio de questionamentos embasados em argumentos fundamentados, pois esse comportamento proporcionará a inquietude necessária na busca por soluções para os problemas científicos e, por consequência, sociais. Por esse olhar, Juliana Pinto Viecheneski, Leonir Lorenzetti e Márcia Regina Carletto (2012, p. 859) afirmam que é fundamental que a alfabetização científica e, conjuntamente às práticas de pesquisa escolar, iniciem nos anos do ingresso da criança no espaço escolar, isto é, “[...] o importante é que a criança tenha oportunidades de envolver-se em situações investigativas, de experimentar, testar hipóteses, questionar, expor suas ideias e confrontá-las com as de outros”.

Eliane Lourdes da Silva Moro e Fernanda Rodrigues Heinrich (2021, p. 54) alegam que se buscam mudanças, no âmbito da Educação, tendo como enfoque a competência informacional.

19

Torna-se importante abandonar formatos tradicionais e de se adotar modelos que buscam a melhor qualidade dos alunos, buscando a formação de cidadãos competentes em informação e conhecimento e que aprendem a aprender ao longo da vida, isso significa uma educação voltada para a Competência Informacional.

No entanto, o adequado processo e incentivo à pesquisa escolar, esbarra em alguns aspectos que são apontados por Gasque (2012, p. 47):

a) Inexistência de orientação para buscar e usar a informação desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio, o que acarreta, aos universitários, dificuldades em realizar buscas bibliográficas e na produção dos trabalhos acadêmicos; b) Formação inadequada dos professores para o ensino da pesquisa, ocasionando, por exemplo, solicitação de temáticas amplas de pesquisas; falta de roteiros ou orientação adequada; indicações restritas de fontes de informação, abrangendo, em geral, somente as enciclopédias e os livros; desconhecimento, por parte dos aprendizes e dos

professores, em relação aos recursos das bibliotecas; aumento do plágio; c) Visão simplista da pesquisa, identificada como mera cópia, síntese ou repasse de conteúdo, sem a reflexão crítica sobre a sua real importância na prática docente.

Retomando às ideias de Chassot (2010), o autor salienta que “A cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informações) e aos educadores cabe então fazer esta educação científica.”, denotando a importância de os educadores transmitirem conhecimentos, em específico o ensino de ciências, repletos de realidade “[...] dentro de uma concepção que destaque seu papel social, mediante uma contextualização social, política, filosófica histórica, econômica e (também) religiosa.” (Chassot, 2010, p. 74-75).

Moro e Estabel (2019, p. 9) defendem que:

A escola precisa estar comprometida para buscar ações globais que possam transformar o meio em um ambiente saudável, acolhedor e que “transcenda diferenças individuais culturais, religiosas, étnicas”, entre outras. Este ambiente educacional precisa estar adequado a esta perspectiva e ser o grande potencializador de espaços de aprendizagem, de construção de conhecimento e da iniciação científica. A sala de aula, a biblioteca, o **laboratório de ciências**, o laboratório de Informática, as quadras de esporte, os auditórios para atividades artísticas, dentre outros ambientes de aprendizagem, bem como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), precisam estar em condições de promover a inclusão de professores, alunos e da comunidade como alicerce nas suas construções e criações. Ambientes socioculturais que aproximam as pessoas e possibilitam o desenvolvimento de habilidades e competências. (Grifo nosso).

Nesta perspectiva desenvolver atividades de pesquisa escolar ligadas ao ensino de ciências pode contribuir para a criticidade da leitura e da escrita, uma vez que atribui sentidos e significados às palavras. Frente ao cenário desastroso dos movimentos de desinformação em todos os nichos da sociedade, faz-se necessário um olhar atento de educadores e bibliotecários para pensar em estratégias capazes de mitigar os danos das informações inverídicas nas instituições de ensino.

POSSÍVEIS IMBRICAMENTOS DA DESINFORMAÇÃO NA PESQUISA ESCOLAR

Em tempos de nativos digitais temos a falsa impressão de que os jovens que utilizam, produzem e compartilham informações no *Twitter*, no *Facebook*, no *Instagram*, no *WhatsApp* e em diversas e diversificadas mídias sociais, são competentes infocomunicacionais. John Palfrey e Urs Grasser (2011, p. 18) nos ajudam a compreender este fenômeno, visto que descrevem os nativos digitais e o comportamento que eles assumem na sociedade atual:

Os pais não são os únicos que temem o impacto da internet nos jovens. Os professores se preocupam com o fato de eles próprios estarem em descompasso com seus alunos **Nativos Digitais**, que as habilidades que eles têm ensinado no passado estejam se tornando perdidas ou obsoletas e que a pedagogia do nosso sistema educacional não consiga se manter atualizada com as mudanças no panorama digital. **Os bibliotecários** estão repensando seu papel, substituindo a organização de livros em catálogos de cartões embolorados e estantes, por guias para um ambiente de informações cada vez mais variado. A indústria de entretenimento se preocupa com a possibilidade de perder seus lucros para a pirataria, enquanto os jornais temem que seus leitores recorram ao Drudge, ao Google ou a coisas piores para buscar notícias. (Grifos nossos).

21

Não podemos negar que o **Google** é uma importante ferramenta utilizada nas escolas para busca, uso e recuperação da informação, porém nem sempre as informações recuperadas satisfazem a necessidade informacional do usuário. Por trás deste metabuscador há programadores que privilegiam os resultados mais populares em detrimento dos mais pertinentes. Como podemos trabalhar estas e tantas outras questões importantes, nessa sociedade da desinformação? Lucia Santaella (2019, p. 22) deixa evidente que a desinformação, “acarretou uma mudança profunda nos modos como as **informações são produzidas, recebidas e reproduzidas**.” (Grifo nosso).

Enquanto profissionais que atuam com a informação, os bibliotecários precisam estabelecer estratégias para lidar com a desinformação no ambiente escolar. AMI, educomunicação

e pesquisa escolar, precisam ser pensadas e articuladas entre a direção, o setor pedagógico, os professores e os pais, tendo as bibliotecas como cenário propulsor para o enfrentamento de mudanças impostas pela ambiência. A pesquisa escolar precisa acompanhar os reflexos da avalanche de informações falsas que circulam na *web*, misturadas com a riqueza de informações existentes em fontes de informações confiáveis. Para as autoras Moro e Estabel (2019, p. 12), a pesquisa escolar:

[...] se reveste de uma **nova prática de ensinar e de aprender, de mediar e de interagir, de acompanhar os estudantes na busca da informação em diferentes suportes**, de estimular o trabalho cooperativo entre os estudantes, de possibilitar a identificação das concepções equivocadas [...] comparar e analisar os conceitos anteriores à consulta e as novas aprendizagens e conhecimentos construídos posteriores à consulta às fontes, bem como orientá-los na seleção, organização e elaboração das informações para a realização do trabalho escolar com iniciação científica. (Grifo nosso).

22

É importante salientar que o mediador da informação é o elo entre um conteúdo existente em determinado suporte informacional, através das mais variadas fontes existentes, com o uso que se faz do que fora recuperado. Regina Marteleto e Viviane Couzinet (2013, p. 3), demonstram que a noção de mediação vem se transformando nos últimos anos, “passando da ideia de transmissão unilinear, concebida nas teorias clássicas e alicerçada na figura de um mediador ou de uma mídia, a um processo onde intervêm diferentes agentes técnicos, sociais e culturais.”

Nas instituições de ensino, especialmente nas disciplinas do eixo da educação em ciências, os atores envolvidos precisam estabelecer parcerias com o pedagógico da escola, no intuito de articular estratégias de empoderamento de professores, alunos e servidores no uso consciente e adequado das mídias.

Já a educomunicação é todo processo que visa a educação para as mídias. Em tempos de desinformação, as instituições de ensino precisam promover palestras, cursos, seminários e tutoriais para exemplificar a função da mídia na escola, como aliada do processo de ensino e de aprendizagem. A educomunicação, “[...] possibilita

o conhecimento sobre a sociedade midiática, mediante o exercício do uso de seus recursos, sempre numa perspectiva participativa e integradora dos interesses da vida na comunidade [...]”. (Ministério da Educação, 2010, p. 16). Os bibliotecários, que atuam em diferentes instituições, devem trabalhar essas temáticas nos diferentes níveis de ensino, com intuito de educar usuários quanto ao acesso, busca e uso da informação. Indivíduos que consomem informações precisam ser competentes para:

- a) pesquisar e comparar resultados de busca;
- b) verificar credenciais de sites e autores;
- c) analisar a originalidade e atualidade dos conteúdos disponíveis.

Há um duelo entre a produção e a disseminação de informações verídicas e inverídicas, uma vez que nos tornamos consumidores e proliferadores de conteúdos nas mídias digitais. Se por um lado essa possibilidade democratiza o acesso e uso da informação nos mais variados meios e suportes, por outro, vivemos uma indiscutível crise informacional, que para muitos estudiosos têm se consolidado através de uma desordem informacional, de uma infodemia semiótica ou até mesmo de um conhecimento patológico. As autoras Alice Marwick e Rebecca Lewis (2017), no livro intitulado “Manipulação e Desinformação da Mídia Online”, abordam guerras informacionais e táticas de desordem informacional, apresentando quatro características definidoras do que chamam de manipulação midiática:

- a) discurso deliberadamente ofensivo;
- b) antipatia pelo sensacionalismo na grande mídia;
- c) objetivo de criar impacto afetivo no público-alvo, e
- d) ambiguidades, por meio de paródias que ocultam as intenções de autoria.

E de que formas as mídias sociais assumem um protagonismo nos movimentos de desinformação, especialmente no que tange à área da saúde?

Seguindo neste viés de percurso, Eugênio Bucci (2018, p. 28) é categórico ao afirmar que:

[...] na era das redes sociais, o indivíduo se encontra encapsulado em multidões que o espelham e o reafirmam ininterruptamente – são as multidões de iguais, as multidões espetaculares, as multidões de mesmos [...] cujo traço definidor é a impermeabilidade ao dissenso, a ponto de uma comunidade de uma determinada bolha mal tomar conhecimento da outra.

No relatório da Comunidade Europeia, de 2017, intitulado “*Information Disorder: toward an interdisciplinary framework for research and policymaking*”, os autores Claire Wardle e Hossein Derakhshan (2017) enfatizam que a desinformação e a desordem informacional não são fenômenos novos, embora o surgimento da internet e das mídias digitais trouxeram mudanças fundamentais na forma como a informação é produzida e disseminada. Na visão dos autores, o surgimento de paradigmas informacionais e comunicacionais foram ocasionadores pelos fatores que seguem:

a) Tecnologias de edição e publicação sofisticadas, econômicas e amplamente acessíveis que facilitam a criação e distribuição de conteúdo a qualquer pessoa; b) O consumo da informação passou de ser um ato privado a ser um ato público por intermediação das mídias sociais; c) A velocidade da disseminação da informação tem aumentado devido um ciclo acelerado de notícias, potencializado pelos telefones celulares; d) A informação circula em tempo real entre pessoas com relações de confiança, portanto, qualquer peça de informação tem menos probabilidade de ser contestada. (Wardle; Derakhshan, 2017, p. 10-11).

A comprovação da veracidade das notícias é essencial em um ecossistema midiático em que a mentira é institucionalizada a partir de uma sobrecarga de informações e de uma grande quantidade de fontes. Nesse sentido, as práticas de pesquisa escolar tornam-se condições primordiais para o exercício da cidadania e uma exigência da própria democracia; seu domínio é essencial para a não exclusão informacional e digital dos cidadãos brasileiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O descompasso social ocasionado pelo fenômeno da desinformação, não atinge apenas as instituições de ensino, mas

a comunidade científica mundial. Esta temática não se esgota e precisa ser discutida em congressos, seminários, capítulos de livros, revistas nacionais e internacionais, *blogs*, redes sociais acadêmicas, entre outras fontes. Na atual conjuntura, a atuação de educadores e de bibliotecários ganha uma nova dimensão: agora temos um novo nicho de mercado no combate à desinformação, tornando-se necessário agir com maior imparcialidade, rigor na busca e uso de fontes adequadas e relevantes de informação e na mediação do conteúdo recuperado.

É importante que se consolide novamente o papel das instituições de ensino como locais acolhedores e que sirva de referência na obtenção de informações fidedignas, ou seja, um espaço livre de *fake news*. Para que isso ocorra é necessário um esforço conjunto e o trabalho interdisciplinar entre os profissionais da educação e o bibliotecário, o qual desempenha um papel central nesse processo, na medida em que é o profissional capacitado para poder difundir o conhecimento acerca do *fact-checking* e como evitar as *fake news*. Ou seja, a biblioteca foi e sempre será um local de fontes seguras e o bibliotecário é a personagem fundamental nesse resgate.

Pensando na perspectiva da educação e do ensino de ciências, considera-se que um dos maiores desafios acerca do movimento pandêmico da desinformação ocasionado, em grande escala pelos fenômenos da hiperinformação e hiperconectividade, na sociedade contemporânea, perpassam pela alfabetização científica, midiática e informacional. Verificamos que as pesquisas encomendadas por importantes institutos nacionais mostrando que os jovens desconhecem a ciência do país, não sabem sequer mencionar o nome de um cientista e citam como principais fontes de informação para busca de conteúdos científicos o *Facebook*, o *Instagram*, o *YouTube* e até mesmo o *WhatsApp*. É necessário pensarmos que as escolas, as universidades, as bibliotecas, os centros de pesquisa, precisam ser vigilantes neste processo, unindo-se em prol de uma gestão infodêmica, construída no diálogo entre diferentes áreas de saber. Isso posto, perpassa pelo fortalecimento de uma visão mais crítica acerca do ecossistema comunicativo do qual fazemos parte.

É pertinente e fundamental que no processo de ensino e de aprendizagem a pesquisa escolar ganhe forças, objetivando assim, trabalhar as múltiplas literacias que dão desenvolvimento consciente aos cidadãos, implicando na capacidade de avaliar qualquer informação baseada em evidências e conclusões fidedignas.

Um dos fatores preponderantes responsáveis pelos movimentos de desinformação em nosso país pode estar relacionado à ineficácia do processo de alfabetização científica e, conseqüentemente, à falta de estilo para a pesquisa escolar na educação básica.

As instituições de ensino precisam discutir esse conjunto de práticas e conhecimentos para pensar como podemos aprimorar valores democráticos de tolerância, de respeito mútuo, de debates baseados em fatos, e não em desinformação.

Plataformas de redes sociais são vetores de comportamentos ligados à desinformação. Nunca foi tão necessário capacitar os cidadãos e lhes possibilitar a aquisição de competências midiáticas para acessar, compreender, analisar, avaliar e produzir conteúdo, além de distinguir entre notícias verdadeiras e falsas. A luta contra a desinformação se dá por meio da realização de ações direcionadas para o desenvolvimento do pensamento crítico e de competências para a avaliação das fontes de informação. E isso deve ser feito por meio de estratégias que fomentem práticas de literacia da informação, capazes de reforçar a democracia e de formar cidadãos informados e aptos a decidir livremente.

Trazendo à tona esses apontamentos e percebendo o cenário atual, consideramos que a temática da pesquisa escolar na educação em Ciências em tempos de desinformação precisa ser discutida e evidenciada por todas as áreas do conhecimento, uma vez que adentram os territórios da ciência, da pesquisa e da inovação para a formação educacional da criança ao adulto do processo escolar.

REFERÊNCIAS

Bagno, M. **Pesquisa na escola: o que é, como se faz.** 21ª ed. São Paulo: Loyola, 2007.

Bucci, E. Pós-política e corrosão da verdade. *Revista USP.* 2018

[cited 2023 May 18];(116):19-30. Available from: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/146574>

Castells, M. **A sociedade em rede**. 8ª ed. São Paulo: Paz e Terra; 2005. (A era da informação: economia, sociedade e cultura; vol. 1).

Chassot, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5ª ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2010.

Demo, P. **Aprender como autor**. São Paulo: Atlas, 2015.

Demo, P. **Educar pela pesquisa**. 6ª ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

Freire, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

Gasque, K. **Letramento informacional: pesquisa, reflexão e aprendizagem**. Brasília: FCI/UnB, 2012 [cited 2023 Mar 30]. Available from: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13025/1/LIVRO_Letramento_Informacional.pdf

Goede, M. The wise society: beyond the knowledge economy. *Foresight*. 2011;13(1):36-45.

Hjorland, B. Methods for evaluating information sources: an annotated catalogue. *J Inf Sci* . 2012 [cited 2023 Jan 11];38(3):258-68. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0165551512439178>

Levy, P. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

Marteletto, R.; Couzinet, V. Mediações e dispositivos de informação e comunicação na apropriação de conhecimentos: elementos conceituais e empíricos a partir de olhares intercruzados. *RECIIS*. 2013[cited 2023 May 13];7(2):1-16. Available from: [_https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/450/1104](https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/450/1104)

Marwick, A.; Lewis, R. **Media manipulation and disinformation online**. New York: Data & Society Research Institute, 2017.

Ministério da Educação (Brasil). Comunicação e uso de mídias. Brasília: PDE Mais Educação; 2010 [cited 2023 May

12]. (Cadernos pedagógicos; vol. 9). Available from: http://educacaointegral.mec.gov.br/images/pdf/pme/comunicacao_midias.pdf

Morado Nascimento, D. Abordagem sociocultural da Informação. *InfSoc*. 2006;16(2):21-34.

Moraes, R.; Galiazzi, M.C.; Ramos, M. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: Moraes R, Lima VMR, editors. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. 2ª ed. Porto Alegre: EDIP de informação e de comunicação no processo de ensino e de aprendizagem: praticando a pesquisa em ciências no contexto escolar. **RBPG**, 2019;15(34):1-21.

Moro, E.; Estabel, L. Mediadores de leitura na família, na escola, na biblioteca, na bibliodiversidade. In: Neves ICB,

Moro, E.; Estabel, L. editors. **Mediadores de leitura na bibliodiversidade**. Porto Alegre: Evangraf; 2012. p. 41-63.

Moro, E.; Heinrich, F. Biblioteca escolar: um espaço por excelência para práticas de ensino e de aprendizagem. In: Moro, E.; Terso, I.; Sienna, M. editors. **#somostodosbibliotecaescolar**, ou, (Somos Todos Biblioteca Escolar). Brasília: Conselho Federal de Biblioteconomia; 2021. p. 53-65.

Oliveira, M. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: La Taille, Y.; Oliveira, M.; Dantas, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992. p. 23-34.

Palfrey, J.; Gasser, U. **Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

Postman, N. **Tecnopolia: quando a cultura se rende à tecnologia**. Lisboa: Difusão Cultural 1992.

Santaella, L. **A pós-verdade é verdadeira ou falsa?**. Barueri: Estação das Letras e Cores, 2019.

Solé, I.; Coll, C. Os professores e a concepção construtivista. In: Coll, C.; Martín, E.; Mauri, T.; et al., editors. **O construtivismo na sala de aula**. 6ª ed. São Paulo: Ática, 2009. p. 9-28.

Sorj, B.; Noujaim, A. **Corações e mentes: pensando de forma autônoma fora e dentro da internet**. São Paulo: Edições Plataforma Democrática, 2020 [cited 2023 Mar 30]. Available from: https://www.coracoesementes.org.br/download/Coracoes_e_Mentes_completo.pdf

Tarouco, L.; Moro, E.; Estabel, L. O professor e os alunos como protagonistas na educação aberta e a distância mediada por computador. *Educar Rev.* 2003;19(21):1-16.

Viecheneski, J.; Lorenzetti, L.; Carletto, M. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de Pesquisa em Educação.* 2012;7(3):853-76.

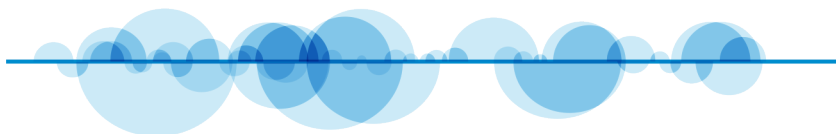
Vygotsky, L. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

Vygotsky, L. **Pensamento e linguagem**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Vygotsky, L. **Teoria e método em psicologia**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

Wardle, C.; Derakhshan, H. **Information disorder: toward an interdisciplinary framework for research and policy making**. Strasbourg: Council of Europe; 2017 [cited 2023 May 4]. Available from: <https://rm.coe.int/information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-research/168076277c>

Wilson, C.; Grizzle, A.; Tuazon, R.; et al. **Alfabetização midiática e informacional: currículo para formação de professores**. Brasília: UNESCO; 2013 [cited 2020 Ago 1]. Available from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220418>



ESTUDO DO CONHECIMENTO ACERCA DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS, NANOTECNOLOGIA, SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO PUBLICADAS NO X, XI E XII ENPEC

Rafael Scheffer Pacheco
José Vicente Lima Robaina

INTRODUÇÃO

Vivemos em um momento distinto na contemporaneidade, pois o desenvolvimento científico, técnico e cultural floresce em ritmo acelerado, principalmente quando comparado a outros momentos históricos. O constante anseio de descobrir e aprender move o espírito humano, e esse desejo único é o responsável pela incessante busca por caminhos que nos conduzam na direção de novos horizontes. É o conhecimento vivo que conduz à grande aventura da descoberta do universo, da vida, do homem (Morin, 2005).

O desenvolvimento sempre foi importante para a adaptação e para a sobrevivência da espécie humana. Fruto desse desenvolvimento, a tecnologia é a conjugação de esforços a fim de facilitar as atividades diárias, transformando trabalhos difíceis e, até mesmo, perigosos em ofícios com riscos minimizados ou menos complexos.

Para que as pessoas possam se posicionar ativamente na sociedade atual, é preciso que elas se tornem indivíduos ativos no processo de construção social e, para isso, é necessário que haja

a alfabetização científica (Fourez, 1994; Santos e Mortimer, 2002; Cobern, 1995; Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Auler, 2001). Portanto, alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é atualmente uma emergência do mundo contemporâneo. Não se trata de dar vistas às benesses dos avanços científicos, como os meios de comunicação tentam sugerir, mas de disponibilizar representações que permitam ao cidadão construir seu ponto de vista, tomar suas próprias decisões e compreender que o que está em jogo no discurso dos especialistas são o presente e o futuro dos próprios cidadãos e de seus descendentes. Essa necessidade tem movido a proposta de ensino, abordado por meio do enfoque com ênfase na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A abordagem de temas científicos a partir de uma perspectiva CTS facilita a compreensão de temas teóricos que envolvem as ciências, principalmente devido à demonstração da correlação entre a ciência, a tecnologia e a realidade cotidiana do educando. Além disso, a discussão de assuntos científicos, dentro da dimensão CTS, explora uma construção mais ampla, que exige uma visão crítica e contrastante com diferentes concepções presentes nos sistemas de ensino bem como que constitua uma fonte de visões alternativas para o ensino (Angotti e Auth, 2001).

31

São inquestionáveis as diversas contribuições que o progresso tecnológico proporcionou nas últimas décadas. No entanto, é contraproducente acreditarmos apenas no desenvolvimento tecnológico, sem levar em consideração as implicações desses processos desenvolvimentistas na constituição da sociedade moderna e sua complexidade de relações. Portanto, é preciso repensar esses processos a partir de uma construção crítica, conforme Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2019, p.3):

Parece ser consenso que, apesar da importância dos avanços dos conhecimentos que cada vez dominam mais a natureza, por mais paradoxal que possa parecer, a maioria da civilização humana ainda passa por necessidades que se configuram como absurdas quando comparadas com as possibilidades técnicas que o homem tem para saná-las, dependendo em essência de vontade política.

A abordagem do pensamento científico e tecnológico na perspectiva da CTS se difere do pensamento clássico da ciência

instrucionista (Demo, 2011), pois ela se opõe ao pensamento analítico, que separa e segmenta o conhecimento em disciplinas. A CTS concebe o conhecimento como um ente complexo, ou seja, não se pode apenas isolar uma parte do todo, mas isolar as partes umas das outras (Morin, 2006). Identificamos que a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) está imersa na perspectiva da CTS, pois carrega para o debate os impactos do uso e o avanço das tecnologias em temas como as implicações sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais.

Este trabalho está configurado como uma pesquisa do tipo Estudo do Conhecimento que, segundo Fellipetto et al. (2021, p.24), produções dessa natureza “[...] consistem em registros de trabalhos acadêmicos que permite ter uma ideia da produção científica de uma determinada área, quais foram os temas mais estudados e nos indica possíveis carências de estudo”. Nessa perspectiva, o Estudo do Conhecimento é uma ferramenta de mapeamento que oferece a possibilidade de identificação e a abertura de novas fronteiras do pensamento científico.

32

Algumas temáticas foram alvos deste trabalho para a constituição do estado do conhecimento, descrito na pesquisa realizada na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Sendo assim, faremos uma breve descrição acerca das questões sociocientíficas, sequência didática, construção da argumentação e de nanotecnologia.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS ACERCA DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (QSC), NANOTECNOLOGIA (N), SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) E CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO (CA).

Iniciaremos as considerações teóricas a partir das questões sociocientíficas, pois trata-se de uma forma de ensino que pode ser suporte para a construção da argumentação bem como para a discussão de temas que envolvam a nanotecnologia. Segundo Reis e Galvão (2005, p.25), “[e]ste modelo de ensino é uma prática relativamente nova, porém já há vários trabalhos que sugerem esse tipo de abordagem”. No entanto, há trabalhos que não só

demonstram as potencialidades e a abrangência das discussões sobre questões sociocientíficas para a aprendizagem em sala de aula, mas também dos processos da natureza científica e tecnológica, que envolvem o vasto campo de desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes (Galvão e Reis, 2008; Levinson, 2001; Ramos e Silva, 2007; Razera e Nardi, 2001; Reis 2004; Reis e Galvão, 2005; Vieira e Bazzo, 2007; Zuin e Freitas, 2007).

O movimento CTS surgiu ao final da segunda guerra, quando se observou um rápido avanço e desenvolvimento de tecnologias que impactaram diretamente as relações humanas. A CTS surgiu, inicialmente, ligada ao movimento pacifista e logo desenvolveu uma visão crítica acerca dos avanços tecnológicos. A abordagem CTS contempla a ideia de que o indivíduo deve ser ativo nas tomadas de decisões do mundo científico, este processo empoderamento deve ocorrer de forma consciente com o intuito de compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas. Ainda que o presente e o futuro dos cidadãos e de seus descendentes dependam de suas ações e pontos de vista, a CTS se constitui como um grande campo de estudo que compreende o posicionamento consciente e responsável acerca de diferentes temas científicos, incluindo aqueles ligados às QSC bem como as implicações do uso da nanotecnologia (Fourez 1994; Santos e Mortimer, 2009; Cobern 1995; Lorenzetti e Delizoicov, 2001).

As QSC estão imersas na grande área CTS e têm o objetivo de fomentar a capacidade de construção de conhecimento com o propósito de tornar os cidadãos capazes e, segundo Pérez (2010), “[...] permitir-lhes participar responsabilmente das discussões que envolvem as controvérsias científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo”. O enfoque QSC na escola permite, segundo Galvão (2011), que os alunos possam aprender ciências de uma forma descontextualizada sem o peso do instrucionismo, entendido por Demo (2011) como aquela didática reprodutivista que conserva o aluno como objeto da sucata do conhecimento. Além disso, a abordagem QSC deu forma à abordagem CTS, abrindo a possibilidade para que a compreensão da ciência estivesse

imbricada a uma diversidade de controvérsias e incertezas do mundo moderno que, segundo Pedretti (2003), exige dos cidadãos um posicionamento crítico diante dos seus impactos e alcances.

Atualmente, os principais encarregados de disseminar e distribuir as problemáticas das QSC são os meios de comunicação e as redes sociais. As principais temáticas desenvolvidas e abordadas por esses canais de comunicação são:

energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, armas nucleares e biológicas, produtos de beleza, clonagem, experimentação em animais, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, uso de produtos químicos, efeitos adversos da utilização da telecomunicação, manipulação do genoma de seres vivos, manipulação de células-tronco, fertilização in vitro, entre outros. (Perez, 2012, p. 134).

34

A discussão desses temas requer cidadãos que tenham capacidade de se inteirar e opinar, responsabilmente, acerca de tais assuntos. Portanto, a responsabilidade sobre as decisões no mundo científico não diz respeito somente aos cientistas, governos ou financiadores, mas também aos cidadãos plenamente engajados no exercício de sua cidadania (Reis, 2004). A Cidadania que não pode somente ser ensinada, mas tem de ser conquistada, em um processo construído pelo indivíduo, na medida em que luta por seus direitos e reivindica valores e princípios éticos (Santos e Schnetzler, 2003). Quando a discussão e o debate são estimulados, produzem um desequilíbrio na compreensão da realidade tecnológica contemporânea bem como implicações, as quais, segundo Bargalló e Tort (2005), geram o despertar da curiosidade para o desencadeamento da compreensão científica da realidade.

Durante os últimos anos, quase diariamente, os meios de comunicação social exploram essas temáticas por meio de notícias sensacionalistas, frequentemente mais preocupadas com os índices de audiência do que com a informação do público. Há diversas controvérsias que envolvem o uso e a aplicação da nanotecnologia, como, por exemplo, produção de alimentos, geração de energia, medicina, uso militar, entre outras temáticas. Trabalhar tais polêmicas, que envolvem perspectivas sociocientíficas, em sala de aula, é algo relativamente novo. No entanto, elas contribuem com

a construção de uma sociedade mais atuante e possivelmente mais ativa no processo de construção científica; papel este que diz respeito ao modo de vida e suas concepções e compreensões éticas e morais.

A nanociência ainda é uma fronteira do conhecimento e, portanto, a incompreensão deste campo científico ainda causa desconfiança, na maioria das vezes, devido ao desinteresse dos indivíduos, que justamente a consideram “complicada demais”. No entanto, a nanociência já faz parte do cotidiano. Assim, de forma acelerada, novas frentes de pesquisas são instaladas, desbravando novos *fronts* de aplicação das maravilhas da nanotecnologia e, com isso, novas controvérsias surgem e precisam de um debate crítico e não minimalista.

É urgente que o conhecimento científico de ponta esteja em discussão e que estes debates sejam construídos a partir de uma interpretação crítica dos seus resultados e impactos causados à sociedade. Não se trata de abandonar a pesquisa em nanociência, mas apenas de incluir, no debate global, os mais impactados pelo desenvolvimento científico. Tais discussões não podem estar restritas aos governos, universidades, financiadores e cientistas, pois elas dizem respeito às pessoas que integram nossa comunidade global e que precisam agir, ativamente, para que, por meio da ampla discussão e requerimento de seus direitos, possam tomar frente ao inadiável e urgente debate, que envolve o desenvolvimento de pesquisas em todas as frentes de pesquisa da nanociência.

A nanociência é relativamente nova. Contudo, já faz muito tempo que o físico e professor Richard Feynman (1918-1988), ganhador do Nobel de Física de 1965, provocou ceticismo na plateia, quando declarou, durante uma conferência ocorrida nos Estados Unidos, em 29 de dezembro de 1959, que a ciência seria capaz de manipular e arranjar os átomos como se fossem os tijolos que compõem uma parede. Essa metáfora já é uma realidade, cada vez mais, comum, porém ainda se constitui como um conceito permeado por controvérsias, desconfianças e desinformação.

Atualmente, na era da tecnologia, a chamada Nanociência, descrita por Feynman como a manipulação dos átomos, está apoiada em complexos conceitos oriundos da física quântica,

para a qual as leis da física clássica Newtoniana, que estudamos na escola, não se aplicam ou basicamente não fazem sentido. Entretanto, os estudos oriundos dessa ciência, que desbrava esses minúsculos mundos de propriedades notáveis e de funcionalidades aplicáveis a profusas áreas do conhecimento, que, por sua vez, já impactam o cotidiano do homem, colocam em dúvida a extensão de nossas certezas e da aplicabilidade de nossas ferramentas.

A nanociência se apresenta como uma ciência possivelmente disruptiva, pois, tanto no processo de tessitura das suas aplicações tecnológicas quanto no constante processo de sedimentação e apropriação desses recursos pela sociedade, que é considerado intrincado e multifacetado, implicará em mudanças de comportamento e marcará o estabelecimento de novos paradigmas sociais e educacionais, possibilitando revolucionar produtos, processos e inovações, até recentemente, inimagináveis. Entretanto, nesse cenário possivelmente disruptivo, é preciso considerar as questões sociais, econômicas e humanitárias. As sociedades precisam se apropriar e discutir ativamente sobre como essas transformações podem impactar o mundo atual; além disso, o papel de discutir tais evoluções pertence a toda a comunidade.

Ademais, o Brasil tem procurado fomentar pesquisas na área de nanotecnologia, expostas no plano de ação de ciência e de tecnologia, o qual descreve como a ciência pode ser aproximada à engenharia da vida. O país tem igualmente focado suas ações no desenvolvimento de áreas consideradas prioritárias e estratégicas, principalmente nas pesquisas voltadas a temas para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras (TCH), identificadas e descritas no plano do (MCTIC, 2018, v. I, p. 3):

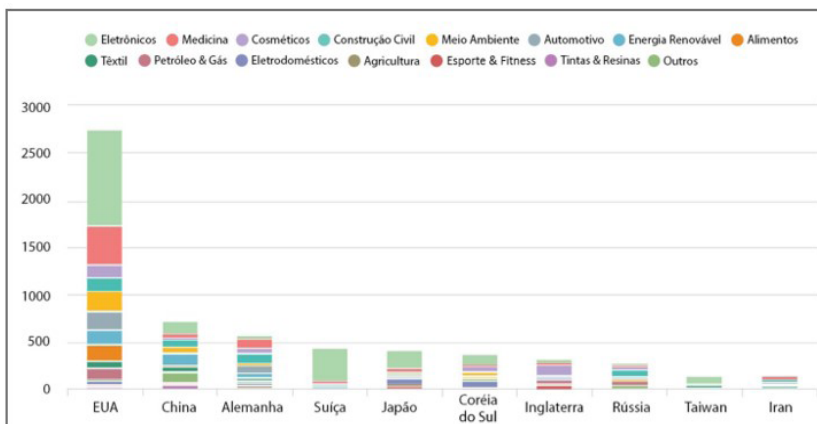
Prioritários: Saúde e Meio ambiente; Defesa Nacional e Segurança Pública; Energia e Mobilidade; Agricultura; Descoberta Inteligente de Novos Materiais (*Materials Informatics*). Além destes, com base nas competências e vocação nacionais, insere-se o Mapeamento Geológico Marinho (*Blue Mining*).

A nanotecnologia é fruto da pesquisa em nanociência e tem chegado, silenciosamente, nas casas dos cidadãos que, muitas vezes, não percebem a sua utilidade. Considerada como uma das principais tecnologias do século XXI, a nanotecnologia tem grande potencial no mercado por viabilizar o processo de criação de novos materiais (Brasil, 2010).

Há diversas relações entre essa tecnociência, nominada, assim, na perspectiva de Mattedi (2006) e Hess (1997) e entendida por Mattedi, Martins e Premebida (2011, p. 11), como sendo “[...] a fusão da ciência, tecnologia, indústria e os sistemas econômico/ financeiros que financiam este complexo de relações”. Portanto, a nanotecnologia, retratada como tecnociência, possui uma extensa e complexa junção com as relações econômicas.

Para assinalar a extensão do potencial desenvolvimento dessa tecnociência, segundo dados do MCTIC (2018), o mercado investiu para o crescimento da complexa rede de base nanotecnológica, ultrapassando os investimentos mundiais de aproximadamente US\$ 380 bilhões, em 2010, para uma estimativa, em 2021, de US\$ 5 trilhões. Em termos de produtos comerciais, estima-se que o uso de nanotubos de carbono terá uma produção próxima a 147 mil toneladas e poderá valer um total de US\$ 70 bilhões já em 2025. O uso da nanotecnologia se dirige a baterias elétricas, que são, cada vez mais, requisitadas, principalmente na indústria de carros elétricos e na produção de pneus, em tintas condutivas, na indústria farmacêutica, entre outras diversas aplicações. Entretanto, diversos países estão investindo na pesquisa para o desenvolvimento de produtos, procurando manter-se na vanguarda do uso e na descoberta das potencialidades dessa tecnociência.

Gráfico 1- Número de produtos industrializados por países.



Fonte: statnano.com, 2020

Há uma corrida global na busca de desenvolvimento das pesquisas em nanotecnologia. Para avaliar a extensão das

publicações sobre o tema da nanotecnologia, foi realizada uma busca na plataforma *Web of Science*, utilizando, como descritor, a expressão “nano”. A pesquisa resultou em um total de 19.748 artigos, publicados entre os anos de 2000 e 2016.

Para realizar a abordagem de temas controversos que envolvem a nanotecnologia em sala de aula, pode-se optar pelo uso de Sequências Didáticas (SD), pois se constituem como um tipo de estratégia que oportuniza o ensino por meio de atividades diversificadas. Além disso, as SD podem ser muito úteis na abordagem de temas permeados por debates sociocientíficos, para os quais esse instrumento metodológico pode contribuir com o processo de aprendizagem, oferecendo a elaboração de propostas de análise e a resolução de problemas sociocientíficos (Guimarães, Giordan e Massil, 2011; Zanon, 2007).

No desenvolvimento de SD com alunos em sala de aula, deve-se considerar o conhecimento prévio que lhes é intrínseco, pois esse conhecimento tácito é fonte indispensável para a construção e o desenvolvimento de novos saberes. Além disso, possibilitar as interações e as discussões entre colegas e professores constitui um processo em que os novos conhecimentos são erigidos e complexificados, como um novo mecanismo pedagógico. A SD também propicia a utilização de situações reais do cotidiano, levando o estudante a observar e a confrontar o seu conhecimento prévio com as novas informações que são descobertas (Silva e Bejarano, 2013).

Para Antoni Zabala (1998), a Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades didáticas, que são realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Ainda assim, Zabala (1998) afirma que o planejamento e a avaliação de uma sequência didática não podem acontecer de forma distinta da atuação do professor em sala de aula. Em outras palavras, a avaliação deve ocorrer paralelamente ao planejamento, pois é a avaliação que permite ao professor estabelecer novas propostas a fim de otimizar o processo de ensino desenvolvido durante a aplicação de uma SD. Desse modo, uma sequência

de ensino parte de uma sistematização que é feita por meio da leitura, do debate e de recursos que promovam a contextualização do conhecimento, no dia a dia, dos alunos, pois é, a partir desse momento, que o aluno pode descobrir, de forma mais evidente, a aplicação do conhecimento por ele reconstruído.

As SD também podem carecer, em muitos casos, de diversos ciclos, que devem ser cuidadosamente planejados no intuito de dar conta de temáticas complexas que necessitem de uma abordagem interdisciplinar do objeto de estudo. Estabelecer os objetivos que se deseja alcançar com o uso dessa ferramenta metodológica é importante, pois a transversalidade dos temas pode, não facilmente, levar a um objetivo distinto do prospectado na criação da SD.

Podemos ainda considerar que as SD podem constituir uma alternativa transformadora para o processo educativo, rompendo com “[...] aquela didática reprodutivista que conserva o aluno como objeto da sucata do conhecimento” (Demo, 2011, p. 49), ou seja, uma didática centrada, praticamente ou totalmente, em aulas orais, repletas de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, fórmulas e teorias, cobradas em forma de testes e/ou provas (Lima e Teixeira, 2012; Motokane, 2015). Durante a abordagem de temas que envolvem QSC em nanotecnologia, a SD também possibilita analisar o desenvolvimento da construção de habilidades argumentativas e do pensamento crítico. As pesquisas em torno do processo de CA, no ensino de ciências, têm sido amplamente discutidas no mundo todo. No entanto, em âmbito nacional, essa temática tem sido pouco explorada, conforme aponta Mendes (2013).

O estudo da construção da argumentação tem ganhado espaço nas pesquisas sobre o ensino de ciências. Dentre os principais motivos que tem levado pesquisadores a desenvolverem seus trabalhos acerca dessa temática, estão a forma como a argumentação é construída a partir do raciocínio crítico e da habilidade do indivíduo em engendrar diferentes partes do conhecimento bem como a forma pela qual a tessitura do conhecimento é trançada, que, por sua vez, faz emergir novas conclusões que, a todo momento, completam-se.

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de compreender a construção da argumentação. Dentre os pensadores desse tema, está o estudo de Toulmin (2006), que busca uma alternativa ao estudo da argumentação de forma matemática. O modelo proposto pelo autor pretende estabelecer uma avaliação racional dos argumentos, procurando determinar uma relação lógica e prática da argumentação por meio da identificação prática de seus componentes.

No entanto, alguns autores como Driver, Newton e Osborne (2000) apontam que, embora o uso da argumentação possua validade e seja um instrumento válido no processo de aprendizagem, a ferramenta de análise dos argumentos proposta por Toulmin não oferece subsídio para avaliar a validade dos argumentos e, segundo eles, considera a argumentação apenas em seu aspecto estrutural. Esses autores também apontam para a limitação da análise de argumentos coletivamente construídos, pois não valoriza os aspectos dialéticos, apenas destaca a retórica. Portanto, ao se realizar uma reflexão acerca do estudo da argumentação, identificamos que o modelo proposto por Toulmin (2006) oferece suporte para a identificação de elementos presentes na constituição do argumento, viabilizando uma análise da complexidade de sua formação, mas não de seu aspecto epistêmico.

40

A realização de práticas que estimulem a construção da argumentação por meio da abordagem das QSC, que envolvem a nanotecnologia, colabora para a construção de uma argumentação baseada na dialética, estimulando a construção de múltiplas leituras (Sadler; Donnelly, 2006), sem o estabelecimento de uma égide irrefutável do conhecimento científico, estabelecida pelos possesores, ditos absolutos, do conhecimento técnico.

A natureza das QSC favorece uma abordagem interdisciplinar e se pauta por discussões e debates. Esse processo de interação e constante confronto de ideias e argumentos entre os estudantes oportuniza um ambiente favorável para o desenvolvimento da argumentação crítica e fundamentada. Sendo assim, o processo de construção da argumentação não é estático e está, a todo

o momento, refazendo-se. A zona de constante interação pode qualificar ou desconstruir a argumentação idealizada.

Além do mais, a abordagem das temáticas acerca da nanotecnologia, CA, SD e QSC propicia um ambiente para que, por meio da interação e debates, construam-se novas compreensões acerca das pesquisas científicas, potencializando a possibilidade de transcender a educação baseada na reprodução de conceitos científicos, oportunizando aos estudantes lerem o mundo, associando a ciência ao seu cotidiano, a sua comunidade, à economia, à política e à cultura (Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado como exploratório e descritivo e se configura como um estudo do conhecimento do tipo qualitativo, realizado por meio da análise de trabalhos submetidos e depositados na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC),

Nessa perspectiva, Boccato (2006, p. 266) afirma que a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, em que são analisadas e discutidas as várias contribuições científicas. Optamos por limitar o objeto de pesquisa apenas aos trabalhos publicados no evento citado, por compreender que essa base de dados representa o conjunto das produções científicas no tema de educação em ciências no Brasil.

Neste estudo, utilizamos o que chamamos de filtros de pesquisa e definimos, como sendo o primeiro filtro, a realização de uma investigação baseada na estratégia de busca por descritores que, segundo Utagawa, Gambarito e Pereira (2018), servem como forma de catalogar publicações, facilitando a busca de trabalhos publicados. Desse modo, utilizamo-nos dessa ilação para analisar os trabalhos do X, XI e XII ENPEC, publicados no período compreendido entre os anos de 2015 e 2019, sendo que partimos de uma base de 4.037 trabalhos aceitos e publicados nesses 3 (três) encontros referentes ao período mencionado.

Algumas etapas foram organizadas por critérios procedimentais, aos quais nominamos de filtros nivelados. Esses filtros correspondem,

primeiramente, à análise dos títulos, em seguida, aprofunda-se o refinamento avançando para o resumo e, finalmente, prossegue-se para o trabalho completo. Essas etapas têm o propósito de filtrar os artigos publicados para a obtenção de uma base de dados que contenha um número representativo de trabalhos e uma proposta condizente com o objetivo desta pesquisa, sobre a qual reiteramos o interesse de descrever o atual estado do conhecimento na perspectiva dos últimos três ENPEC.

Para facilitar a compreensão da metodologia utilizada na construção desta pesquisa bibliográfica, alvitramos um esquema em forma de funil, que foi seccionado por filtros nivelados a fim de ilustrar os parâmetros que foram utilizados por esta pesquisa.

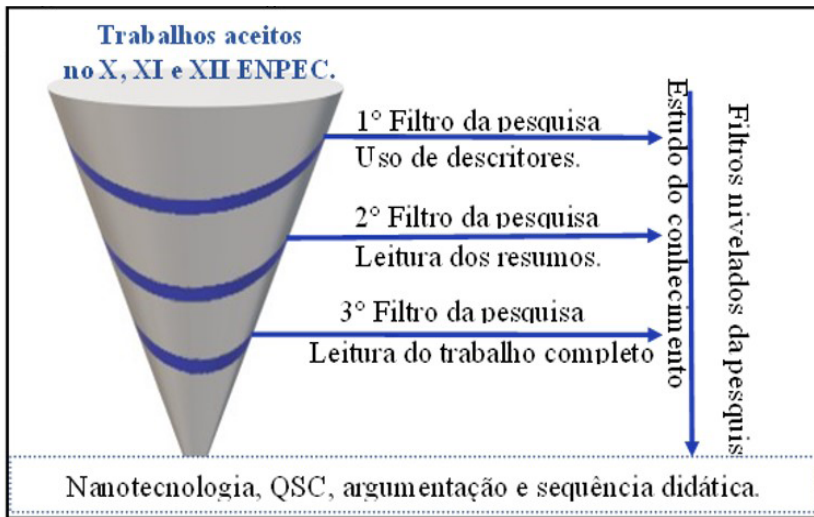


Figura 1- Funil de filtragem

Fonte: elaborado pelos autores

Conforme explicitado na Figura 1, o primeiro procedimento metodológico foi o uso de descritores com o propósito de limitar o número de trabalhos que deveriam ser analisados. Dessa forma, partimos do uso dessa técnica e obtivemos os 120 trabalhos na configuração, conforme o quadro, a seguir:

Quadro 1: 1º filtro nivelado, uso de descritores (X, XI e XII ENPEC)

| Título do Evento | Local de busca | X ENPEC (2015) | XI ENPEC (2017) | XII ENPEC (2019) |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Construção da argumentação | Online | 8 | 7 | 3 |
| Nanotecnologia | Online | 3 | 1 | 1 |
| QSC | Online | 13 | 13 | 16 |
| Sequência didática | Online | 23 | 20 | 12 |
| Total | | 47 | 41 | 32 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Já na segunda etapa do filtro nivelado – ilustrado na Figura 1 - funil de filtragem, em um nível mais profundo e nivelado da secção reta, proposto como segundo filtro, os trabalhos elegíveis para a composição de nossa base foram submetidos à leitura dos seus resumos, da qual obtivemos o total de 62 trabalhos correlacionados com a proposta desta pesquisa, conforme a configuração da quadro 2, a seguir:

Quadro 2: 2º filtro nivelado, leitura dos resumos (X, XI e XII ENPEC)

| Título do Evento | Local de busca | X ENPEC (2015) | XI ENPEC (2017) | X ENPEC (2019) |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Construção da argumentação | Online | 7 | 5 | 2 |
| Nanotecnologia | Online | 2 | 1 | 1 |
| QSC | Online | 8 | 7 | 5 |
| Sequência didática | Online | 12 | 8 | 4 |
| Total | | 29 | 21 | 12 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Ao avançarmos para a próxima etapa do filtro nivelado – ilustrado na Figura 1 - funil de filtragem -, correspondente à terceira e última etapa do processo de limitação da construção da base de trabalhos, submetemos os 62 trabalhos à leitura completa, da qual obtivemos um conjunto de 22 trabalhos, conforme descrito no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3: 3º filtro nivelado, leitura completa (X, XI e XII ENPEC)

| Título do Evento | Local de busca | X ENPEC (2015) | XI ENPEC (2017) | X ENPEC (2019) |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Construção da argumentação | Online | 3 | 2 | 0 |
| Nanotecnologia | Online | 1 | 0 | 0 |
| QSC | Online | 3 | 1 | 3 |
| Sequência didática | Online | 2 | 5 | 2 |
| Total | | 9 | 8 | 5 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Durante o processo de leitura dos trabalhos completos, alguns parâmetros foram estabelecidos com o intuito de nortear o processo de seleção de artigos que compõem este estudo do conhecimento, conforme a Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: parâmetros de seleção de trabalhos.

| Parâmetros | Descrição |
|------------|--|
| R1 | Congruência entre o título o resumo e o desenvolvimento do trabalho. |
| R2 | Construção da fundamentação teórica coerente com o conjunto de trabalhos lidos. |
| R3 | Constituição do trabalho em: Relato de experiência, revisão bibliográfica, |
| R4 | Contribuições para popularização da ciência e da tecnologia. |
| R5 | Abordagem interdisciplinar de conhecimentos científicos. |
| R6 | Clareza na metodologia, de maneira que seja possível identificar os procedimentos. |
| R7 | Entrelaçamento entre os diferentes temas propostos neste estudo do conhecimento. |

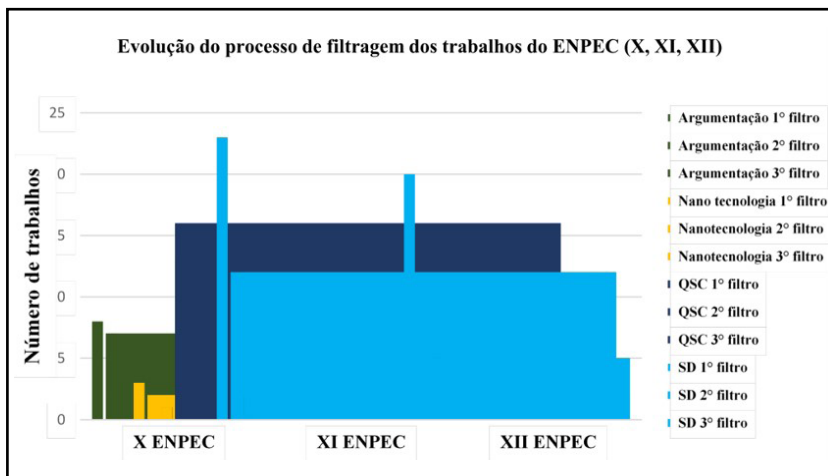
Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

44

Os parâmetros não têm por objetivo reavaliar os trabalhos no sentido de sua pertinência, pois estes já foram avaliados e publicados. A aplicação desses parâmetros tem o intento de ancorar a pesquisa a fim de diminuir a sucumbência ao encantamento pela diversidade de trabalhos que, de certa forma, pode se constituir uma via de tangenciamento do objetivo do estudo do conhecimento. Além disso, os parâmetros facilitaram o processo de seleção dos artigos, definindo, de forma mais ampla, a contribuição de cada trabalho na construção da base de dados. Durante a leitura de cada um dos artigos, foi adicionada a codificação dos parâmetros, tornando necessário que, ao final do artigo, pelo menos 3 (três) parâmetros fossem contemplados, durante a leitura completa, para que a publicação se tornasse elegível para elaboração deste estudo.

O processo de filtragem dos trabalhos, quantificados nos Quadros 1, 2 e 3, foram expressos graficamente de maneira que se percebe o estreitamento da constituição da base de manuscritos que constituíram a estrutura desta pesquisa a partir da aplicação dos filtros.

Gráfico 2:- Evolução do processo de filtragem dos trabalhos



Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Com o propósito de identificarmos uma relação mais próxima entre os trabalhos selecionados após a aplicação do procedimento descrito metaforicamente de funil de filtragem, utilizamos o processo de cruzamento de temas que apresentassem uma intersecção entre os temas investigados. Essa filtragem também teve o objetivo de facilitar a identificação da construção complexa entre os temas da nanotecnologia, QSC, sequência didática e construção da argumentação.

Para facilitar a construção de um painel comparativo e analítico, optou-se pela codificação dos temas-chave, ficando disposto da seguinte maneira:

- (N) Nanotecnologia;
- (QSC) Questões sociocientíficas;
- (SD) Sequência didática;
- (CA) Construção da argumentação.

Tabela 2: cruzamento codificados.

| Temática | X ENPEC | XI ENPEC | XII ENPEC | TOTAL |
|---------------------------|---------|----------|-----------|-------|
| (N) | 1 | 0 | 0 | 1 |
| (QSC) | 3 | 1 | 3 | 7 |
| (SD) | 2 | 5 | 2 | 9 |
| (CA) | 3 | 2 | 0 | 5 |
| (N) x (QSC) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (N) x (SD) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (N) x (CA) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (QSC) x (SD) | 1 | 0 | 0 | 1 |
| (QSC) x (CA) | 1 | 0 | 1 | 2 |
| (SD) x (CA) | 2 | 3 | 0 | 5 |
| (N) x (QSC) x (SD) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (N) x (QSC) x (CA) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (QSC) x (SD) x (CA) | 0 | 0 | 1 | 1 |
| (N) x (QSC) x (SD) x (CA) | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Tabela 3: trabalhos selecionados

| TEMA | TRABALHO | REFERÊNCIA | EDIÇÃO DO ENPEC |
|------|--|------------------------------------|-----------------|
| (CA) | Ações e princípios para o planejamento de sequências didáticas argumentativas | • SCARPA, D.L.; • MENNA, V.B.C. | X ENPEC |
| (CA) | Proposição de uma Ferramenta Analítica para avaliar a Qualidade da Argumentação em Questões Sociocientíficas | • PENHA, S.P; CARVALHO, A.M.P. | X ENPEC |
| (CA) | Análise de Argumentos a partir de uma Nova Perspectiva | • MARTINS, M.; JUSTI, R. | X ENPEC |
| (N) | Nanociência, Nanotecnologia e Ensino de Ciências: um tema a ser discutido na formação de professores | • SILVA, P.R.; LOPES, J.G.S. | X ENPEC |

| | | | |
|-------|--|--|-------------|
| (QSC) | Contribuições das questões sociocientíficas para se pensar a natureza do conteúdo de ciências: um olhar a partir da filosofia de Theodor Adorno. | <ul style="list-style-type: none"> • CARNIO M.P.; • CARVALHO, W.L.P. | X ENPEC |
| (QSC) | Projetos de lei no ensino de ciências: possibilidades para modelagem de questões socio-científicas. | <ul style="list-style-type: none"> • CARVALHO, I.N.; EL-HANI, C.N.; • CONRADO, D.M.; NETO, N.F.N. | X ENPEC |
| (QSC) | Abordagem de temas sociocientíficos em periódicos nacionais de Ensino de Ciências publicados no período de 2005-2014 | <ul style="list-style-type: none"> • BEZERRA, B.H.S; • AMARAL, E.M.R. | X ENPEC |
| (SD) | Aspectos epistêmicos da construção do dado de um argumento em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. | <ul style="list-style-type: none"> • RATZ, S.V.S.; • MOTOKANE, M.T. | X ENPEC |
| (SD) | Sequência Didática Interativa no Estudo do Conceito de Respiração. | <ul style="list-style-type: none"> • SÁ, R.G.B; • ALBUQUERQU E, T.C.C; • JÓFILI, Z.M.S.; • CARNEIRO-LEÃO, A.M.A. | X ENPEC |
| (QSC) | As Questões Sociocientíficas: um panorama da produção de teses e dissertações da área de Ensino de Ciências e Educação | <ul style="list-style-type: none"> • PANSERA, F.C; • CARVALHO, L.M.O. | XI ENPEC |
| (SD) | A qualidade dos argumentos dos alunos em uma Sequência Didática que Usa a História da Ciência e a Argumentação no Ensino de Física. | <ul style="list-style-type: none"> • ANÔNIMO | XI ENPEC |
| (SD) | Proposta de uma sequência didática sobre o uso de pesticidas fundamentada na modelagem analógica. | <ul style="list-style-type: none"> • ANDRADE, G.M.P.C.; • MOZZER, N.B. | XI ENPEC |
| (SD) | A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016 | <ul style="list-style-type: none"> • BASTOS, M.R.; • SILVA-PIRES, F.E.S.; • FREITAS, C.A.V.; • TRAJANO, V.S. | XI ENPEC |
| (SD) | A controvérsia agroecológica em uma abordagem intercultural de Educação Científica: a biodiversidade nos discursos de licenciandos do campo | <ul style="list-style-type: none"> • SILVA, D.K.; • KATO, D.S. | XI ENPEC |

| | | | |
|-------|--|--|--------------|
| (SD) | Motivação, aprendizagem e avaliações acadêmicas a partir de uma sequência didática | • ROSSIERI, R.A.; GOYA, A. | XI ENPEC |
| (CA) | A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade | • MOTOKANE, M.T.; CASTRO, R.G. | XI ENPEC |
| (CA) | Análise dos tipos de pergunta do professor na construção de argumentos orais em uma aula investigativa de ciência | • SILVA, L.L.B.; OLIVEIRA, L.S.; PEREIRA, M. | XI ENPEC |
| (SD) | O uso de problemas no desenvolvimento de uma sequência didática sobre fármacos ansiolíticos no ensino de química | • CRUZ M.E.B.; BATINGA, V.T.S. | XII ENPEC |
| (SD) | Princípios de planejamento para uma sequência didática sobre aquecimento global contextualizada por HFC e CTSA | • SARMENTO, A.C.H.; MUNIZ, C.R.R.; MIRANDA, A.P.; NUNES-NETO, N.G. | XI ENPEC |
| (QSC) | Análise dos argumentos de professores de ciências sobre estratégias didáticas que favorecem a abordagem de questões sociocientíficas no ensino das ciências | • VALE, W.K.M.; BATINGA, V.T.S. | XI ENPEC |
| (QSC) | Controvérsias Científicas e Ensino de Genética: análise da argumentação em um júri simulado | • OLIVEIRA, J.K.S.F.; PEREIRA, L.B.; LIMA, M.B.; STRUCHINER, M. | XI ENPEC |
| (QSC) | Caracterizando propostas de ensino baseado em Questões Sociocientíficas | • DIONOR, G.A.; MARTINS, L.; CONRADO, D.M.; NUNES-NETO, N.G. | XI ENPEC |

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Tabela 4: trabalhos que apresentaram cruzamentos.

| TEMA | TRABALHO | REFERÊNCIA | EDIÇÃO DO ENPEC |
|-------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| (QSC)x(SD) | Contribuições das questões sociocientíficas para se pensar a natureza do conteúdo de ciências: um olhar a partir da filosofia de Theodor Adorno. | CARNIO M.P.; CARVALHO, W.L.P. | X ENPEC |
| (SD)x(CA) | Ações e princípios para o planejamento de sequências didáticas argumentativas | SCARPA, D.L.; MENNA, V.B.C. | X ENPEC |
| (QSC)x(CA) | Proposição de uma Ferramenta Analítica para avaliar a Qualidade da Argumentação em Questões Sociocientíficas | PENHA, S.P; CARVALHO, A.M.P. | X ENPEC |
| (SD)x(CA) | Aspectos epistêmicos da construção do dado de um argumento em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. | RATZ, S.V.S.; MOTOKANE, M.T. | X ENPEC |
| (SD) x (CA) | A qualidade dos argumentos dos alunos em uma Sequência Didática que Usa a História da Ciência e a Argumentação no Ensino de Física. | ANÔNIMO | XI ENPEC |
| (SD) x (CA) | A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade | CAMARGO, G.H.; | XI ENPEC |
| (SD) x (CA) | A controvérsia agroecológica em uma abordagem intercultural de Educação Científica: a biodiversidade nos discursos de licenciandos do campo | SILVA, D.K.; KATO, D.S. | XI ENPEC |

| | | | |
|--------------------|---|-------------------------------|-----------|
| (QSC)x(CA) | Análise dos argumentos de professores de ciências sobre estratégias didáticas que favorecem a abordagem de questões sociocientíficas no ensino das ciências | VALE, W.K.M.; BATINGA. V.T.S. | XI ENPEC |
| QSC) x (SD) x (CA) | A argumentação por analogia na discussão de uma questão sociocientíficas. | DAMASCENA, K.B.; MOZZER, N.B. | XII ENPEC |

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

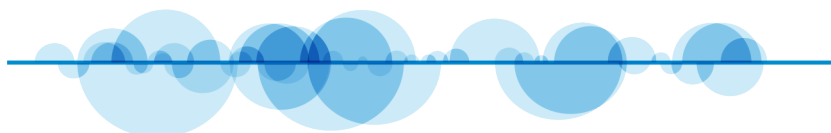
Os cruzamentos foram obtidos a partir da leitura completa dos trabalhos que possuíam as características descritas anteriormente na Tabela 1 – Parâmetros de seleção de trabalhos. Além disso, após a leitura dos trabalhos, submetemos suas temáticas a uma discussão entre os pesquisadores, que, por sua vez, decidiram pela inclusão ou exclusão na base desta pesquisa.

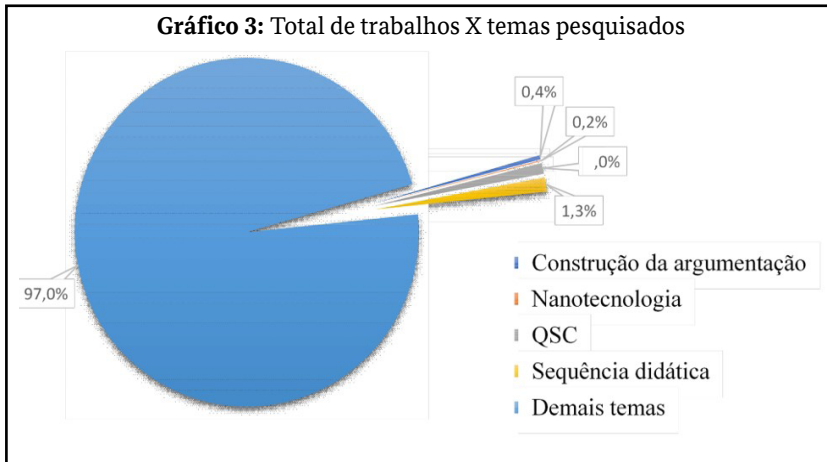
50

ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das últimas três edições do ENPEC, é possível identificar que algumas temáticas ainda parecem estar distantes das discussões no ensino de ciências no Brasil, como, por exemplo, pesquisas que evidenciem e popularizem o conhecimento científico em nanociência bem como suas aplicações tecnológicas. Dentre os trabalhos selecionados, apenas 5 (cinco) tratavam desse assunto no período de 2015 a 2019, sendo que o evento ocorre bianualmente.

É preciso considerar que o conjunto dos trabalhos filtrados da base de dados compreende apenas 120 trabalhos de um total de 4037, representando, assim, 2,9% do total de artigos publicados nas três referidas edições do ENPEC.

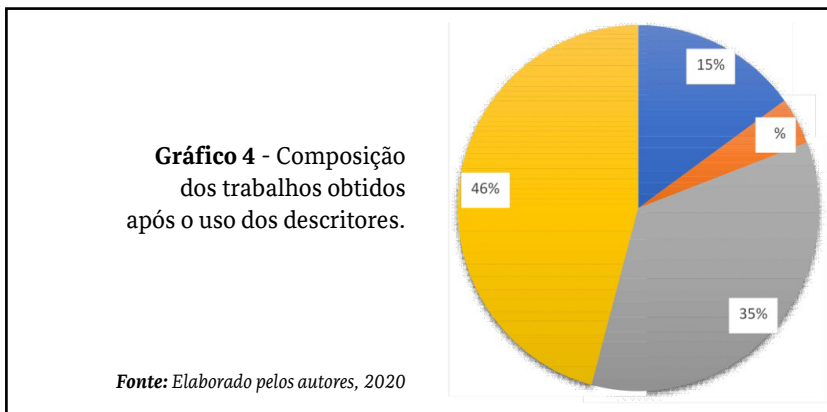




Além do mais, temas como a análise da construção da argumentação ainda se constituem em um desafio no ensino de ciências. Atualmente, grande parte das pesquisas utiliza a metodologia de análise da construção da argumentação proposta por Toulmin (2006). Porém, sua aplicação não é consenso, principalmente porque essa ferramenta possibilita uma análise mais estrutural e não epistêmica.

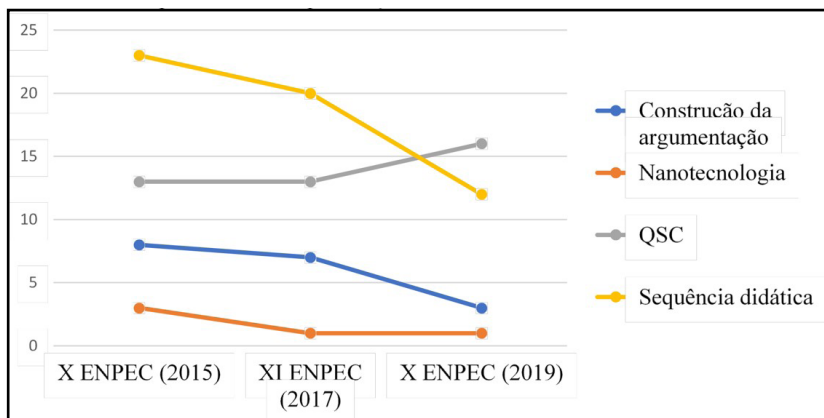
51

Quando consideramos apenas o universo dos trabalhos selecionados, descritos na Tabela 3, identificamos que os quatro diferentes temas analisados por esta pesquisa possuem uma quantidade de trabalhos muito diferentes. À vista disso, encontramos maior concentração de trabalhos nas temáticas (SD) e (QSC), como demonstrado no Gráfico 4:



A única temática que manteve uma tendência de alta de publicações foi a atinente ao estudo de (QSC). Já as pesquisas publicadas a respeito das sequências didáticas tiveram uma expressiva diminuição, passando de 23 para 12 publicações, o que demonstra uma redução de 52%. A temática do estudo da argumentação também apresentou a significativa redução de 38%. No entanto, o tema da nanotecnologia precisa ser destacado, pois manteve-se estável nos últimos dois encontros, tendo apenas um único trabalho publicado. O Gráfico 5, a seguir, facilita a visualização dessas relações de queda e aumento de publicações sobre esses temas:

Gráfico 5: Comportamento das publicações no X, XI e XII ENPEC.

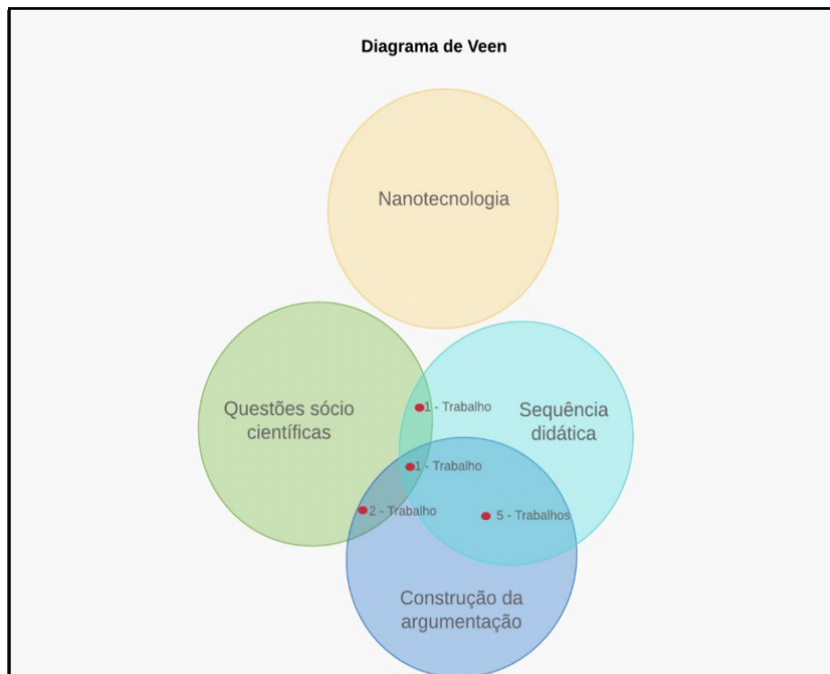


Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Ao analisar os artigos da Tabela 4, que apresenta trabalhos de diferentes temas em uma mesma publicação, percebemos uma predominância de interações entre os temas de (CA) e (SD). Após realizar cruzamentos, os dois temas citados apresentam uma maior afinidade. A relação entre eles pode ser explicada da seguinte forma: enquanto a avaliação da construção da argumentação fornece elementos para identificar o processo de encadeamento do conhecimento, a sequência didática disponibiliza um caminho prático para que a construção da argumentação ocorra.

Também identificamos a limitada quantidade de artigos obtidos por meio do cruzamento dos descritores associados à

leitura dos artigos. Do cruzamento entre os descritores (QSC) x (SD) e (QSC) x (CA), foi encontrado apenas um trabalho, e os demais cruzamentos entre os descritores não resultaram em artigos.



53

Figura 2: Diagrama de Veen relacionado aos trabalhos selecionados no X, XI e XII ENPEC

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Realizamos também os cruzamentos entre os três termos (QSC) x (SD) x (CA), e obtivemos apenas um retorno. Contudo, quando realizamos o cruzamento entre os quatro termos, não obtivemos nenhum resultado, o que demonstra a pertinência da presente pesquisa.

Apesar de os artigos abordarem separadamente as temáticas (N), (QSC), (SD) e (CA), são diversos os trabalhos que tratam desses temas na perspectiva de ensino bem como na formação de professores e na construção do currículo, incentivando, assim, a discussão sobre quais seriam as possíveis vantagens para o processo de ensino-aprendizagem.

Ao realizar a leitura dos trabalhos, percebemos que a abordagem da (CA) sempre está imbricada à ideia de avaliar os resultados de uma prática, procurando produzir parâmetros que identifiquem o processo de ensino ou aprendizagem. Já ao abordar o uso das sequências didáticas, os trabalhos procuram demonstrar a execução das atividades pedagógicas, uma vez que esse tipo de estratégia oferece um caminho para exequibilidade das propostas.

CONCLUSÕES

Ao analisar os trabalhos publicados nas últimas três edições do ENPEC acerca das temáticas – nanotecnologia, CA, SD e QSC –, constatamos a quase inexistência de trabalhos que articulem tais discussões e que sejam voltados à abordagem dessas temáticas. Contudo, encontramos seus componentes, apresentados e discutidos, de forma individual, em várias pesquisas.

54

No que tange ao tema nanotecnologia, há poucos trabalhos publicados nas últimas três edições do ENPEC. Porém há uma preocupação com o processo de educação e popularização da ciência e da tecnologia, o que de fato vai ao encontro das ideias presentes na abordagem CTS. Conforme descrevem Rodríguez e Pino (2017), a CTS promove estratégias diferenciadas no campo da Educação Científica com o intuito de melhorar a formação cidadã e promover uma visão mais adequada de ciência e tecnologia. Já as QSC, que compartilham o mesmo enfoque da CTS, conforme descrevem Silva e Robaina (2020), complementam-se frente a uma mesma finalidade, voltada à educação científica, buscando a formação de cidadãos aptos para atuarem em uma sociedade democrática. Portanto, a abordagem das QSC, nos trabalhos analisados, procura, por meio da realização de atividades pedagógicas, mediar esse processo de reflexão crítica na formação do aluno da educação básica ou do ensino superior.

A abordagem das QSC que envolvem a nanotecnologia, associada ao processo de CA por meio de SD, é uma forma de popularização da ciência e tecnologia bem como pode ser uma estratégia no processo de construção do conhecimento. Além disso, ainda há a necessidade de mais estudos que vinculem o ensino

de temas científicos com a realidade cotidiana dos estudantes, principalmente aqueles temas que ainda estão distantes da sociedade, conforme aponta Mendes (2013).

A abordagem de temas controversos, em um assunto como a nanotecnologia, permite corrigir a distorção causada pela interpretação infalível da ciência bem como propõe momentos de interação dialógica, que possibilitem um ambiente mais favorável ao processo de construção argumentativa.

REFERÊNCIAS

Alves-Filho, M. O estranho íntimo. *Jornal da Unicamp*, Edição Temática- 402, 2008.

Auler, D.; Delizoicov, D.; Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 122-134, jun. 2001.

Angotti, J. Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

Bargalló, C.; Tort, M. Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, v. 18, n. 45, p. 61-71, 2006.

Bazzo, W. A.; Von Linsingen, I.; Pereira, L. O que são e para que servem os estudos cts. In: XLVII Congresso Brasileiro De Educação em Engenharia, 1., 2019, Fortaleza. *Anais ... Fortaleza: Cobenge*, 2019. v. 1, p. 1-8.

Bocato, V. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo*, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

Brasil. (INCT). Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2010/08/nanotecnologia-possibilita-criacao-de-produtos-mais-eficientes>. Acesso em: 12 jul. 2020.

Brasil (MCTIC). Volume I - Nanotecnologia. Plano de ação de ct&i para tecnologias convergentes e habilitadoras:

Nanotecnologia, Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC), v. I, p. 1-66, 2018.

Bushan, B. “**Springer Handbook of Nanotechnology**”, First Edition, New York: Springer Verlag, 2004.

Cobern, W.; Gibson, A.; Underwood, S. Valuing Scientific Literacy. In: *The science teacher*, Arlington: United States, dec. v. 62, n. 9, p. 28-31, 1995.

Demo, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011. 148 p.

Satnano. (NPD) Nanotechnology Products Database (ed.). **Products in Industrial Divisions by Country**. StatNano.com 2020. Gráfico. Disponível em: <https://product.statnano.com/>. Acesso em: 12 jul. 2020.

Fellipetto, I.; *et al.* Estado do Conhecimento sobre Sustentabilidade, Educação Ambiental e Agrícola no Ensino de Química no Ensino Médio. *Revista Insignare Scientia*, v. 4, n. 6, p. 127-144, dez. 2021.

Ferreira, S.; Dias, M. Leitor e Leituras: Considerações sobre Gêneros Textuais e Construção de Sentidos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v.18, n. 3, 2005. p. 323 – 329.

Fourez, Gérard. **Alphabétisation scientifique et technique**. Parcourir Les Collections Bruxelles, v.1. 1994.

Galvão, C.; Reis, P. A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In: Vieira, R. M.; Pedrosa, M. A. F.; Paixão, I. P.; Martins, A.; Caamaño, Vilches, A. & Martín-Díaz, M. J. **Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências: Educação científica e desenvolvimento sustentável**. p. 131-135. Aveiro: Universidade de Aveiro. 2008.

Guimarães, Y.; Giordan, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII *Anais...* Campinas, 2011.

Hess, D. **Science Studies: An Advanced Introduction**. New York/London: New York University Press, 1997.

Lorenzetti, L.; Delizoicov, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 45-61, jan. 2001. Semestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

Levinson, R. **As Ciências ou as Humanidades: Quem deve ensinar as controvérsias sem Ciência?** 12. ed. Campinas: Proposições, 2016. 72 p.

Lima, G.; Teixeira, P. Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no movimento CTS, VIII ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** ABRAPEC, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.

Mattedi, M. **Sociologia e Conhecimento: introdução à abordagem sociológica do problema do conhecimento**. Chapecó: Editora Argos, 2006.

57

Mattedi, M. A.; Martins, P.; Premebida, A. A nanotecnologia como tecnociência: contribuições da abordagem sociológica para o entendimento das relações entre nanotecnologia, sociedade e ambiente. **Pensamento Plural**, ano 2011, v. 1, ed. 09, p. 115-138.

Mendes, M.; Santos, W. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigação em ensino de ciências**, V18, n. 3 p.621-643, 2013.

Morin, E. **Ciência com consciência**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 9ª, 2005, 350p.

Morin, E. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

Motokane, M. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, Vol.17, nº especial, novembro, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>, acesso: 18/10/2020.

Perez, L. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores.** 1st ed. RJ: Editora UNESP, 2012.

Pedretti, E. Teachingscience, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, em Zeidler, D. (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Razera, J. C.; Nardi, R. Assuntos controvertidos no ensino de ciências: a ética na prática docente. *Pró-posições*. vol. 12, n. 1, p. 94-109. 2001.

Reis, P. G. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir?:** Percursos de aprendizagem. 2004. 457 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Departamento de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004. Cap. 7. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277229986_Controversias_socio-cientificas_discutir_ou_nao_discutir_Percursos_de_aprendizagem_na_disciplina_de_ciencias_da_terra_e_da_vida>. Acesso em: 10 nov. 2019.

Reis, P.; Galvão, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10(2), 2005.

Ramos, M.; Silva, H. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - *Anais...*, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

Rodríguez, A.; Del Pino, J. C. Abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. *#tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 1-21, jun. 2017.

Sadler, T.; Donnelly, L. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. *International Journal of Research in Science Education*, V.28, n 12, p. 1463-1488, 2006.

Salvador, A. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. Porto Alegre: Sulina, 1986.

Santos, W.; Schenetzler, R. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3.ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

Santos, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14(2), 2009.

Silva, E.; Bejarano, N. As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia. IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, nº extra, *Anais...* p. 942- 1948, Girona, 2013.

Silva, C.; Robaina, J. V. O estado da arte das questões sociocientíficas no período de 2014 - 2018. *#tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2020.

Uttagawa, C.; Gambarato, B.; Pereira, V. o uso de descritores em artigos científicos na área de educação em saúde. *Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais*. volume 3, n. 1. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, ago. 2018, p. 27-40. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em 28.06.2020.

Toulmin, S. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

Vieira, K.; Bazzo, W. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial. 2007.

Zabala, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Zanon, D.; Freitas, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências e Cognição*, v. 10, p. 93- 103, 2007.

Zuin, V.; Freitas, D. A utilização de temas controversos na formação de licenciados numa abordagem CTSA. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 2, jun. 2007.

IMPACTO DA POLÍTICA DE IMPORTAÇÃO DE PRODUTOS PARA PESQUISA DO CNPQ: ANTES E DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19 (2017-2022)

Valeska Medeiros da Silva
Diogo Onofre Souza
Ediane Maria Gheno

60

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa analisou a Política de Incentivo Fiscal para a Importação de produtos para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Trata-se de uma política de importância nacional, de natureza não orçamentária, que concede isenção fiscal para a importação de quaisquer produtos/insumos, desde que o pesquisador e sua Instituição de Ciência e Tecnologia (ICTs) estejam credenciados junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), bem como os itens adquiridos tenham uso exclusivo para pesquisa.

O CNPq, uma das principais agências de fomento e de financiamento da ciência brasileira, é a única entidade do Governo Federal que atua na concessão dos benefícios fiscais oriundos da referida política, a qual se encontra consolidada entre os pesquisadores brasileiros.

O incentivo fiscal para a C&T está previsto na Constituição Federal, no artigo 218, que preconiza que “o estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação” (Brasil, 1988). A redação atual

desse artigo foi dada pela Emenda Constitucional (EC), n. 85 de 2015 (Brasil, 2015), movimento primário para a construção do Marco Legal da Ciência e Tecnologia no Brasil, que se soma à Lei 13.243/2016 (Brasil, 2016) e ao Decreto 9.283/2018 (Brasil, 2018).

Ao se tratar de incentivo ao desenvolvimento da CT& I, é importante destacar a Lei n. 8.010, de 29 de março de 1990 (Brasil, 1990), que estabelece o incentivo fiscal para ICTs públicas e privadas sem finalidades lucrativas, bem como para cientistas, a fim de realizarem importações para pesquisa, além de designar o CNPq como responsável na definição dos critérios para concessão de cotas para pesquisadores (pessoas físicas) e ICTs.

Ante a ausência de pesquisas sobre o tema, bem como a relevância dessa política pública para o progresso da ciência brasileira, a presente pesquisa objetiva investigar os impactos da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para a ciência brasileira, conforme a Lei 8.010/1990, no período de 2017 a 2022. A partir dessa cobertura temporal de seis anos, será possível fazer uma comparação da política pública nos períodos antes e durante a pandemia da COVID-19.

Nesse contexto, levantaram-se algumas questões: a) No período pandêmico, a distribuição de Licenças de Importação (LIs) por estados brasileiros manteve-se semelhante ao período anterior? b) Ocorreu alteração entre os principais países fabricantes e os países de aquisição dos produtos importados nos períodos antes e durante a pandemia?; e c) Os investimentos para aquisição de produtos foram mais expressivos no período pandêmico?

Para isso, buscou-se: a) Identificar as características das LIs Desembaraçadas (número de LIs por ano, número de produtos por ano, número de produtos por LI, nome do importador e unidade Federativa de despacho); b) Analisar os países fabricantes dos produtos importados e os países que comercializaram os produtos, ou seja, origem de fabricação e de aquisição; e c) Avaliar os investimentos em relação aos bens importados para pesquisa (situação da cobertura cambial, valor do produto no local de embarque e valor do produto na condição de venda) em relação à cota de importação.

A partir da aplicação de indicadores cientométricos (Price, Derek J de Solla 1963; Tague-Sutcliffe, Jean 1992; Glänzel, Wolfgang 2003), a presente pesquisa pode contribuir de modo substancial para políticas públicas em prol da CT&I no Brasil.

2. CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO E A POLÍTICA DE INCENTIVO FISCAL PARA IMPORTAÇÃO

Popularmente conhecido como a casa do pesquisador brasileiro, o CNPq foi a primeira organização oficial da Administração Pública, criada pela Lei 1.130 de 15 de Janeiro de 1951, com a finalidade de elaborar e implementar políticas e programas de fomento e financiamento da CT&I no país (Brasil, 1951, Nascimento, Maria Odete Alves, 2013).

62 | O CNPq mantém diversos programas e políticas de fomento e financiamento à CT&I no país, como o Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD), desde 1997; os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), lançados em 2008; o Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade (SISBIOTA BRASIL), a partir de 2009, e muitos outros programas (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2022), sendo que alguns deles já foram objeto de estudos, por exemplo o programa de bolsa de Produtividade em Pesquisa (Gomes, Carolina.; *et al.*, 2023).

Quanto à política de importação para pesquisa, o CNPq é a instituição federal responsável por toda a política de incentivo fiscal para a importação de produtos para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), de modo que todas as demandas desse tipo são analisadas por essa instituição, conforme apresentado na seção seguinte.

2.1. A ATUAÇÃO DO CNPQ COMO ÓRGÃO ANUENTE DA COTA DE IMPORTAÇÃO PARA PESQUISA

Sendo o único órgão federal que administra a Lei 8.010/1990, o CNPq é regulador de comércio exterior a partir dessa Lei, com a premissa de elaborar normativas visando à importação para

pesquisa, analisar as solicitações de parcela da cota de importação para pesquisadores e ICTs, anuir tais solicitações e administrar o valor total da cota de importação.

Ainda sobre a base legal para atuar como gestor dessa política, a Portaria Interministerial n. 977, de 2010, do Ministério da Fazenda e do Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2010), incube ao CNPq a responsabilidade pela emissão de normas que regulem e facilitem a aquisição de produtos no comércio exterior para pesquisa científica, tecnológica e de inovação, conforme o trecho a seguir:

Art. 1º Compete ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq):

I - editar normas relativas ao credenciamento a que se refere o § 2º do art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990;

II - estabelecer critérios de distribuição da cota global anual de importações a que se refere o § 2º do art. 2º da Lei nº 8.010, de 1990;

III - atuar como órgão anuente perante o Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), nas importações realizadas ao amparo da Lei nº 8.010, de 1990;

IV - realizar diligências junto aos importadores para verificar a adequação dos bens importados às finalidades previstas na Lei nº 8.010, de 1990, bem como sua correta utilização; e

V - efetuar gestões perante os demais órgãos da administração pública, no sentido de obter tratamento prioritário para as importações realizadas ao amparo da Lei nº 8.010, de 1990 (Brasil, 2010).

Tão relevante quanto as outras atribuições, o CNPq tem o papel de dialogar com quaisquer outros intervenientes no comércio exterior, visando facilitar e reduzir a burocracia e o tempo de importação, o que reflete no custo de cada operação internacional, conforme disposto no inciso V do artigo 1º da Portaria Interministerial n. 977/2010. Especialmente, tratando-se do tema deste estudo, o CNPq atua como órgão regulador

de comércio exterior e anuente para conceder isenção de impostos e contribuições sociais de produtos importados para o desenvolvimento de pesquisa em todo o Brasil.

Para a solicitação da cota, é necessário haver o credenciamento do interessado e de sua instituição de vínculo (afiliação), conforme regulamento estabelecido pela Resolução Normativa n. 041/2018, elaborada pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2018).

Nessa linha, o credenciamento de pesquisadores e de ICTs ocorre por meio de solicitação por parte do interessado através de serviço digital oferecido no Portal do Governo Federal, denominado Gov.br, devendo ser preenchido o formulário padrão e incluídos os documentos para análise do enquadramento da instituição aos critérios da Lei 8.010/1990 e da Resolução Normativa mencionada (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2018).

64 | Após a análise por parte do CNPq, o credenciamento é realizado ou não. Somente após superada essa etapa, o credenciado estará apto a pleitear parcela da cota de importação para sua pesquisa. Entretanto, não é tarefa trivial a realização de uma importação, de modo que o pesquisador poderá procurar auxílio de especialistas na área para obter o incentivo fiscal. Caso não realize a importação dentro dos padrões exigidos pela Receita Federal do Brasil, por meio do Decreto 6.759/2009, conhecido como Decreto Aduaneiro, o pesquisador poderá perder o incentivo fiscal e ser punido por esse órgão fiscal. Nesse sentido, é importante conhecer as normas de comercialização internacional, bem como o regramento do incentivo fiscal.

2.2. O INCENTIVO FISCAL PARA A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO PAÍS

As políticas de incentivo à ciência no Brasil foram preconizadas pela Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) e delineadas por diversas leis e decretos, dentre elas, a Lei 8.010/1990 (Brasil, 1990) de incentivo fiscal, que consiste em isentar impostos de importação para a aquisição de tecnologias e materiais no exterior, cuja finalidade seja o desenvolvimento de pesquisas no território nacional.

A isenção fiscal decorrente do incentivo recebido gera a perda de arrecadação advinda dessa comercialização internacional, denominada renúncia fiscal, computada como despesa no orçamento da União, correspondente a 0,17% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2019, de acordo com o Demonstrativo de Gastos Tributários (Brasil, 2018). Em 2020, (Brasil, 2019), chegou a 0,23% do PIB, decaindo para 0,07%, em 2021(Brasil, 2020), conforme relatório gerado pela Receita Federal do Brasil, do Ministério da Economia-ME (Brasil, 2019).

A política de incentivo fiscal para a importação de bens para pesquisa no país é gerida exclusivamente pelo CNPq, sendo o órgão anuente de todas as solicitações e responsável pela administração da cota de importação, o qual deve emitir resoluções para normalizar a concessão do incentivo e para a adequada solicitação da cota por parte dos pesquisadores (Brasil, 2010).

Na pesquisa sobre incentivo fiscal, Dênia Maria Milagres (1986, p. 103) definiu incentivos ou estímulos fiscais como “[...] todas normas jurídicas ditadas com finalidades extrafiscais de promoção do desenvolvimento econômico e social que excluem total ou parcialmente o crédito tributário”. De maneira simples, a autora explica que o incentivo fiscal se constitui em não cobrança de determinado imposto, com a finalidade de estimular determinados setores ao desenvolvimento. Assim, a autora considera que:

Os incentivos fiscais concedidos atualmente sob as mais variadas formas e técnicas são: isenções, imunidades, suspensão de impostos, redução de alíquotas, créditos de impostos, depreciação acelerada, ressarcimento de tributos pagos etc. Note-se, porém, que todas essas modalidades têm como fator comum a *exclusão ou exoneração total ou parcial de tributação sobre bens, pessoas, atividades* etc., seja de forma direta, como nas isenções, seja indiretamente, como compensação ou abatimento do imposto a pagar. (Milagres, 1986, p. 104-105, grifo nosso)

Ou seja, o incentivo fiscal favorece a aquisição de produtos uma vez que promove a redução de seu custo final. Em se tratando de CT&I, a importância da isenção se revela em reduzir o valor para aquisição de infraestrutura.

Na pesquisa realizada por Virene Roxo Matesco e Lia Hasenclever (1998) e publicada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

(IPEA), foram discutidas questões relacionadas ao incentivo fiscal para a ciência, observando dois grupos de países com sistemas maduros de inovação, tais como: Alemanha, Estados Unidos e Japão; e outros três países com desempenho tecnológico comparativamente inferior em relação ao primeiro grupo, como Canadá, Espanha e Itália, verificando que

A Alemanha direciona o seu apoio para a pesquisa aplicada, mas desde 1980 passou a ampliar os incentivos fiscais com conseqüente redução do apoio direto via financiamentos. O governo reduziu a incidência de impostos para os produtos de base tecnológica, permitiu a depreciação acelerada de máquinas e equipamentos, reduziu as alíquotas sobre investimentos de capital e vem concedendo incentivos adicionais para pequenas e médias empresas de cunho tecnológico. O governo alemão concede ainda incentivos ao capital de risco e para a contratação de pesquisadores e técnicos especializados, além de adotar uma forte política de compras de novos produtos. (Matesco; Hasenclever, 1998, p. 5)

66

As autoras Matesco e Hasenclever (1998) registraram que os EUA dispõem de incentivos fiscais e têm compras preferenciais do governo desde 1954. Ainda há outras vantagens como dedução das despesas com ciência do lucro que essas empresas obtiveram e a depreciação acelerada dos equipamentos adquiridos para os projetos de P&D. No Japão, o incentivo fiscal é o principal mecanismo de estímulo à pesquisa por parte das empresas, sendo utilizado em áreas estratégicas: energia nuclear, aeronáutica e espacial, com dedução integral dos custos em P&D; depreciação acelerada, dentre outros.

Nesse grupo de países, o incentivo fiscal é o mote para o investimento em pesquisa, a partir da compreensão de que essa renúncia fiscal atual será revertida em desenvolvimento científico, econômico e social no futuro.

No segundo grupo, o Canadá recebe incentivos fiscais desde a década de 1940, podendo deduzir integralmente as despesas com equipamentos e até duas vezes o valor gasto em pesquisa e desenvolvimento, além do benefício da depreciação acelerada dos equipamentos adquiridos, de acordo com Matesco e Hasenclever (1998). A Itália apresentou tratamento diferente para o investimento em P&D, uma vez que priorizou a realização de financiamentos, subsidiando de 20 a 80% do valor total do projeto. Sobre a Espanha, as

autoras não obtiveram informações relativas às medidas para apoiar investimentos por parte de empresas para desenvolver pesquisa e tecnologia (Matesco E Hasenclever, 1998).

Nos países maduros do segundo grupo analisado, os incentivos fiscais foram mais restritos, e os resultados foram inferiores aos do primeiro grupo, que atingiram melhores resultados em avanços científicos e tecnológicos.

Nesse contexto, ao analisar as taxas de comércio internacional no Brasil no mesmo período, as autoras observaram serem mais baixas.

Além disso, verifica-se que as taxas anuais obtidas pelos países com sistemas intermediários são superiores às taxas dos países com sistemas maduros, principalmente para os anos de 1990 e 1992, indicando uma tentativa destes em reduzir a distância, em termos de recursos destinados às DIBs com P&D. Todavia, esta tendência não foi acompanhada pelo Brasil que, além de apresentar um montante de despesas inferior ao da Espanha - o menor dos países em termos de produto - possui taxas inferiores às dos países com sistemas maduros, contrariando a tendência observada entre os países com sistemas intermediários. (Matesco e Hasenclever 1998, p.7)

Essa constatação permite inferir que o Brasil tem buscado oferecer condições para facilitar o comércio exterior por meio de incentivos fiscais a diversas áreas e, em setratando do desenvolvimento científico, esse incremento tem alavancado a infraestrutura de pesquisa científica no país.

67

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa cientométrica de nível macro (Price, 1963; Tague- Sutcliffe, 1992; Glänzel, 2003), com abordagem quantitativa, cujo objetivo é avaliar o impacto da política de importação do CNPq para a ciência brasileira no período de 2017 a 2022. A Cientometria, segmento da Sociologia da Ciência, é definida como o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica; os resultados obtidos por meio dessa ciência podem ser aplicados para definição/revisão de políticas científicas (Price, 1963; Tague-Sutcliffe, 1992; Glänzel, 2003).

A referida política trata das Licenças de Importação (LIs), que são registros realizados pelo solicitante da importação em sistema próprio

do Governo Federal (SISCOMEX). O importador informa ao Órgão Anuente (aquele responsável pela análise e autorização ou não da LI) todos os dados referentes ao bem que se pretende importar, incluindo preço em dólar americano, peso, quantidade e descrição, de acordo com nomenclaturas internacionais, além da forma de pagamento. Ainda, há informações sobre importador e exportador, local de origem e de destino da carga, dentre outras.

Para atingirmos objetivos propostos, a coleta de dados deu-se por meio de uma ferramenta oferecida pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), denominado *Icomex DW*. O acesso a esse sistema de gerenciamento de informações depende de obtenção de permissão, junto ao Ministério da Economia, concedida a servidores de órgãos anuentes de comércio exterior, de acordo com a Portaria nº 65, de 26 de novembro de 2020 (Brasil, 2020). A utilização dessa ferramenta possibilitou a extração de todas as informações por ano (2017-2022) por meio de um arquivo em formato *xls*. Contudo, o *Icomex DW* não permitiu a extração de dados dos campos abertos, cuja digitação é livre por parte do usuário importador, de modo que a pesquisa se orientou pelos dados obrigatórios constantes das LIs, conforme Figura 1.

68

A escolha do período de análise se deu em virtude de diversos fatores, dentre eles: a) o valor da cota se manter estável em 2017, 2019 e 2020 (em 2018 houve redução); b) a singularidade histórica da pandemia pelo novo Coronavírus no ano de 2020; c) a drástica redução da cota de importação em 2021; e d) distribuição quase integral da cota aos pesquisadores que a demandaram, o que não ocorreu em 2016 [Tabela 1].

Tabela 1: Cota da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) recebida do Ministério da Economia pelo CNPq e distribuída pelo CNPq ao pesquisador (2017 a 2022) credenciado no CNPq.

| Ano | Valor da Cota de Distribuída em US\$ | Valor recebido pelo CNPq em US\$ | Saldo da Cota | Média Mensal | % Distribuído |
|------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 2017 | 273.874.616,20 | 301.000.000,00 | 27.125.383,80 | 22.822.884,68 | 90,99 |
| 2018 | 202.524.303,40 | 203.820.000,00 | 1.295.696,60 | 16.877.025,28 | 99,36 |
| 2019 | 291.277.547,84 | 300.000.000,00 | 8.722.452,16 | 24.273.128,99 | 97,09 |
| 2020 | 299.701.508,27 | 300.000.000,00 | 298.491,73 | 24.975.125,69 | 99,90 |
| 2021 | 193.033.875,54 | 193.290.000,00 | 256.124,46 | 16.086.156,30 | 99,87 |
| 2022 | 304.981.171,34 | 388.550.000,00 | 83.568.828,66 | 25.415.097,61 | 78,49 |

Fonte: das autoras, obtidos por meio de documentos internos fornecidos pelo CNPq.

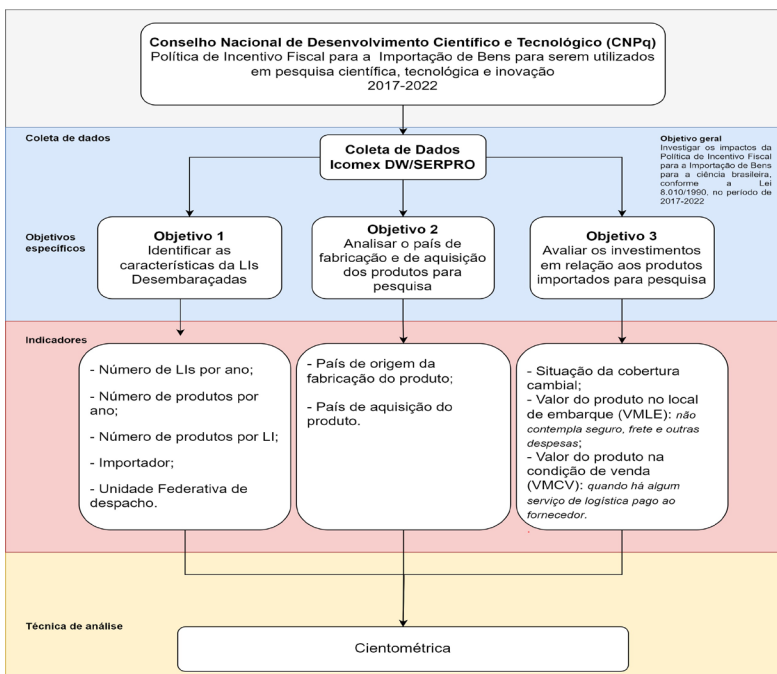


Figura 1: Esquema metodológico: indicadores por objetivos e método de análise sobre a Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), de 2017-2022, do CNPq

A nomenclatura “produto” foi utilizada para a presente pesquisa para designar todos os bens e mercadorias importados (termos técnicos utilizados no sistema SISCOMEX). A coleta de dados relativa aos períodos de 2017 a 2020 foi realizada em 15 de agosto de 2022, ao passo que a referente a 2021 ocorreu em 19 de novembro de 2022 e, os referentes a 2022, os dados foram coletados em 30 de janeiro de 2023.

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

A seguir, na Tabela 2, apresentam-se os tipos de Lis que foram identificadas nos dados extraídos no Icomex DW.

Tabela 2: Situação das Licenças Importação (LIs) e Produtos vinculados (2017-2022) da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnológica e Inovação (CT&I), do CNPq.

| Situação das Licenças Importação (LI) e Produtos vinculados | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | 2022 | | Total Geral | |
|---|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos | Nº de Lis | Nº de Produtos |
| Desembaraçadas | 10.881 | 21.668 | 11.557 | 24.163 | 13.650 | 30.073 | 10.525 | 22.028 | 8.007 | 17.394 | 10.630 | 21.637 | 65.250 | 136.963 |
| Canceladas | 8.436 | 17.315 | 7.398 | 16.018 | 9.189 | 19.420 | 5.670 | 11.461 | 5.386 | 12.502 | 6.342 | 13.365 | 42.421 | 90.081 |
| Indiferidas | 1.514 | 3.002 | 1.173 | 2.290 | 385 | 661 | 882 | 1.835 | 1.735 | 3.772 | 681 | 1.290 | 6.370 | 12.850 |
| Vencidas | 3.198 | 6.305 | 2.047 | 4.219 | 2.454 | 6.652 | 2.752 | 5.815 | 2.042 | 4.149 | 2.103 | 3.850 | 14.596 | 30.990 |
| Utilizadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 7 | 7 | 10 | 10 |
| Deferidas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.668 | 5.074 | 2.668 | 5.074 | 5.074 |
| Em Exigência | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 | 132 | 69 | 132 | 132 |
| Embarque Autorizado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 62 | 19 | 62 | 62 |
| Para Análise de Outros Órgãos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 30 | 25 | 30 | 30 |
| TOTAL | 24.029 | 48.290 | 22.175 | 46.690 | 25.678 | 56.806 | 19.831 | 41.142 | 17.170 | 37.817 | 22.542 | 45.447 | 131.425 | 276.192 |

A vigência de uma LI, após ser deferida, é de 90 dias para embarcar a mercadoria e mais 90, para concretizar a importação por meio de seu desembaraço. Com isso, o primeiro período de vigência de uma LI pode ser de até 180 dias. Há a possibilidade de prorrogação por igual período desde que a solicitação ocorra até o último dia da vigência; e excepcionalmente, uma segunda prorrogação por igual período. Com isso, a vida útil de uma licença pode ser de até 540 dias.

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

Para melhor compreensão da definição de cada LI, a seguir são descritas cada uma delas.

a) Cancelada - quando o importador, por qualquer razão, realiza o cancelamento da LI. Pode ser feito antes ou depois da análise do órgão anuente e somente o importador poderá realizar essa ação no SISCOMEX.

b) Vencida - quando o importador não realiza a importação, e a LI perde seu prazo de vigência.

c) Indeferida - quando, após análise por parte do órgão anuente, a licença não recebe autorização para a continuidade da importação do bem;

d) Deferida - quando a importação está autorizada para ter sua efetiva importação;

e) Utilizada - quando a LI se encontra em situação de “Embarque autorizado”, “Exigência”, “Deferida vinculada a DI”, “Deferida judicialmente”, “Deferida judicialmente vinculada a DI”, “Deferida reservada”, “Deferida reservada vinculada a DI”. Ou seja, é uma LI que foi usada para realizar uma importação, porém ainda não ocorreu o desembaraço dos bens;

f) Desembaraçada - quando a LI se vincula a um Despacho de Importação (DI), e a mercadoria é retirada da alfândega, com a devida documentação e entra legalmente no território nacional, com toda a documentação exigida pela Receita Federal. Nesse caso, a importação chegou a termo;

g) Em exigência - quando a LI necessita da anuência de um segundo órgão, e este solicita algum documento ou informação complementar para realizar o tratamento final da licença;

h) Embarque autorizado - quando a LI se encontra deferida e está em procedimentos logísticos para trazer a carga ao país;

i) Para análise - quando a LI se encontra pendente de análise. Pode ocorrer quando se trata de mercadorias cuja classificação exige que mais de um órgão faça a anuência.

Considerando que uma importação somente se efetiva após o desembaraço, o foco de análise da presente pesquisa deu-se

a partir dos dados das LIs Desembaraçadas. Desse modo, o n de pesquisa consiste em 65.250 LIs e 136.963 produtos, distribuídos entre os anos de 2017 e 2022.

Os indicadores analisados nas LIs Desembaraçadas estão descritos na Figura 1, conforme os objetivos a serem alcançados.

Para analisar os resultados, foram utilizados os *softwares Excel* e *GraphPad Prism*, versão 8, Sirgas 2000.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados em três seções: 1) Características das Licenças de Importação (LIs) Desembaraçadas; 2) País de origem de fabricação e país de origem de aquisição dos produtos; e 3) Investimentos em relação aos bens importados para pesquisa.

4.1. CARACTERÍSTICAS DAS LICENÇAS DE IMPORTAÇÃO (LIS) DESEMBARAÇADAS

Ao analisar os dados referente à Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), de 2017-2022, constatou-se que o CNPq obteve um total de 65.250 LIs Desembaraçadas, as quais continham um total de 136.963 produtos adquiridos [Figura 2]. Conforme se pode observar, 2019 foi o ano com maior número de LIs (13.650) e, conseqüentemente, foi o ano em que as instituições de pesquisa brasileiras adquiriram maior número de produtos (30.073).

Nesse sentido, observou-se que, no período de 2017 a 2019, antes da pandemia, o número de LIs e de produtos foi maior (36.088 LIs e 75.904 produtos) quando comparada com o período 2020-2022, durante a pandemia (29.162 e 61.059). O decréscimo do número de LIs e de produtos entre os períodos analisados foi de -19,2 e - 19,6, respectivamente.

Interessante destacar que o crescimento observado nos anos de 2017 a 2019 foi acompanhado pelo aumento dos limites da cota de importação do CNPq, conforme será discutido na seção 4.3.

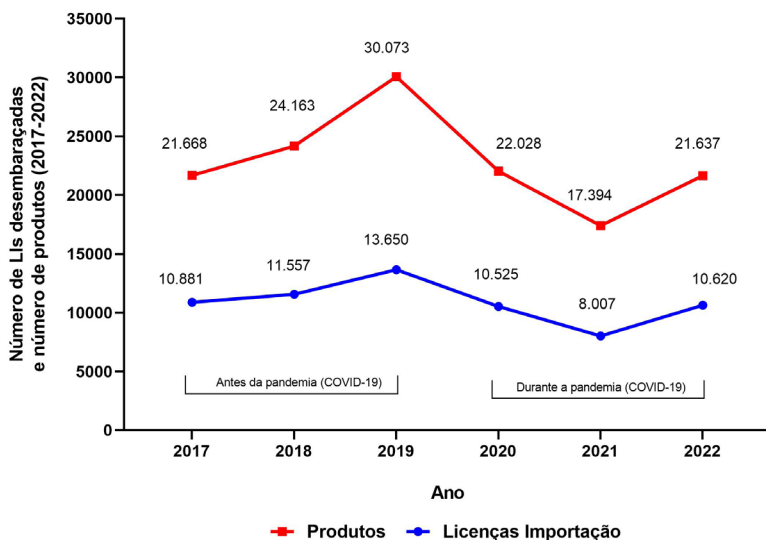


Figura 2. Número de Licenças de Importação (LIs) e número de Produtos vinculados por LIs desembaraçadas, da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq, de 2017-2022.

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

72

Considerando que uma LI pode ter um ou mais produtos vinculados, analisou-se o número de produtos por LI. Constatou-se que, nos seis anos analisados, a maioria das LIs (44.961, representando 68,9% do total) foi composta por apenas um produto, ou seja, a solicitação de compra de um único produto. Contudo, há LIs com até 80 produtos vinculados em uma única compra. No geral, a média foi 2,1 produtos por cada Licença de Importação.

A seguir, foram analisados os importadores, ou seja, os beneficiados pela política de importação. Constatou-se que o número total de ICTs e pesquisadores beneficiados foi de 409, sendo 275 ICTs e 134 pessoas físicas.

A Tabela 3 apresenta o ranking de importadores, mensurados pelo maior número de LIs solicitadas e desembaraçadas no período. A maior concentração de LIs encontra-se em Instituições localizadas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Minas Gerais e Santa Catarina. Conforme é possível observar, dentre os top 20 (> 1%), não foram identificadas pessoas físicas, somente ICTs.

Tabela 3: Ranking de Importadores com maior número de Licenças de Importação (LIs) Desembarçadas da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) do CNPq, de 2017-2022.

| ID | Nome do Importador | Sigla | UF | Distribuição anual de LIs | | | | | Total Geral | % | |
|--------|--|-----------|----|---------------------------|--------|--------|--------|-------|-------------|--------|-------|
| | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | | | 2022 |
| 1 | Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais | CNPqM | SP | 1.636 | 1.340 | 1.159 | 1.142 | 1.094 | 1.051 | 7.431 | 11,4 |
| 2 | Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa | FUNDEP | MG | 1.187 | 1.322 | 1.203 | 1.309 | 773 | 1.177 | 6.971 | 10,7 |
| 3 | Fundação Butantan | FB | SP | 628 | 761 | 1.048 | 934 | 977 | 1.355 | 5.701 | 8,7 |
| 4 | Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos | COPPETEC | RJ | 312 | 291 | 427 | 379 | 200 | 430 | 2.259 | 3,5 |
| 5 | Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina | FEEC | SC | 262 | 408 | 84 | 232 | 120 | 300 | 2.206 | 3,4 |
| 6 | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo | FAPESP | SP | 84 | 461 | 717 | 293 | 296 | 309 | 2.220 | 3,4 |
| 7 | Faculdade Católica | FUC | RJ | 277 | 266 | 387 | 354 | 333 | 288 | 1.905 | 2,9 |
| 8 | Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico | FOTEC | RJ | 161 | 240 | 232 | 296 | 504 | 449 | 1.882 | 2,9 |
| 9 | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico | CNPq | DF | 454 | 389 | 255 | 215 | 163 | 227 | 1.643 | 2,5 |
| 10 | Universidade de São Paulo | USP | SP | 251 | 270 | 227 | 249 | 149 | 149 | 1.297 | 2,0 |
| 11 | Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas | CBPF | RJ | 157 | 153 | 429 | 185 | 158 | 187 | 1.269 | 1,9 |
| 12 | Instituição de Física, Tecnologia e Inovação | INCTI | SP | 215 | 227 | 258 | 164 | 65 | 70 | 989 | 1,5 |
| 13 | Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações | CPQD | SP | 140 | 195 | 264 | 215 | 14 | 104 | 934 | 1,4 |
| 14 | Fundação Educacional Científica e Desenvolvimento | FECDC | RJ | 37 | 84 | 95 | 142 | 234 | 315 | 907 | 1,4 |
| 15 | Fundação de Apoio a Universidade de São Paulo | FAPUSP | SP | 185 | 150 | 175 | 98 | 89 | 173 | 870 | 1,3 |
| 16 | Fundação Universidade José Bonifácio | FUB | RJ | 91 | 250 | 118 | 151 | 77 | 66 | 764 | 1,2 |
| 17 | Associação das Pioneiras Sociais | APS | DF | 180 | 180 | 159 | 93 | 43 | 69 | 724 | 1,1 |
| 18 | Fundação de Desenvolvimento da Unicamp | FUNDECAMP | SP | 85 | 89 | 192 | 108 | 104 | 145 | 723 | 1,1 |
| 19 | Fundação Faculdade de Medicina | FIM | SP | 138 | 120 | 84 | 61 | 137 | 109 | 689 | 1,0 |
| 20 | Fundação Arthur Bernardes | FUNABRE | MG | 72 | 154 | 166 | 93 | 112 | 108 | 645 | 1,0 |
| 21-408 | Outros (Instituições e Pessoas Físicas) | - | - | 4.323 | 4.138 | 5.112 | 3.313 | 3.375 | 3.409 | 23.220 | 35,6 |
| | Total geral | - | - | 10.881 | 11.557 | 13.650 | 10.525 | 8.007 | 10.630 | 65.250 | 100,0 |

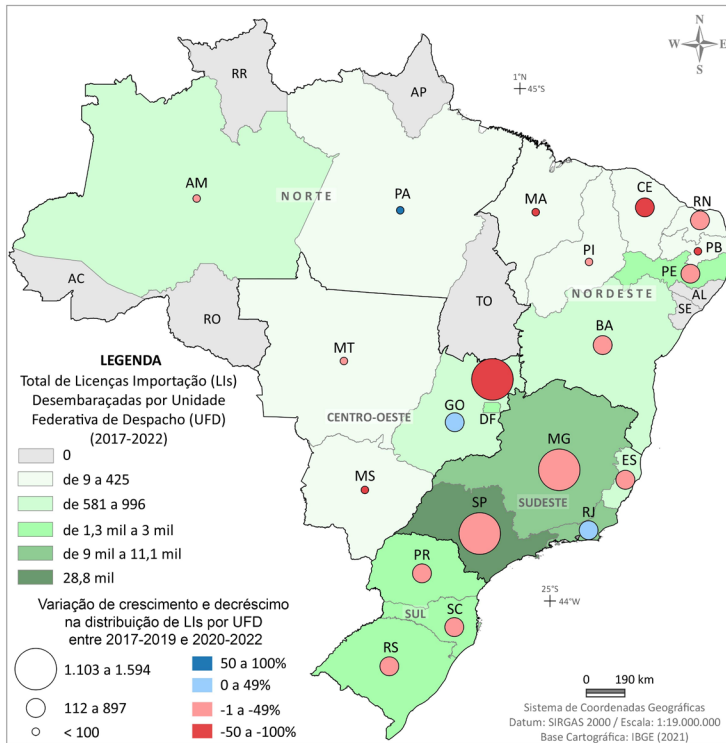
Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

A Figura 3 apresenta a distribuição de LIs por Unidade Federativa de despacho, ou seja, local onde os produtos desembarcaram para seguir o devido trajeto até a instituição de destino. No total, de 2017-2022, foram 20 estados contemplados, sendo que a maior concentração do número de LIs com seus respectivos produtos foi desembarçada nos seguintes estados: São Paulo (SP), com 28.867 LIs; Rio de Janeiro (RJ), com 11.138; e Minas Gerais (MG), com 9.099.

Quando se compara o período antes da pandemia (2017-2019) com o período durante a pandemia (2020-2022), verifica-se que o cenário não se alterou, prevalecendo a concentração das mesmas Unidades de Despacho. Contudo, ocorreram algumas variações tanto em termos de crescimento quanto de decréscimo do número de LIs por estado (Figura 3 e Tabela 1).

Figura 3: Distribuição regional das Unidades Federativas brasileiras de despacho dos produtos vinculados às Licenças de Importação (LIs) nos períodos Antes da Pandemia (2017-2019) e Durante a Pandemia (2020-2022), da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq.

A escala de cores que marca os estados (do verde-escuro ao cinza claro) denota onde mais produtos importados foram desembarcados, ou seja, despachados. Os círculos grande, médio e pequeno informam o número de Lis desembarçadas. O percentual de crescimento e decréscimo do número de licenças em cada estado é demonstrado pelos círculos e pelas escalas de cores azul e rosa que correspondem ao período antes e durante a pandemia respectivamente (há gradação desses tons de acordo com a faixa de crescimento e queda).



Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

Tanto antes (2017-2019) quanto durante a pandemia (2020-2022), mais cargas foram desembarcadas nos estados de São Paulo (SP), seguido do Rio de Janeiro (RJ), de Minas Gerais (MG) e do Distrito Federal (DF). É possível destacar também uma expressiva participação dos estados da região Sul e um do Norte, como Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina, (SC) Paraná (PR) e Pernambuco (PE). Notadamente, os estados das regiões Sudeste e Sul foram os mais beneficiados com a política de importação, perfazendo um total de 76,1% e 11,2%, respectivamente.

Quando comparados os períodos antes (2017-2019) e durante a pandemia (2020-2022), foi constatado que em quase todos os estados houve decréscimos de suas importações, sendo as regiões Sudeste e Sul de modo mais acentuado e, nas outras regiões, se deu de modo menos acentuado, o que se percebe nos estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia, Piauí (Nordeste), Mato Grosso (Centro-Oeste) e Amazonas (Norte).

Interessante destacar que os estados do Pará, Goiás e Rio de Janeiro tiveram crescimento em termos de percentual de importações no período pandêmico (2020- 2022) em comparação com o período anterior (2017-2019), 85,1%, 25,3% e 5,6%, respectivamente. Interessante destacar que Pará (288) e Goiás (996) tiveram uma pequena parcela de participação no número total de LIs desembaraçadas. Contudo, durante a pandemia, os referidos estados apresentaram crescimento no número de LIS, impactando diretamente em produtos adquiridos no exterior. O Rio de Janeiro, com parcela muito considerável da cota de importação em anos de 2017-2019 (5.416 LIs), cresceu em 5,6% sua participação no período de 2020 a 2022 (5.722).

Esses resultados trazem questionamentos principalmente no que diz respeito à concentração elevada de aquisições em alguns Estados e à baixa e/ou ausência em outros, como: as pesquisas em saúde receberam maior investimento na ocasião? A presença de ICTs consolidadas nessa área contribuiu para o aumento do número de projetos de pesquisas contemplados com investimentos? Os investimentos públicos e privados privilegiaram instituições de renome ao investir subsídios para a pesquisa? Esses e outros questionamentos favorecem algumas inferências, tais como: os estados historicamente privilegiados quanto ao desenvolvimento científico receberam maiores investimentos visto terem maior número de instituições e melhor estrutura de pesquisa. Tal fenômeno coopera para um ciclo de desenvolvimento concentrado nos mesmos estados. Nesse contexto, para que haja maior capilaridade do desenvolvimento científico para outros estados, é sumamente importante a atuação de políticas públicas visando ampliar a participação de outras regiões do país, contribuindo para a redução de assimetrias regionais.

Nessa perspectiva, além da assimetria observada entre os estados brasileiros em relação à distribuição de LIs, constatou-se que sete deles não foram beneficiados com a Política de Incentivo Fiscal para Importação do CNPq, são eles: Acre (AC), Amapá

(AP), Rondônia (RO), Roraima (RR) e Tocantins (TO), pertencentes à região Norte; e Alagoas (AL) e Sergipe (SE), pertencentes à região Nordeste.

Outro elemento que pode ser um dos entraves para a internalização da importação para pesquisa nas regiões menos beneficiadas é a extensa legislação tributária, sendo necessário conhecimento muito específico quanto aos trâmites e documentos necessários para concretizar o ato com sucesso, uma vez que a aquisição de um produto no exterior não é uma operação trivial.

Tabela 4: Unidades Federativas brasileiras de despacho das Licenças de Importação (LIs) desembaraçadas da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) do CNPq, de 2017-2022.

| Regiões | Unidade Federativa de Despacho (UFD) | Sigla UFD | Número de Lis Desembaraçadas por ano | | | | | | | | | | | Total Geral (2017-2022) | % | Variação de crescimento e decréscimo entre 2017-2019 e 2020-2022 |
|--------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|--------------------------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|--|
| | | | Antes da Pandemia (2017-2019) | | | | | Durante a Pandemia (2020-2022) | | | | | | | | |
| | | | 2017 | 2018 | 2019 | Total (2017-2019) | % | 2020 | 2021 | 2022 | Total (2020-2022) | % | | | | |
| Sudeste | São Paulo | SP | 4.513 | 4.842 | 5.630 | 14.985 | 41,5 | 4.677 | 4.163 | 5.042 | 13.882 | 47,6 | 28.867 | 44,2 | -7,4 | |
| Sudeste | Rio de Janeiro | RJ | 1.357 | 1.546 | 2.513 | 5.416 | 15,0 | 1.924 | 1.647 | 2.151 | 5.722 | 19,0 | 11.138 | 17,1 | 5,6 | |
| Sudeste | Minas Gerais | MG | 1.729 | 1.914 | 1.666 | 5.309 | 14,7 | 1.567 | 887 | 1.336 | 3.790 | 13,0 | 9.099 | 13,9 | -28,6 | |
| Centro-Oeste | Distrito Federal | DF | 859 | 881 | 582 | 2.322 | 6,4 | 352 | 153 | 223 | 728 | 2,5 | 3.050 | 4,7 | -68,6 | |
| Sul | Santa Catarina | SC | 369 | 554 | 896 | 1.819 | 5,0 | 342 | 181 | 399 | 922 | 3,2 | 2.741 | 4,2 | -49,3 | |
| Sul | Rio Grande do Sul | RS | 454 | 437 | 493 | 1.384 | 3,8 | 366 | 156 | 371 | 893 | 3,1 | 2.277 | 3,5 | -35,5 | |
| Sul | Paraná | PR | 467 | 326 | 693 | 1.486 | 4,1 | 271 | 288 | 231 | 790 | 2,7 | 2.276 | 3,5 | -46,8 | |
| Nordeste | Pernambuco | PE | 290 | 327 | 181 | 798 | 2,2 | 148 | 139 | 286 | 573 | 2,0 | 1.371 | 2,1 | -28,2 | |
| Centro-Oeste | Goiás | GO | 336 | 87 | 219 | 442 | 1,2 | 246 | 127 | 181 | 554 | 1,9 | 996 | 1,5 | 25,3 | |
| Nordeste | Bahia | BA | 159 | 124 | 222 | 505 | 1,4 | 120 | 46 | 109 | 275 | 0,9 | 780 | 1,1 | -45,5 | |
| Sudeste | Espirito Santo | ES | 79 | 120 | 183 | 382 | 1,1 | 73 | 45 | 81 | 199 | 0,7 | 581 | 0,9 | -47,9 | |
| Norte | Amazonas | AM | 118 | 142 | 65 | 325 | 0,9 | 163 | 26 | 51 | 240 | 0,8 | 565 | 0,9 | -26,2 | |
| Nordeste | Ceará | CE | 121 | 85 | 101 | 307 | 0,9 | 38 | 30 | 50 | 118 | 0,4 | 425 | 0,7 | -61,6 | |
| Nordeste | Rio Grande do Norte | RN | 88 | 103 | 70 | 261 | 0,7 | 59 | 32 | 52 | 143 | 0,5 | 404 | 0,6 | -45,2 | |
| Norte | Pará | PA | 42 | 24 | 35 | 101 | 0,3 | 125 | 46 | 16 | 187 | 0,6 | 288 | 0,4 | 85,1 | |
| Centro-Oeste | Mato Grosso | MT | 37 | 7 | 75 | 119 | 0,3 | 45 | 15 | 29 | 89 | 0,3 | 208 | 0,3 | -25,2 | |
| Nordeste | Piauí | PI | 17 | 18 | 18 | 53 | 0,1 | 3 | 13 | 12 | 28 | 0,1 | 81 | 0,1 | -47,2 | |
| Nordeste | Maranhão | MA | 28 | 19 | 3 | 50 | 0,1 | 1 | 13 | 10 | 24 | 0,1 | 74 | 0,1 | -52,0 | |
| Centro-Oeste | Mato Grosso do Sul | MS | 9 | 1 | 5 | 15 | 0,0 | 5 | - | - | 5 | 0,0 | 20 | 0,0 | -66,7 | |
| Nordeste | Paraíba | PB | 9 | - | - | 9 | 0,0 | - | - | - | - | - | 9 | 0,0 | -100,0 | |
| Total | Total | | 10.881 | 11.557 | 13.650 | 36.088 | 100,0 | 10.525 | 8.007 | 10.630 | 29.162 | 100,0 | 65.250 | 100,0 | -19,2 | |

Unidade de despacho significa a Unidade Federativa em que ocorreu o desembaraço da carga, ou seja, o local em que o bem foi retirado da alfândega. Importante salientar que o local de despacho pode ser diferente do da Unidade Federativa da Instituição Importadora. Das 27 Unidades Federativas do Brasil (sendo 26 estados e o Distrito Federal), sete não foram beneficiadas com a política, tais como: Acre (AC), Alagoas (AL), Amapá (AP), Rondônia (RO), Roraima (RR), Sergipe (SE) e Tocantins (TO).

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

A Tabela 4 mostra a variação comparativa do número de licenças de importação distribuídas de acordo com o estado em que os produtos desembarcaram.

Antes da pandemia de COVID-19, os três primeiros estados, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais somavam 25.710 licenças, do total de 36.088, representando 71,2% de licenças entre 2017 a 2019. Durante a pandemia, esses estados registraram 23.394, do total de 29.162 LIs, representando

80,2%. Desse modo, a concentração de licenças na região Sudeste foi mais expressiva durante a pandemia, com reflexos na cota de importação e, possivelmente, de investimentos recebidos no período, mesmo havendo redução do número de licenças, conforme demonstrado (Tabela 4).

Antes da pandemia (2017-2019), os demais estados (DF, SC, RS, PR, PE, GO, BA, ES, AM, CE, RN, PA, MT, PI, MA, MS e PB) registraram 10.378 Lis, representando 28,8% do total. Já durante o período da pandemia (2020-2022), estes mesmos estados tiveram um decréscimo bastante expressivo (5.768 Lis, representando 19,8%).

O estado do Mato Grosso e da Paraíba chamam a atenção por terem tímidas importações para pesquisa, o primeiro realizou 15 importações entre 2017 e 2019 reduzindo para 5, entre 2020 e 2022. A Paraíba, por sua vez, realizou somente 9 importações em 2017, sem outras importações nos anos subsequentes.

Nesses termos, no que se refere à variação comparativa do número total de Lis no período antes e durante a pandemia, nos três estados com crescimento do número de Lis, Rio de Janeiro obteve 5,6%; Goiás, 25,3%; e Pará, 85,1%. Os demais estados listados tiveram decréscimo, sendo que os mais acentuados foram Paraíba, tendo -100% de decréscimo; Distrito Federal, -68,6%; Mato Grosso do Sul, -66,7%; Ceará, -61,6%; Maranhão, -52,0%; Santa Catarina, -49,3%; Espírito Santo, -47,9%; Piauí, -47,2%; Paraná, -46,8%; Bahia, -45,5%; e Rio Grande do Norte, -45,2%.

Assim, seja antes ou durante a pandemia, sob o ponto de vista da importação, os estados de SP, RJ e MG permaneceram no ranking de maiores beneficiados com política pública analisada nesta pesquisa. Além disso, no somatório de ambos os períodos, os estados que demonstraram menor impacto quanto às importações foram os do Sudeste e Sul, visto que, ainda com redução quantitativa de Lis, são os que concentram maiores percentuais de importações em relação aos outros estados.

4.2. PAÍS DE ORIGEM DE FABRICAÇÃO E PAÍS DE ORIGEM DE AQUISIÇÃO DOS PRODUTOS

Em todo o período analisado na presente pesquisa, foram importados 136.963 produtos com o incentivo fiscal da Lei 8.010/1990, sendo 75.904 antes da pandemia e 61.059 durante e total de 96 países.

Sobre a origem da fabricação, os Estados Unidos da América (EUA) produziram 36.057 unidades de produtos no período antes da pandemia, e 28.012, durante a pandemia, representando um total de 46,8%, assumindo a liderança incontestável como exportador de tecnologia para ciência, conforme ilustra a Tabela 5.

Tabela 5: País de origem da fabricação dos produtos comprados via Licenças de Importação (LIs) nos períodos antes da pandemia (2017-2019) e durante a pandemia (2020-2022), da Política de Incentivo Fiscal para a Importação para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq.

| ID | País de origem da fabricação do produto | Distribuição anual de Produtos | | | | | | | | | |
|-------|---|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| | | Antes Pandemia | | | Total | Durante Pandemia | | | Total | Total Geral | % |
| | | 2017 | 2018 | 2019 | (2017-2019) | 2020 | 2021 | 2022 | (2020-2022) | (2017-2022) | |
| 1 | Estados Unidos | 9.722 | 12.264 | 14.071 | 36.057 | 9.360 | 8.468 | 10.184 | 28.012 | 64.069 | 46,8 |
| 2 | Alemanha | 2.203 | 2.500 | 3.038 | 7.741 | 2.603 | 1.679 | 2.388 | 6.670 | 14.411 | 10,5 |
| 3 | China | 2.100 | 1.909 | 2.960 | 6.969 | 3.188 | 1.771 | 2.103 | 7.062 | 14.031 | 10,2 |
| 4 | Reino Unido | 929 | 810 | 1.019 | 2.758 | 730 | 836 | 997 | 2.563 | 5.321 | 3,9 |
| 5 | Japão | 941 | 803 | 1.297 | 3.041 | 759 | 498 | 740 | 1.997 | 5.038 | 3,7 |
| 6 | Taiwan | 414 | 437 | 688 | 1.539 | 550 | 305 | 435 | 1.290 | 2.829 | 2,1 |
| 7 | Suíça | 433 | 689 | 456 | 1.578 | 461 | 343 | 429 | 1.233 | 2.811 | 2,1 |
| 8 | França | 379 | 444 | 533 | 1.356 | 225 | 246 | 371 | 842 | 2.198 | 1,6 |
| 9 | Itália | 336 | 235 | 383 | 954 | 335 | 427 | 443 | 1.205 | 2.159 | 1,6 |
| 10 | Canadá | 339 | 297 | 589 | 1.225 | 288 | 243 | 271 | 802 | 2.027 | 1,5 |
| 11 | Suécia | 337 | 198 | 448 | 983 | 339 | 389 | 307 | 1.035 | 2.018 | 1,5 |
| 12 | Dinamarca | 509 | 425 | 411 | 1.345 | 310 | 116 | 209 | 635 | 1.980 | 1,4 |
| 13 | Países Baixos (Holanda) | 335 | 366 | 366 | 1.067 | 254 | 255 | 353 | 862 | 1.929 | 1,4 |
| 14 | Malásia | 309 | 311 | 376 | 996 | 254 | 167 | 170 | 591 | 1.587 | 1,2 |
| 15 | México | 265 | 188 | 289 | 742 | 328 | 235 | 164 | 727 | 1.469 | 1,1 |
| 16-96 | Outros países | 2.117 | 2.287 | 3.149 | 7.553 | 2.044 | 1.416 | 2.073 | 5.533 | 13.086 | 9,6 |
| | Total | 21.668 | 24.163 | 30.073 | 75.904 | 22.028 | 17.394 | 21.637 | 61.059 | 136.963 | 100,0 |

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

A Alemanha ocupou o 2º lugar, produzindo 7.741 unidades no período antes da pandemia, e 6.670, durante a pandemia, representando 10,5% do total geral. A China foi o 3º maior fabricante, com 6.969 unidades no período antes da pandemia, com pequeno aumento para 7.062 produtos durante a pandemia, representando 10,2% do total. O Reino Unido e o Japão também estão entre os países com maior número de produtos fabricados, alcançando 3,9% e 3,7% do total. Dos 96 países identificados, 81 deles tiveram <1% de produtos fabricados.

Os resultados corroboram o estudo do Matesco e Hasenclever (1998), ao apresentar os países com sistemas maduros de inovação atuando mais intensamente na fabricação de bens tecnológicos.

Nesta pesquisa, EUA, Alemanha e Japão somaram 61% da fabricação de todos os produtos importados pelo Brasil, ao passo que Canadá e Espanha, cujos desempenhos tecnológicos são inferiores em relação ao primeiro grupo, alcançaram 2,1%. A Itália não constou dentre os países fabricantes neste estudo.

Nesse contexto, vale um destaque para o Brasil, que figurou no rol de países fabricantes de produtos que, posteriormente, retornaram ao país por meio de importação, produzindo 18 e 15 unidades, antes e durante a pandemia, respectivamente, com total de 33 produtos, contudo, sem representatividade percentual.

Tangenciando o tema, restou comprovado que o custo da logística de fabricação do bem no Brasil, o envio para outro país e novo deslocamento do bem, por meio de sua importação, somando-se à burocracia, ao tempo e ao custo resultam em um custo muito alto para a ciência e a economia do país.

Ainda, na América Latina, o Uruguai ocupa lugar de destaque, visto ser um dos menores países e encontra-se dentre os fabricantes de bens, produzindo 22 e 6 unidades, no pré e durante a pandemia, respectivamente, totalizando 28 produtos, porém, não alcançando percentual representativo.

Na Tabela 6, são apresentados os países fornecedores dos produtos, ou seja, os países que venderam o bem, distinguindo-se da Tabela 6 que trouxe o país de fabricação.

Tabela 6: País de origem de aquisição dos produtos comprados via Licenças de Importação (LIs) nos períodos antes da pandemia (2017-2019) e durante a pandemia (2020-2022), da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq.

| ID | País de origem da aquisição do produto | Distribuição anual de Produtos | | | | | | | | | |
|-------|--|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--------------|
| | | Antes Pandemia | | | Total | Durante Pandemia | | | Total | Total Geral | % |
| | | 2017 | 2018 | 2019 | (2017-2019) | 2020 | 2021 | 2022 | (2020-2022) | (2017-2022) | |
| 1 | Estados Unidos | 14.089 | 16.823 | 20.794 | 51.706 | 16.740 | 12.047 | 14.336 | 41.123 | 92.829 | 67,8 |
| 2 | Alemanha | 1.975 | 2.370 | 2.914 | 7.259 | 2.455 | 1.427 | 2075 | 5.957 | 13.216 | 9,6 |
| 3 | Reino Unido | 676 | 507 | 705 | 1.888 | 494 | 464 | 644 | 1.602 | 3.490 | 2,5 |
| 4 | Suíça | 452 | 756 | 495 | 1.703 | 426 | 374 | 464 | 1.264 | 2.967 | 2,2 |
| 5 | China | 238 | 242 | 420 | 900 | 830 | 334 | 618 | 1.782 | 2.682 | 2,0 |
| 6 | Países Baixos (Holanda) | 617 | 401 | 347 | 1.365 | 226 | 249 | 387 | 862 | 2.227 | 1,6 |
| 7 | Hong Kong | 468 | 114 | 427 | 1.009 | 552 | 393 | 224 | 1.169 | 2.178 | 1,6 |
| 8 | Uruguai | 440 | 403 | 453 | 1.296 | 208 | 138 | 421 | 767 | 2.063 | 1,5 |
| 9 | Dinamarca | 473 | 437 | 385 | 1.295 | 384 | 104 | 187 | 675 | 1.970 | 1,4 |
| 10 | França | 262 | 335 | 589 | 1.186 | 129 | 243 | 273 | 645 | 1.831 | 1,3 |
| 11 | Itália | 259 | 149 | 290 | 698 | 289 | 294 | 309 | 892 | 1.590 | 1,2 |
| 12-75 | Outros países | 1.719 | 1.626 | 2.244 | 5.589 | 1.295 | 1.327 | 1.699 | 4.321 | 9.910 | 7,2 |
| | Total | 21.668 | 24.163 | 30.073 | 75.904 | 22.028 | 17.394 | 21637 | 61.059 | 136.963 | 100,0 |

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

Com o total de 75 países, o maior número de vendas ao Brasil foi realizado pelos EUA, sendo 51.706 unidades antes da pandemia e 41.123 durante a pandemia, somando 92.829 produtos, ou seja, 67,8% de tudo que o país adquiriu entre 2017 e 2022.

A Alemanha permaneceu em segundo lugar, porém com um número bem inferior quando comparado com ao dos EUA, com 7.259 unidades de produtos antes da pandemia e, 5.957 durante a pandemia, somando 13.216 produtos, representado 9,6% do total.

Países como o Reino Unido, a Suíça e a China comercializaram ao Brasil percentuais semelhantes em termos de produtos: 2,5, 2,2 e 2,0, respectivamente. Outros países tiveram participação menor que 2%, destacando, na América Latina, o Uruguai figurando como um fabricante relevante na América Latina com 1,5% superando países como Itália, 1,2% e Espanha, 0,6%, conforme mencionados no estudo de Matesco e Hasenclever (1998).

80

Ao comparar os resultados de origem de fabricação e de origem de aquisição, identificou-se que os EUA forneceram (origem da aquisição do produto) cerca de 44,8% mais do que fabricaram em todo o período estudado, indicando uma terceirização internacional da produção.

A Alemanha, contudo, inverteu a posição entre fabricar mais produtos do que fornecer, ou seja, produz mais do que exporta diretamente para o Brasil.

Observando os resultados encontrados, os países cujo desenvolvimento do capitalismo é mais avançado tiveram maior capacidade de agregar fornecedores estrangeiros para obter produtos que não tiveram fabricação em seu território e, ao mesmo tempo, serem os vendedores/fornecedores. Isso ficou nítido ao observar os países produtores (fabricantes) [Tabela 5] e países que negociaram e venderam os produtos (aquisição) para o Brasil no período do estudo [Tabela 6].

O custo parcial desse comércio para pesquisa será discutido na seção a seguir.

4.3. INVESTIMENTOS EM RELAÇÃO AOS BENS IMPORTADOS PARA PESQUISA

O investimento para realizar uma importação vai muito além do valor do produto, pois depende de uma série de características para se ter o valor final de uma importação. Assim, o peso, o tamanho, o país de origem, a necessidade de refrigeração, o tipo de produtos (se perecíveis, animais, insumos e outros), todos esses fatores influenciam o preço final da importação. Somando-se a isso, o preço do frete constitui-se em um dos principais custos, seguido dos serviços para trazer a carga e desembará-la, custos de armazenagem em ambiente alfandegado no aeroporto, seguro e serviços de despachante aduaneiro.

Ao analisar a cota de importação disponível, identificou-se que a cota de 2017 foi de USD 310 milhões de dólares; em 2018, foi de quase USD 204 milhões de dólares; e em 2019, USD 300 milhões. O ano de 2018 foi atípico, com redução da cota de importação. Em 2019, pode-se inferir que houve mais investimento em capital para aquisição de produtos para pesquisa, visto que a cota, por si só, não parece ser suficiente para o crescimento das aquisições no mercado exterior.

Em 2020, observou-se uma queda de -26,8% do número de produtos importados em comparação com o ano de 2019, e isso pode estar relacionado as dificuldades de logísticas para a importação durante a pandemia, dentre outros fatores.

Ao se comparar a cota de importação em 2020, o valor implementado foi de US\$ 300 milhões de dólares americanos, o mesmo de 2019. Entretanto, as condições para o comércio exterior estavam desfavoráveis em função dos *lockdowns*, redução de oferta de bens, mudança do tipo de produtos demandados pelo mercado (bens de consumo para enfrentar a pandemia e para estudos na área de saúde, equipamentos de proteção individual etc), dentre outros.

Sobre a cota de importação referente ao ano de 2021, a crise se aprofundou, pois foram disponibilizados, em janeiro/2021, somente US\$ 93 milhões de dólares americanos, com suplementação de mais US\$ 100 milhões de dólares americanos em setembro do mesmo ano. Com isso, de maio a setembro de 2021, as importações ficaram paralisadas, marcando forte queda na aquisição de bens para pesquisa.

Tabela 7: Valores da Cota do CNPq, da Entregue/Concedido, do produto no local de embarque (VMLE) e do produto na condição de venda (VMCV), referentes à Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq do período de 2017-2022.

| Ano | Valor (US\$) da Cota do CNPq ¹ | Valor (US\$) Entregue/Concedido ² | Valor (US\$) do produto/mercadoria no local de embarque (VMLE) | Valor (US\$) do produto/mercadoria na condição de venda (VMCV) |
|--------------|---|--|--|--|
| 2017 | 301.000.000,00 | 273.874.616,20 | 193.746.797,29 | 181.570.146,17 |
| 2018 | 203.820.000,00 | 202.524.303,40 | 187.334.124,69 | 188.604.105,29 |
| 2019 | 300.000.000,00 | 291.277.547,84 | 232.606.633,54 | 219.643.601,13 |
| 2020 | 300.000.000,00 | 299.701.508,27 | 271.992.977,91 | 272.472.363,49 |
| 2021 | 193.290.000,00 | 193.033.875,54 | 204.477.416,07 | 197.122.810,46 |
| 2022 | 388.550.000,00 | 304.981.176,34 | 184.119.442,07 | 185.712.860,04 |
| Total | 1.686.660.000,00 | 1.565.393.027,59 | 1.274.277.391,57 | 1.245.125.886,58 |

Valor do produto no local de embarque (VMLE) não contempla seguro, frete e outras despesas.

Valor do produto na condição de venda (VMCV), quando o valor da nota fiscal compreende algum serviço de logística como seguro, frete ou outro. Notas: ¹ O valor da cota do CNPq é determinado pelo Ministério da Economia por meio de publicação no DOU; ² Valores obtidos de relatórios extraídos do sistema ICOMEX DW. Os anos de 2017 a 2020, emitidos em 15-08-2022. O relatório de 2021 foi emitido em 19-11-2022; e o de 2022, emitido em 16-01-2023.

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

82

Os produtos adquiridos com Cobertura Cambial são aqueles cujo pagamento foi realizado antecipadamente à entrega. Esta ocorrerá conforme prazos estipulados entre o fornecedor e o importador. A entrega é uma negociação com o fornecedor e depende do produto. Alguns são denominados “de prateleira” e tem pronta entrega, outros serão produzidos a partir do pagamento. Assim, os prazos para realizar o desembaraço de uma carga variam, por isso existe a diferença entre o valor concedido em cota de importação e o valor entregue.

Tabela 8. Situação de cobertura cambial referentes à Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Produtos para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq do período de 2017-2022.

| Tipo de Cobertura Cambial | Número de IIs | | | | | | Total Geral | % |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | | |
| Cob Cambial Pg ate 180 Dias | 9.968 | 10.754 | 12.770 | 9.644 | 7.361 | 9.835 | 50.364 | 77,2 |
| S/Cobertura Cambial | 852 | 705 | 761 | 818 | 617 | 747 | 3.648 | 5,6 |
| Cob Cambial Pg 181 a 360 Dias | 61 | 98 | 119 | 63 | 29 | 48 | 357 | 0,5 |
| Total | 10.881 | 11.557 | 13.650 | 10.525 | 8.007 | 10.630 | 65.250 | 100,0 |

Produtos com cobertura cambial são aqueles em cuja aquisição houve emissão de pagamento ao exterior. Produtos sem cobertura cambial correspondem àqueles em que não houve pagamento, sendo: amostras, doações ou acordos governamentais internacionais.

Fonte: dos autores, com base em dados da pesquisa.

Conforme é possível observar (Tabela 8), os resultados demonstraram associação entre a cota de importação anual e o número de produtos desembaraçados (Figura 2). Portanto, nos anos em que a cota anual de importação foi reduzida, menos projetos de pesquisa foram beneficiados pela política de importação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou os impactos da política de incentivo fiscal para a importação de produtos para a ciência brasileira entre 2017-2022, a partir da aplicação de indicadores cientométricos diversificados. Os questionamentos levantados orientaram a construção dos objetivos, os quais foram atingidos pela metodologia proposta.

Nessa perspectiva, observou-se que, no período antes da pandemia, compreendido entre 2017 e 2019, o número de licenças de importação e de produtos (36.088 e 75.904, respectivamente) adquiridos como infraestrutura ou insumo para a pesquisa foi superior ao período depois da pandemia (2020-2022), que foi 29.162 e 61.059, respectivamente. Ante a crise mundial em decorrência da COVID-19, bem como as políticas do governo vigente à época, identificou-se uma redução do valor da cota de importação, diminuindo as aquisições de produtos no exterior para o uso em pesquisas científicas.

No período pandêmico (2020-2022), a distribuição de LIs de acordo com os estados federativos manteve-se semelhante quando comparados com os resultados do período antes da pandemia (2017-2019). As licenças de importação mantiveram-se concentradas (75,3% do total) nos mesmos estados (SP, RJ e MG), tradicionalmente e historicamente mais desenvolvidos em termos de CT&I, conforme apresentado na Figura 3 e na Tabela 4.

Assim, ainda com o declínio no número de LIs e de produtos importados durante a pandemia (2020-2022), os resultados apontaram que os estados do Sudeste e do Sul permaneceram na escala como os principais beneficiados com a política de importação (76,1% e 11,2%, respectivamente), gerando uma profunda assimetria em termos de distribuição regional da cota de importação.

Ante os resultados, vislumbrou-se com clareza a manutenção da assimetria quanto ao desenvolvimento de pesquisa científica nas regiões historicamente mais beneficiadas com investimentos de modo geral, cujo desenvolvimento científico é mais avançado e consolidado. Desse modo, sugere-se que sejam aplicados mecanismos de redução de assimetrias no que diz respeito à concessão da cota de importação, especialmente para estados do norte e do nordeste. Tais ações podem se dar por meio de formação de pessoal, de infraestrutura e de lançamento de editais específicos para pesquisadores e instituições localizadas nessas regiões, as quais estão desassistidas pela política de incentivo fiscal para a importação de produtos para CT&I, do CNPq.

84 | Concernente aos países produtores (fabricação), os EUA (48%), a Alemanha (10,5%) e a China (10,2%) somaram 67,5% dos produtos importados no período de 2017-2022. Em termos da comercialização (aquisição), os EUA concentraram surpreendentes 67,8% do total desse nicho. Tanto na fabricação quanto na aquisição, há uma dispersão de participação, perfazendo um total de 96 e 75 países respectivamente.

Os resultados mostraram ainda que pode haver uma associação entre o valor da cota de importação e o número de produtos importados, visto que a redução da cota impactou na redução de produtos importados para a pesquisa no período analisado.

Há limitação na presente pesquisa no que diz respeito a uma avaliação mais detalhada do Importador (características das Universidades, Instituições de Pesquisa, Pessoas Físicas, etc) e dos produtos comprados a partir do uso da Política de Incentivo Fiscal para a Importação de Bens para Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), do CNPq. Desse modo, pretende-se dar continuidade ao estudo, analisando ambos os indicadores (Importador e Produto), visto que essa abordagem fornecerá subsídios para compreender se no período durante a pandemia (2020-2022) houve ou não mudança do perfil do importador e dos tipos de produtos adquiridos para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

Brasil. Casa Civil. Lei n. 1.310 de 15 de Janeiro de 1951, Cria o Conselho Nacional de Pesquisas, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1950-1969/L1310.htm. Acesso em 03 junho 2022.

Brasil. Casa Civil. Lei n. 8.010 de 29 de março de 1990. Dispõe sobre importações de bens destinados à pesquisa científica e tecnológica, e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/1989_1994/L8010.htm. Acesso em: 31 maio 2022.

Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal; Centro Gráfico, 1988.

Brasil. Constituição (1998). Emenda constitucional n.º85, de 26 de fevereiro de 2015. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Disponível em <https://legis.senado.leg.br/norma/540688>. Acesso em: 31 maio 2022

Brasil. Decreto n. 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, (...). Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm. Acesso em: 02 de junho de 2022.

Brasil. Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação (...) nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/13243.htm>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

Brasil. Ministério da Economia. Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil. Demonstrativo de Gastos Tributários. Projeto de Lei Orçamentária Anual, PLOA, 2019. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/renuncia/gastos-tributarios-ploa>. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

Brasil. Ministério da Economia. Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil. Demonstrativo de Gastos Tributários. Projeto de Lei Orçamentária Anual, PLOA, 2020. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/receita_federal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/renuncia/gastos-tributarios-ploa. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

Brasil. Ministério da Economia. Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil. Demonstrativo de Gastos Tributários. Projeto de Lei Orçamentária Anual, PLOA, 2021. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/renuncia/gastos-tributarios-ploa>. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

Brasil. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais. Secretaria de Comércio Exterior. Portaria Nº 65 de novembro de 2020. Dispõe sobre a habilitação de órgãos da Administração Pública Federal e sobre a inclusão, alteração ou exclusão de tratamentos administrativos no Sistema Integrado de Comércio Exterior - SISCOMEX. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/arquivos-e-imagens/2021/01/Portaria-Secex-65-20-Habilitacao-anuentes-LPCO.pdf>. Acesso em: 07 novembro de 2022.

Brasil. Ministério da Fazenda e Ministério da Ciência E Tecnologia. Portaria interministerial n. 977 de 24 de novembro de 2010. Publicada no DOU em 25/11/2010.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Programas do CNPq. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas>. Acesso em: 7 nov. 2022.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Resolução Normativa n. 041/2018. Regulamento de Importação para a Ciência, Tecnologia e Inovação 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/concea/arquivos/pdf/legislacao/resolucao-normativa-no-41-de-25-de-julho-de-2018.pdf/view>. Acesso em 22/05/2022.

Glänzel, W. Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260283036_Bibliometrics_as_a_Research_Field. Acesso em: 7 de novembro de 2022.

Gomes, C.B.; Calabro, L.; Oliveira, S.R.; Martins, L.A.; Souza, D.O.; Gheno, E.M. Características dos bolsistas de produtividade em pesquisa da grande área Ciências da Saúde do CNPq. *Em Questão*. 2023; 29(e-123639): 1-28. DOI: 10.19132/1808-5245.29.123639.

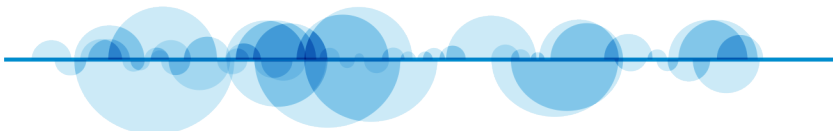
Matesco, V.R.; Hasenclever, L. **Texto para discussão n. 442. Indicadores de esforço tecnológico: comparação e implicações**. Rio de Janeiro: DIPES/IPEA. 1998. 25p.

Milagres, D.M. Incentivos Fiscais. *Revista de Ciência Política*. 1986 jul./set;29(3):103-117.

Nascimento, M.O.A. Aplicabilidade nas atividades laborais dos conhecimentos adquiridos em cursos de mestrado e doutorado: um estudo de caso sobre o PTC/CNPq [Dissertação – Mestrado] Brasília: Universidade Católica de Brasília, Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação. 2013. 215p.

Price, D.J.S. **Little Science, Big Science**. New York: Columbia University Press, 1963.

Tague-Sutcliffe, J. An introduction to informetrics. *Information Processing and Management*. 1992 (28)1:1-3.



JORNADA STEM COMO PROMOTORA DO “T” DO ACRÔNIMO DA EDUCAÇÃO STEM

Juliana Medeiros Guarize
Gabrieli Buzata Nicola
Graciele Carvalho de Melo
Jéssica Soares Flores
Eliziane da Silva Dávila

EDUCAÇÃO STEM E A TECNOLOGIA

88

A Educação STEM é uma abordagem estadunidense que nas últimas décadas tem conquistado os cenários educacionais de diversos países, por visar a integração das áreas da Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, as quais são consideradas importantes para o desenvolvimento e progresso das sociedades atuais (Maïke Sanders, 2009). Esse entendimento parte da prerrogativa de que são essas áreas as estruturantes dos avanços científicos e tecnológicos que permeiam a globalização, como é identificado pela autora (Andressa Lopes, et al. 2021).

Inicialmente, a sua premissa consistia na formação técnica dos jovens americanos para suprir o mercado de trabalho do país, que estava defasado de profissionais nas áreas STEM (Sanders, 2009). No entanto, com o crescimento de estudos voltados para a temática, foram-se explorando as potencialidades que o STEM apresenta para a educação.

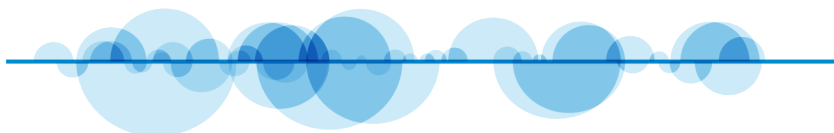
Não obstante dessa perspectiva, o Brasil também começou a apresentar a inserção de ações voltadas à implementação da Educação STEM, principalmente para a promoção de um

ensino científico-tecnológico nas escolas brasileiras, sobretudo amparado por instituições privadas (Sanders, 2009). Em meio a este cenário de investigação das possibilidades da Educação STEM, foi que surgiu o Grupo de Estudos do Movimento STEM (Sanders, 2009) (GEMS), o qual objetiva “discutir e criar conceitos STEM válidos para o Brasil, analisando a viabilidade no contexto atual e buscando condições para a formação de educandos, educadores e pesquisadores, decorrentes das exigências da sociedade informatizada e tecnológica” (Luiz Tolentino Neto et al, 2021, p.5).

Sob esta perspectiva, é que o grupo vem desempenhando, desde 2020, pesquisas, projetos de extensão e de ensino referentes à essa temática, os quais forneceram subsídios para a conceitualização do GEMS acerca da Educação STEM, a qual é interpretada como um Movimento interdisciplinar, atual e emancipatório. Para o grupo, a Educação STEM

oportuniza ao estudante o conhecimento técnico e epistemológico necessário para melhor compreender o mundo e, se assim desejar, seguir uma carreira STEM. O objetivo final do Movimento STEM não é a formação para o mundo do trabalho, mas pretende fomentar a **STEM Literacy** que também constrói um alicerce capaz de oportunizar a democracia das carreiras STEM, promovendo a preparação para futuros estudos e uma formação mais cidadã. Desta maneira, o Movimento STEM busca desenvolver um conhecimento aplicado mediante resolução de problemas, amparando-se na promoção da **criatividade, do pensamento crítico, da comunicação e do trabalho colaborativo** (Tolentino et al., 2021 - grifo dos autores).

Além do conceito supracitado, o GEMS deteve-se ainda, em reelaborar os conceitos das letras que compõem o acrônimo para atender as demandas da Educação Básica do país (Lopes et.al, 2022). Neste enfoque, os autores conceberam as áreas STEM da seguinte maneira (Quadro 1).



Quadro 1: Identificação do acrônimo da sigla STEM.

| Área | Descrição simplificada |
|-------------------|--|
| Ciência | Método da construção do conhecimento científico; |
| Tecnologia | Instrumentação para resolver problemas, envolvendo a inovação, informação e comunicação; |
| Engenharia | Processo de resolução de problemas, alicerçado no planejamento, design, construção e execução; |
| Matemática | Linguagem para interpretar o mundo, utilizando-se da modelagem matemática. |

Fonte: Autoras, 2023.

90 | Tendo em vista, os conceitos apresentados acima buscase neste capítulo debater sobre o uso das tecnologias durante a *Jornada STEM-RS: Desafios inovadores no contexto escolar*. Para isso, é necessário compreender a historicidade evolutiva da humanidade, a partir da qual é possível evidenciar o uso de múltiplas tecnologias, desde a fala, escrita e objetos que auxiliam nos cálculos e organização das ideias. Atualmente, dentro de todos os níveis educacionais, encontramos discussões sobre o uso de TICs, cultura Maker, robótica e tecnologias diversas como “auxílio” para as demais áreas. Para Tolentino Neto et al.(2021), a tecnologia não só diz respeito à instrumentalização para a resolução de problemas, seja de forma material ou imaterial, como também adquire um significado mais expressivo, na função de comunicar e informar.

Segundo Vani Moreira Kenski (2012), a educação e a tecnologia são indissociáveis, e para estarem integradas faz-se necessário que conhecimentos, valores, hábitos, atitudes e comportamentos de um determinado grupo sejam ensinados e aprendidos . A autora defende ainda que “a sociedade excluída do atual estágio de desenvolvimento tecnológico está ameaçada de viver em estado permanente de dominação, subserviência e barbárie” (Kenski, 2012, p. 73).

Embora essa área do acrônimo seja uma parte fundamental para atender as perspectivas das demandas atuais de educação, ainda existem barreiras que dificultam sua aplicação. O acesso

precário a equipamentos e formação adequada aos docentes em atuação, por exemplo, podem ser citados como alguns dos empecilhos no que diz respeito à utilização da tecnologia. Para que se quebre o paradigma sobre o uso das mesmas, é preciso compreender o uso das tecnologias não apenas como uma forma de mediação entre as disciplinas, e sim, como uma possibilidade para aplicá-la como uma ferramenta junto às demais, dando seu valor individual e colaborativo dentro do acrônimo “T”, como destacam os autores Jonas Hallström e Piet Laying Ankiewicz (2019).

Para Lyn English (2016), é necessário que sejam realizadas mais pesquisas a fim de fortalecer e encontrar formas para que os alunos tornem as conexões das áreas STEM mais claras e significativas, enfatizando também como isso pode ser alcançado dentro dos diferentes níveis de ensino. Ainda, destaca ser fundamental que se encontrem maneiras de ajudar os professores a promover essas conexões (English, 2016). Desse modo, objetiva-se neste estudo compartilhar de que forma a Jornada STEM atuou para promover o uso das tecnologias, assim como os meios encontrados pelos próprios estudantes participantes para abordar o “T” do acrônimo STEM na resolução de problemas nos desafios apresentados.

TRILHANDO A JORNADA STEM-RS

Este capítulo caracteriza-se como uma relato de experiência sobre o evento denominado “Jornada STEM - RS: Desafios inovadores no Contexto Escolar”. Segundo Ricardo Franklin de Freitas Mussi et al. (2021) o relato de experiência trata-se do desenvolvimento de saberes oriundos de alguma situação vivenciada pelos próprios pesquisadores/autores da pesquisa, podendo ser de cunho acadêmico e/ou profissional, devendo descrever de forma clara as vivências dos sujeitos envolvidos. Mussi(2021) ainda afirma que um Relato de Experiência deve ter relevância acadêmica e se embasar nas publicações científicas existentes na área, juntando tais textos de forma a realizar uma reflexão crítica das situações relatadas.

A “Jornada STEM - RS: Desafios inovadores no Contexto Escolar” tratou-se de um projeto aprovado no ano de 2021 pelo Edital da FAPERGS SEBRAE/RS 03/2021 através do Programa de apoio a projetos de pesquisa e de inovação na área de Educação Básica - PROEdu. A Jornada STEM teve como objetivos: Construir e executar as atividades que fomentem a alfabetização STEM no contexto escolar gaúcho; analisar a viabilidade de atividades de Educação STEM no formato remoto, híbrido e presencial; promover atividades que desenvolvam as habilidades de criatividade, comunicação, criticidade e colaboração; utilizar a resolução de problemas cotidianos para fomentar a cultura empreendedora nos estudantes e professores participantes.

O público-alvo deste projeto foram os estudantes do ensino médio das escolas públicas do Estado RS. A proposta foi realizada em três etapas sendo a primeira de forma remota, a segunda parte será híbrida e a última fase presencial. Para participar os alunos interessados tiveram que formar equipes, contendo no máximo 4 estudantes e um professor tutor, e se inscrever na plataforma oficial da Jornada STEM.

92

A primeira etapa ocorreu de forma remota, sendo possível que os alunos resolvessem o desafio em suas casas, através de celulares ou computadores, e a comunicação entre os membros da equipe e do professor mentor poderá ser feita via telefone, aplicativo de mensagens ou rede social. Entretanto, tendo em vista, que as aulas presenciais no Estado do Rio Grande do Sul já retornaram a sua normalidade, também houve a possibilidade da atividade ser desenvolvida de forma presencial.

Para essa primeira fase os estudantes receberam vídeos explicativos elaborados pelo GEMS, acerca do que são os arduinos, sua utilidade e como utilizar simuladores online deste dispositivo, como por exemplo, o *Tinkercad* (<http://www.tinkercad.com>). Os participantes receberam através da plataforma oficial da jornada, um desafio, formulado pelo GEMS, o qual os alunos participantes, com auxílio do professor tutor, deveriam solucionar. Para a resolução dos desafios as equipes precisaram adotar formas criativas e inovadoras, buscando assim instigar a criatividade e criticidade nos estudantes. Foi dado um prazo para as equipes solucionarem o problema proposto e gravarem um vídeo, de

forma a explicarem suas soluções. Estes vídeos foram enviados pela plataforma do evento e avaliados pela equipe do GEMS. Apenas 5 equipes deram continuidade para próxima etapa.

Na segunda etapa, híbrida, os membros responsáveis pela jornada, enviaram para as escolas das equipes selecionadas um kit de arduino para cada estudante do grupo e para o professor mentor. Esses kits contaram com um arduino UNO e equipamentos auxiliares, como *Protoboard*, luzes de led, resistores, condutores, fios, entre outros. Os estudantes receberam os desafios da segunda etapa pela plataforma da Jornada e utilizando os materiais recebidos, precisaram planejar (fazendo esquemas, desenhos, ou utilizando simuladores) e construir um protótipo de solução (com utilização dos kits) para os problemas propostos. Consequente a resolução do desafio, as equipes gravaram um novo vídeo, onde apresentaram seu planejamento, com seu protótipo de solução em funcionamento e um relato individual de cada estudante e do professor mentor sobre a etapa. Apenas 5 equipes deram continuidade para a fase final.

Para a última etapa ocorrer presencialmente, as equipes selecionadas foram convidadas a passar três dias no Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, que ofereceu alojamento e refeição aos estudantes e professores. Durante estes dias realizaram-se os desafios da terceira etapa, desenvolvidos principalmente no laboratório IF Maker da instituição. Na tarde do terceiro dia os estudantes apresentaram seus protótipos. Esta apresentação foi transmitida por uma live no Youtube do projeto e avaliada por professores e especialistas de cada área do acrônimo STEM. Tendo isso em vista, o presente estudo propõe-se a avaliar o engajamento dos estudantes na resolução de atividades STEM. No quadro 2 é possível observar a organização do evento, assim como datas e descrições dos desafios propostos aos estudantes.

Quadro 2: Organização da Jornada STEM

| Etapa | Formato | Desafio |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1ª (12 a 22 de setembro) | Remoto | Cuidador de Pet |
| 2ª (18 de novembro a 02 de dezembro) | Híbrido | Fazendinha do Seu Zé |
| 3ª (16 a 18 de dezembro) | Presencial (IFFar-SVS) | Estufa inteligente |

No desafio denominado Cuidador de PET os estudantes deveriam desenvolver um protótipo destinado a atender de forma automática as necessidades básicas de um determinado animal de estimação, tais como alimento, água e entretenimento. Para isso, eles teriam que apresentar seu planejamento (esquemas, desenhos, ou utilizando simuladores) e fazer uso do *Tinkercad* para construir o seu protótipo. Para a próxima fase, seriam selecionadas 15 equipes.

Referente ao segundo desafio - Fazendinha do seu Zé - os alunos receberam um kit de arduino para cada componente do grupo, no Quadro 3 pode ser observado os materiais que compõem os kits enviados pela equipe organizadora. Nessa etapa os participantes deveriam encontrar formas de automatizar as atividades diárias de uma fazenda, a fim de facilitar a vida dos seus usuários. Os grupos deveriam demonstrar seu planejamento, assim como seu protótipo da fazenda, fazendo uso do kit de arduino que cada componente do grupo recebeu. 5 equipes seriam selecionadas para a etapa final.

Quadro 3: Kits de arduinos enviados aos estudantes

| Quantidade | Materiais |
|------------|--|
| 01 | Arduino Uno R3- Compatível + Cabo USB 2.0 - A-b |
| 01 | Clip de bateria 9V (horizontal) + plug P4 para Arduino |
| 01 | Protoboard 830 pontos MB-102 |
| 01 | Display LCD 16x2 |
| 01 | Sensor de distância ultrassônico HC-SR04 |
| 01 | Sensor de umidade HR202 |
| 01 | Módulo sensor de luz LDR |
| 01 | Motor de passo + drive ULN2003 |
| 01 | Micro servo 9G SG90 Tower pro |
| 20 | Jumper premium 40p x 20cm - Macho/macho |
| 20 | Jumper premium 40p x 20cm - macho fêmea |
| 01 | Buzzer 5V |
| 01 | Chave tátil 6 x 6 x 5mm 4 terminais |
| 10 | LED Difuso 3mm vermelho |
| 10 | LED Difuso 3mm amarelo |

| | |
|----|----------------------------------|
| 10 | LED Difuso 3mm verde |
| 01 | LED RGB alto brilho catodo comum |
| 01 | Potenciometro linear de 10k |
| 01 | Kit de capacitores eletrolitico |
| 10 | Resistor 220R 5% (1/4W) |
| 10 | Resistor 470R 5% (1/4W) |
| 10 | Resistor 1K 5% (1/4W) |
| 10 | Resistor 10K 5% (1/4W) |
| 01 | Caixa organizadora top - REF:187 |
| 01 | Caixa organizadora SB-117 |

Fonte: Autores, 2023.

Por fim, a última etapa ocorreu de forma presencial, e pediu-se aos participantes que confeccionassem uma Estufa inteligente para as escolas em que faziam parte. A estufa deveria funcionar de forma automática e ecológica, evitando desperdícios de água e energia. Além disso, deveria ser viável para realidade em que os mesmos estavam inseridos. Na etapa final a apresentação dos alunos foi transmitida por uma live no Youtube do projeto e avaliada por professores e especialistas de cada área do acrônimo STEM. Após o recebimento da situação-problema os estudantes tiveram 3 dias para a resolução do mesmo, tendo acesso aos materiais descritos no Quadro 4, assim como os materiais dos kits citados anteriormente no Quadro 3.

95

Quadro 4: Materiais utilizados na terceira etapa da Jornada STEM

| Quantidade | Materiais |
|--------------|---------------------------|
| 5 pacotes | Argila |
| 5 pedaços | Base de madeira |
| 100 unidades | Palito de churrasco |
| 5 un de 30m | Fita adesiva transparente |
| 1 carretéis | Barbante |
| 5 un | Pistola de cola quente |
| 50 un | Bastão de cola quente |

| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 10 un | Cola branca |
| 10 un | Tesoura |
| 1 pacotes de 500 | Canudo |
| 10m ² | Plastico - para fazer a estufa |
| 10 metros | TNT |
| 2 pacotes de 100 folhas | Folha de ofício |
| 10 un | Caneta |
| 5 kits | Canetinha colorida |
| 5 kits | Lápis de cor |
| 5 un | Serra |
| 10 folhas | EVA |
| 25 folhas | Papel quadriculado |
| 5 kits | Abraçadeiras de poliamida |
| 10 caixas | Papelão |

Fonte: Autores, 2023.

JORNADA STEM SOB O OLHAR DA TECNOLOGIA

A Tecnologia, como citada anteriormente, é um pilar estruturante tanto da Educação STEM quanto da sociedade contemporânea, sendo inerente à vida de qualquer sujeito. Há quem diga que nem todas as pessoas no mundo tem acesso a Tecnologia, porém essa concepção está atrelada ao senso comum acerca do que constitui essa área. Andressa Freitas Lopes et al. (2022, p. 7) expõem que a Tecnologia é frequentemente associada a “máquinas, ferramentas e construções, de caixas eletrônicos aos computadores com acesso à Internet; dos relógios de pulso aos telefones celulares” (Wing, 2008).

Para Vani Moreira Kenski (2012), a Tecnologia existe a tanto tempo quanto a espécie humana, pois foi a capacidade do ser humano de criar, modificar e inovar que originou as inúmeras tecnologias existentes. Para a autora, os conhecimentos quando colocados em prática e “dão origem a diferentes equipamentos, instrumentos, recursos, produtos, processos, ferramentas, enfim, as tecnologias” (Kenski, 2012, sp). Kenski (2012) ainda afirma

que a tecnologia não trata-se somente do conceito reduutivo em que faz relações com as máquinas e seu domínio sobre o homem, mais que isso a tecnologia está presente em nosso cotidiano, nas mais diversas e simples atividades do nosso dia a dia, seja no ato de dormir, comer, trabalhar, ler algo ou se divertir, tais atividades só são possíveis graças às tecnologias que nos rodeiam. Próximo a esse entendimento, foi que o GEMS conceituou a Tecnologia para o Movimento STEM como

à instrumentalização para a resolução de problemas, tanto de forma material (alavanca, computador, roda, lâmpada, entre outros) e imaterial (softwares, redes de comunicação, sites, eletricidade, entre outros), afinal, uma das características que distingue o ser humano é a capacidade de criar tecnologias para os desafios cotidianos. Além disso, atualmente, a tecnologia se torna mais expressiva na função de comunicar e informar^[4] (Tolentino Neto et al. 2021, p.24).

Mediante a isto, pode-se organizar as tecnologias usadas pelos grupos participantes da Jornada para a resolução dos problemas nas três etapas, em “tecnologia material” e “tecnologia imaterial” (Quadro 5). Sobre as tecnologias imateriais, Kenski (2012) às define com os conhecimentos utilizados para criar os produtos usados em nosso cotidiano, algo não materializado em máquinas e equipamentos, mas que ocupa espaços virtuais, e tem sua transmissão através de informações e dados, uma linguagem base da tecnologia de inteligência. Logo, Mário Alberto Pires de Arruda (2015) traz a “tecnologia material” (Sanders, 2009), como sendo os equipamentos em si, as ferramentas, o concreto, o tátil.

Quadro 5: Tecnologias usadas para a resolução dos problemas STEM.

| Etapa | Tecnologia material | Tecnologia imaterial |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1º | Celular | Office |
| | Tablet | Canva |
| | Projeter | Navegadores |
| | Câmeras | Youtube |
| | Resistores | Tinkercad |
| | *Arduino/Shields | Clideo.com |
| | Conectores | App Moblo |

| | | |
|----|--------------------|-------------|
| 2º | Celular | Office |
| | Tablet | Canva |
| | Projektor | Navegadores |
| | Câmeras | Youtube |
| | **Arduino/Shields | Ardublock |
| | Conectores | Clideo.com |
| | Resistores | Minecraft |
| | Maquete | Arduino IDE |
| | Arduino | ----- |
| 3º | Celular | Office |
| | Tablet | Canva |
| | Projektor | Arduino IDE |
| | Câmeras | ----- |
| | ***Arduino/Shields | ----- |
| | Conectores | ----- |
| | Resistores | ----- |
| | Maquete | ----- |

* Utilização do arduino para automatizar a quantidade de água e comida;

**Utilização de arduino para automatizar abertura e fechamento dos portões, assim como automatização da alimentação e água dos animais. Utilização de arduino para contagem dos ovos das galinhas;

*** Utilização do arduino para automatização das funções como irrigação.

Fonte: Autoras, 2023.

O primeiro desafio da Jornada STEM, o cuidador de pet, foi pensado para familiarizar as equipes participantes com os arduinos. Desta forma, os mesmos foram orientados a cumprir dois requerimentos específicos, usar a plataforma *Tinkercad* e enviar o vídeo da resolução do problema via *link* do *YouTube*. Ademais, as equipes tiveram ainda como suporte, os vídeos instrucionais disponibilizados pelo GEMS. Quanto ao conteúdo do vídeo de apresentação da solução encontrada, este ficava a criatividade da

equipe. Entretanto, apesar do *Tinkercad* ser a maneira sugerida para solucionar o desafio, percebe-se com os itens citados no Quadro 5 que os grupos buscaram outros recursos para a apresentação e solução do problema.

O *Tinkercad* trata-se de um programa online gratuito de modelagem tridimensional (3D), que é amplamente reconhecido pela facilidade de uso e interface simples. Desde seu lançamento em 2011, a plataforma vem se popularizando tanto para criar modelos destinados à impressão 3D quanto para introduzir noções básicas de geometria construtiva nas escolas. A sugestão do uso do *Tinkercad* foi pensada a fim de possibilitar a aquisição de habilidades referentes à modelagem 3D pelos estudantes através de uma plataforma acessível e prática para explorar e experimentar a criação desses modelos. Soma-se a isso o fato que tal plataforma possibilita a resolução de problemas sem a necessidade de comprar os itens que seriam necessários para que isso ocorresse fisicamente.

Além disso, sua utilização possibilita o desenvolvimento do pensamento computacional, uma habilidade que todos devem aprender, pois ampara-se no processo contínuo de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, o qual contribui para a transposição do conhecimento e da logicidade (Jeannette Marie Wing, 2008). Na concepção da autora o pensamento computacional é, portanto,

um tipo de pensamento analítico. Ele compartilha com o pensamento matemático as formas gerais pelas quais podemos abordar a solução de um problema. Ele compartilha com o pensamento de engenharia as maneiras gerais pelas quais podemos abordar o projeto e a avaliação de um sistema grande e complexo que opera dentro das restrições do mundo real. Ele compartilha com o pensamento científico as formas gerais pelas quais podemos abordar a compreensão da computabilidade, inteligência, mente e comportamento humano (Wing, 2008, p. 3717)

Neste viés, torna-se perceptível que o pensamento computacional está relacionado intrinsecamente com os 4 Cs (Colaboração, Criticidade, Criatividade e Comunicação) como por exemplo, o trabalho em grupo, o pensamento lógico junto com a criticidade e a comunicação.

Além dos usuais instrumentos de projeção - celulares, tablets, câmeras, projetores - os participantes recorreram a *slide show*, ou diaporama, para apresentação das resoluções variando entre o *Office*, pelo uso do *Power Point*, e o Canva. Em um estudo realizado por Carlos Eduardo Sanches (2016), levanta-se a contextualização do *Power Point* como uma ferramenta educacional, o qual desenvolve habilidades como autoria e o trabalho em equipe, pois dispõe recursos de vídeo, áudio, texto, imagens para apresentação multimídia, possibilitando aos integrantes de grupos a divisão de tarefas e a exploração da criatividade.

Similar aos recursos de conteúdo gráfico ofertados no *Office*, tem-se a plataforma Canva (<https://www.canva.com>) que possui um vasto acervo de materiais visuais, modelos e *layouts* editáveis como declara os autores Francis Arthuso Paiva e Valdiene Aparecida Gomes (2021) em seus recentes trabalhos. Assim, como o *Office* o Canva pode ser usado na *web* através dos navegadores e em *smartphones* de sistema *android* ou *IOS*, aspecto que facilita o acesso a tais recursos (Paiva, 2021).

Nas apresentações, a resolução do problema foi exposto e explicado, via textos, dados de pesquisas e imagens dos protótipos construídos, por intermédio de fotos produzidas pela modelagem 3D do *Tinkercad* ou do aplicativo para *android* Moblo. A pesquisadora Roberta Spallone (2015) explica que a modelagem 3D “é um processo de desenvolvimento da representação matemática de um objeto tridimensional por meio de software especial” e por este motivo permite a projeção de produtos originais e inovadores pelos estudantes, os quais podem ser materializados por meio de impressoras 3D como podemos estudar nas pesquisas dos autores Ali Ihsan Benzer e Bunyamin Yildi (2019), constituindo um dos vieses da Engenharia. Diante disto, podemos destacar que para o GEMS a Engenharia

Diz respeito à atividade fundamental de um engenheiro - planejar, desenhar, construir e executar - para a solução de problemas por meio da concretização de ideias. Não se limita a nenhuma engenharia (Tolentino Neto et al., 2021, p. 25).

Para os autores, o design e a modelagem 3D possibilitam o desenvolvimento de habilidades espaciais que são consideradas

fatores importantes em abordagens *makers*, como o STEM. Na concepção de Paola Regitan (2021), a habilidade espacial é uma inteligência em que o sujeito tem a capacidade de perceber o mundo visual em sua forma exata, realizando transformações e modificações ao que foi observado, tanto em contexto real quanto imaginário. Logo, essa inteligência constrói processos cognitivos como a criatividade, capacidade de abstração, raciocínio e orientação espacial, entre outros.

Outra ferramenta utilizada pelos estudantes foi o Clideo (<https://clideo.com>), um editor online que não necessita ser baixado e pode ser usado de forma gratuita, sendo de fácil acesso até mesmo para aqueles usuários que não apresentam um conhecimento técnico em edição de vídeos. O editor possibilita a realização de diversos recortes, sendo bastante completo para um recurso gratuito. Após o término da edição o mesmo permite que o vídeo seja baixado no formato desejado.

Na etapa dois, com o desafio da fazendinha foram ofertados materiais que pudessem fomentar o uso das tecnologias na vida dos estudantes, tendo em vista que segundo Greg Pearson e Thomas Young (2002) as tecnologias são fundamentais para a formação de um cidadão pleno e apto a responder aos desafios do século XXI. A atualidade está intimamente ligada aos conhecimentos da engenharia e da tecnologia sendo indispensável que nossos estudantes se apropriem desses campos de conhecimentos (Senta Raizen et al. 1995). Soma-se a isso que a não utilização de tecnologias durante o processo de ensino pode funcionar como um fator de desmotivação para os estudantes, estes sendo considerados como nativos digitais, os quais utilizam tais instrumentos para solucionar e resolver suas demandas e problemas, sendo compreensível sua ânsia por trazer as tecnologias para a sala de aula Aske Juul Lassen (2017). De acordo com Silvana do Rocio Zilli (2004, p. 40), a robótica educacional pode desenvolver as seguintes competências:

raciocínio lógico; formulação e teste de hipóteses; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; investigação e compreensão; representação e comunicação; trabalho com pesquisa; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias

formuladas a atividades concretas; utilização da criatividade em diferentes situações; e capacidade crítica (Zilli, 2004).

Tendo isso em vista, foram ofertados aos grupos kits arduinos que podem ser observados no Quadro 3, apresentado acima. Quando fala-se em arduino, a interpretação mais básica que surge é dele ser uma placa de prototipagem eletrônica com *hardware open source* e *software* livre. No entanto, Marco Polo Moreno de Souza (2017), explica que o arduino engloba três aspectos: o *hardware*, ou seja, seus vários modelos de placas; o *software*, isto é, o ambiente de desenvolvimento dos códigos e linguagem arduino e; a ideia arduino, que consiste no entendimento de ser uma plataforma para uma prototipagem eletrônica de uso fácil e baixo custo.

102 |

O ambiente de programação para placas Arduino é fornecido pelo Arduino IDE, o qual baseia-se na linguagem de computador conhecida como Java, a programação ocorre por meio de linhas de comando. Além do ambiente básico necessário para a programação de comandos no arduino, os alunos utilizaram o Ardublock, que é uma linguagem de programação baseada em blocos que oferece funções prontas para uso. Para utilizar o programa é preciso carregá-lo na plataforma Arduino. Dessa forma, ocorre uma transcrição da linguagem em blocos para a linguagem C++ com algumas modificações mínimas. O Ardublock torna-se algo vantajoso para o processo de ensino, pois apresenta uma interface de fácil utilização, que se apresenta de forma intuitiva para o usuário, facilitando seu uso para aqueles usuários que não possuem um grande domínio ou conhecimentos sobre as linguagens de programação. Além disso, por ser uma interação direta com a plataforma Arduino, permite que a programação realizada seja armazenada na placa, mesmo quando não está mais conectada a um computador. Isso possibilita que o programa continue sendo executado automaticamente.

Para a construção dos protótipos alguns estudantes adotaram as maquetes como forma de representar a resolução dos desafios. Para Hefraim Fischbein (1987) fazer representações visuais funcionam como uma ótima forma de organizar as

informações, além de criar um sentimento de autoevidência e imediatez, possibilitando o desenvolvimento de soluções. Dessa forma, a construção das maquetes possibilitam aos estudantes a oportunidade de desenvolver argumentos sobre os problemas propostos, criar representações espaciais tridimensionais do local e estabelecer regras tanto permanentes quanto transitórias entre os diversos atores envolvidos na produção, proteção e sustentabilidade do nosso planeta, abrangendo diferentes escalas como é destacado pelo autor Ricardo Augusto Zardo Natalicchio (2019).

Percebeu-se que os estudantes também utilizaram fontes externas às abordadas pelos proponentes da Jornada STEM-RS para a resolução dos desafios, como por exemplo a utilização do *Minecraft* por um determinado grupo. Torna-se comum que os estudantes passem a trazer para dentro do contexto escolar ferramentas que utilizam no seu dia a dia, pois segundo Marc Prensky (2001) esses jovens costumam recorrer a fontes digitais, das quais já estão acostumados. Tal pesquisador compreende a tecnologia digital como sendo uma linguagem, e refere-se a essa nova geração como “Nativos Digitais”, por defender que os mesmos, através de suas atitudes e comportamentos, são capazes de “falar” a linguagem desde seu nascimento.

Minecraft é um jogo multijogador e que utiliza a linguagem computacional Java para seu desenvolvimento. O jogo é apresentado em primeira pessoa, onde o jogador através de um mundo virtual online deve buscar recursos a fim de construir objetos e ambientes que desejarem, essa criação ocorre através de blocos. *Minecraft* foi criado e distribuído pela empresa Mojang e o que mais chama atenção neste recurso é que diferente de outros videogames ele não apresenta metas específicas para os jogadores alcançarem, como acumular pontos para completar níveis, dessa forma ele passa a colocar uma grande responsabilidade em seus jogadores para que os mesmos criem suas próprias metas e objetivos pessoais (Björn Berg Marklund et al., 2013). Segundo Karl Kapp (2015) os jogos apresentam o ambiente ideal para aprendizagem, sendo uma forma de fomentar os alunos a pensar fora do tradicional e esperado. Além disso, a utilização de jogos em sala de aula promove a colaboração e uma aprendizagem segura e significativa (Noelene Callaghan, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as discussões abordadas no capítulo, levantaram-se temas pertinentes para a sociedade contemporânea sobre as possibilidades tecnológicas que podem ser levadas para o contexto escolar. O formato do texto possibilitou discorrer sobre uma atividade, que não só permitiu aos autores desenvolverem um pensamento crítico sobre a mesma, como também oportuniza que outras pessoas que estudam a temática possam formular e desenvolver novas pesquisas através das experiências já desenvolvidas e relatadas.

Percebe-se com este trabalho a importância de integrar e fortalecer o uso da tecnologia dentro das salas de aula, pois tais atividades demonstram ter grande potencial de desenvolver não só uma formação para o trabalho, como uma formação cidadã, onde os estudantes podem explorar, diagnosticar e resolver problemas cotidianos de forma criativa. Além disso, os alunos atuaram na própria construção do seu conhecimento, visto que foram instigados à curiosidade, o que fez com que se tornassem engajados em determinada situação.

Assim, torna-se importante que mais ações de natureza que envolvam tecnologia sejam realizadas, a fim de desmistificar e democratizar seu uso, principalmente dentro de espaços escolares, que são formadores de seres humanos que serão responsáveis pelas mudanças e avanços da sociedade.

REFERÊNCIAS

Benzer, A, Yildiz, B. The effect of computer-aided 3D modeling activities on pre-service teachers' spatial abilities and attitudes towards 3D modeling. *JBSE*. 2019 [cited 2023 may 24]; 18(3):335-348. Available from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1309921.pdf>doi:10.33225/jbse/19.18.335

Callaghan, N. Investigating the role of Minecraft in educational learning environments. *EMI*. 2016 [cited 2023 may 24]; 53(4):244-60. Available from: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1120546> doi:10.1080/09523987.2016.1254877.

De Arruda, M. Vaporwave: estetização da tecnologia pelo atravessamento de enunciados [undergraduate thesis]. Porto Alegre: Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2015. [cited 2023 may 23]. 72 p. Available from: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/125972>.

English, L. STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*. 2016 [cited 2023 may 25]; 3(1): 1-8. Available from: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0036-1> doi: 10.1186/s40594-016-0036-1

Fischbein, H. **Intuition in science and mathematics: An educational approach**. 1. ed. New York: Springer Science & Business Media, 1987. 224 p.

Hallström, J.; Ankiewicz, P. Laying down the “T” and “E” in STEM education: Design as the basis of an integrated STEM philosophy. [Internet] Conference: Proceedings PATT 37: Developing a knowledge economy through technology and engineering education, 3-6 June 2019 University of Malta, Msida Campus-At: Msida, Malta; June 2019 [cited 2023 may 23] . Available from: https://www.researchgate.net/publication/333681977_Laying_down_the_T_and_E_in_STEM_education_Design_as_the_basis_of_an_integrated_STEM_philosophy

Kapp, K. **The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. 1. ed. USA: Wiley, 2015. 94 p.

Kenski, V. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Editora Papirus, 2012. 141 p.

Lassen, A. Shaping old age: Innovation partnerships, senior centres and billiards tables as active ageing technologies. In: Loffeier, I.; Majerus, B.; Moulaert, T. **Framing Age: Contested Knowledge in Science and Politics**. London: Routledge, 2017. p. 222-236.

Lopes, A.; Pozzer, J.; Medeiros, J.; Ocampo, D.; Neto, L. Conceituação do movimento STEM por meio da Comunidade de Prática GEMS. In: I Simpósio Sul-Americano De Pesquisa Em Ensino De Ciências, *Anais...* 2021; Cerro Largo: UFFS. [cited 2023 May 26] Available from: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SSAPEC/article/view/14512>.

Lopes, A.; Ocampo, D.; Neto, L.; Dávila, E.; O que significa cada letra da sigla STEM? uma versão para o contexto educacional brasileiro. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 8, n. ., p. e165822, 2022. [cited 2023 May 24] Available from: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1658>. epud doi: 10.31417/educitec.v8.1658.

Marklund, B.; Backlund, P.; Johannesson, M. Children's collaboration in emergent game environments. In: Proceedings of the 8th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG 2013) [Internet]. Society for the Advancement of the Science of Digital Games; 2013. p. 306–13. Available from: http://www.fdg2013.org/program/papers/paper40_marklund_et al.pdf.

Mussi, R.; Flores, F.; Almeida, C. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico *Revista praxis educacional*, v. 17, n. 48. 2021 [cited 2023 May 23]. p 60-77.

Natalicchio, R. Como o uso das tic e da tecnologia 3D (maquete), podem contribuir no processo interdisciplinar do aprendizado, no ensino fundamental, levando-se em conta a BNCC? [dissertation on the internet]. Lisboa: Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, 2019 [cited 2023 May 24]. 122 p. Available from: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/42002>

Paiva, F.; Aparecida Gomes, V. Proposta de matriz de produção de infográficos na escola: explorando a paisagem multimodal do canva.com. *Revista do Sell*,10(2):01-26. Available from: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/sell/article/view/5895>

Pearson, G.; Young, T. **Technically speaking: Why all Americans need to know more about technology**. Washington DC: National Academy Press, 2002. 170 p.

Prensky, M. **Digital Game-Based Learning**. 1. ed. Minnesota: Paragon House, 2001. 464 p.

Pugliese G. Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) [master's thesis]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2017. 135 p.

Regitan, P. Já ouviu falar sobre inteligência espacial: saiba o que é e aprenda a desenvolvê-la. 2021 Mar 23 [cited 2023 May 26]. In: Blog da Universidade Ibirapuera: Líderes que inventam o futuro. São Paulo: Universidade Ibirapuera, 2021. [about six screens]. Available from: <https://www.ibirapuera.br/ja-ouviu-falar-em-inteligencia-espacial-saiba-o-que-e-e-aprenda-a-desenvolve-la/>.

Raizen, S.; Sellwood, R.; Todd, R.; Vickers, M. **Technology education in the classroom: Understanding the designed world**. San Francisco: Jossey-Bass, 1995. 249 p.

Sanches, C. PowerPoint como ferramenta educacional e sua contextualização nas TICs. In: *Revista Tecnologias na Educação*. 2016 [cited 2023 May 25]; 15: 1s-9s. Available from: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/08/Texto7-Powerpoint-como-ferramentaeducacional-e-sua-contextualiza%C3%A7%C3%A3o-nas-TICs.pdf>.

Sanders, M. STEM, STEM Education, STEM mania. *The Technology Teacher*. 2009; 68(4): 20-26.

Souza M. **Curso básico de arduino**. 2017. 107 p. Available from: <http://www.arduino.unir.br/images/downloads/apostila-arduino.pdf>

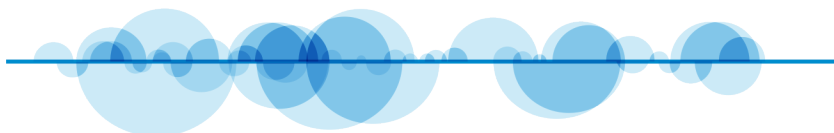
Spallone, R. **Digital Reconstruction of Demolished Architectural Masterpieces, 3D Modeling, and animation: The Case Study of Turin Horse Racing by Mollino**. In: S. Brusaporci (Ed.), Handbook of research on emerging digital

tools for architectural surveying, modeling, and representation. 2015 [cited 2023 May 23] ; Hershey: IGI Global. 476-509 p. DOI: 10.4018/978-1-4666-8379-2.ch017

Tolentino, Neto, L.; Ocampo D.; Dávila, E.; Lopes, A.; Melo, G.; Medeiros, J.; et al. **Entendendo as Necessidades da Escola do Século XXI a Partir do Movimento STEM**. Recife: Even3 Publicações. 2021 [Cited 2023 May 23]; Available from: https://publicacoes.even3.com.br/book/entendendo-as-necessidades-da-escola-do-seculo-xxi-a-partir-do-movimento-stem-422215?fbclid=IwAR21B9swtB7ep9J9pNSAZlCjIwGns_T89xEIYGkqr1JiXaFY5x540HIKtc doi:10.29327/542221

Wing, J. Computational Thinking and Thinking About Computing. In *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2008 [cited 2023 May 24]; 366(1881):3717-3725. Available from:<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0118> doi:<https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>

Zilli, S. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas [master 's thesis]. Santa Catarina: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 89 p.



COLEÇÃO ESPECTRAIS PPGECI



Apoio:

Realização:

ISBN: 978-65-87527-36-9



9 786587 527369

