



UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Thainara Lorena dos Santos Negalho Dias

**INVESTIGAÇÃO DE OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS EM PODCAST DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1.º/2023



UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Thainara Lorena dos Santos Negalho Dias

**INVESTIGAÇÃO DE OBSTÁCULOS
EPISTEMOLÓGICOS EM PODCAST DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti

1.º/2023

“Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p. 17).

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por me permitir ultrapassar os obstáculos encontrados na graduação. E ao longo do curso me conceder determinação, garra e sabedoria para seguir em frente. Sou grata pela oportunidade de conhecer e experienciar o espaço acadêmico, sobretudo da Universidade de Brasília.

À minha família, em especial a minha avó Amélia que sempre esteve ao meu lado, agradeço a ajuda, confiança, orgulho e incentivo. Obrigada a todos por acreditar nesse sonho, e possibilitar sua concretização, pela contribuição (mesmo que singela) e por todo amor dedicado. Espero honrar seus ensinamentos por meio da docência.

À minha namorada Priscila, pelo companheirismo na conclusão deste trabalho, e pela motivação nos momentos difíceis. Agradeço a amizade e carinho, por compreender o cansaço, as tristezas, as alegrias, e pelas vivências do final do curso.

À Renata... um verdadeiro anjo, agradeço de coração por toda a ajuda na revisão do trabalho, pelos conselhos, apontamentos e por toda a paciência que me direcionou à conclusão desse obstáculo chamado TCC.

Ao professor Eduardo pela orientação no TCC, e principalmente pela paciência diante das dificuldades impostas no caminho. Todas as correções, ensinamentos, e discussões construídas ao longo do curso contribuíram de forma expressiva para minha formação profissional.

Ao Demetrius por me oportunizar conhecer e me apaixonar pela Astronomia, e todo o universo dos podcasts.

Aos amigos do curso que de alguma maneira participaram da minha formação, por meio dos grupos de estudos, as conversas, e as cervejas, agradeço o companheirismo.

Por fim, agradeço à UnB, representada por todos os profissionais e estudantes que colaboram para sua excelência, e lutam para que permaneça um espaço livre, democrático e vívido.

SUMÁRIO

Surge uma nova pesquisadora no ensino de Química	vii
Introdução	9
Capítulo 1 – Popularização e Divulgação Científica	11
1.1 Popularização da Ciência	11
1.2 Divulgação Científica	13
1.3 Podcasts na Divulgação Científica	19
Capítulo 2 – Obstáculos Epistemológicos e a Divulgação Científica	22
2.1 Obstáculos Epistemológicos	22
2.2 Presença de Obstáculos na Divulgação Científica	27
Capítulo 3 – Metodologia	29
Capítulo 4 – Análise e Discussão	32
Considerações Finais	42
Anexos	44
Referências	52

RESUMO

A divulgação científica representa um importante papel no que diz respeito à popularização da Ciência e, diante do avanço tecnológico dos meios de comunicação, os podcasts surgem como mais uma ferramenta com potencial de atrair um público diversificado, com uma aposta de experiência auditiva mais agradável e descontraída, considerando a sua acessibilidade, e versatilidade. No presente trabalho, foi analisado um podcast de divulgação científica (DC), investigando a linguagem e a comunicação empregadas para, a partir dessa análise, identificar a presença de alguns obstáculos epistemológicos que distorcem o real significado de conceitos científicos, afastando o público-alvo do conhecimento científico inicialmente proposto. O objetivo é fornecer resultados que incentivem a reflexão na comunidade acadêmica e, ainda, provoquem a inquietação dos produtores de conteúdo de DC. Após uma audição atenta de um episódio do canal de divulgação científica Naruhodo, foram identificadas abordagens que potencialmente geram os obstáculos descritos por Bachelard, como o uso de metáforas, simplificações excessivas e aspectos animistas. Desta forma, este estudo destaca a importância efetiva da divulgação científica, mas alerta sobre os desafios presentes nas diferentes abordagens utilizadas na DC mediante a análise e identificação dos obstáculos presentes nos podcasts. Espera-se, desta forma, uma maior conscientização e empenho na superação desses obstáculos, visando fortalecer a formação de um público mais crítico e consciente, bem como o desenvolvimento de materiais mais efetivos para o avanço da divulgação científica no Brasil.

Palavras-chaves: Podcast; Divulgação Científica; Obstáculos Epistemológicos.

SURGE UMA NOVA PESQUISADORA NO ENSINO DE QUÍMICA

Sou Thainara Lorena, estudante de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília. Tenho 25 anos e, apesar dos desafios enfrentados para chegar até aqui, foi emocionante relembrar minha trajetória. Minha jornada com a Química começou no ensino médio, quando um grande professor notou meu interesse em meio a uma sala repleta de alunos com diferentes sonhos e particularidades.

Nunca soube ao certo a carreira que gostaria de seguir, mas, a curiosidade sempre fez parte de mim, e seu incentivo, despertou meu interesse pela Química. Mesmo com poucos recursos na escola, ele me apresentou ao laboratório de Ciências, onde tive meu primeiro contato com vidrarias e equipamentos, o que foi muito significativo e positivo em minha jornada.

Inicialmente, ingressei na UnB para cursar o Bacharelado em Química, mas logo percebi que minha verdadeira vocação estava na Educação. Com pouco tempo de curso muitas dificuldades surgiram em meu caminho, mas a principal foi a permanência. Encontrei uma forma de superar me dedicando às disciplinas noturnas da Licenciatura. Nessa fase, minha afinidade com o Ensino se consolidou, e a troca de experiências com colegas de outros cursos fortaleceu ainda mais minha paixão pela área.

Durante toda a graduação, enfrentei dificuldades acadêmicas, prazos desafiadores e outros obstáculos que me levaram a buscar ajuda profissional. Foi então que descobri ter TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade), e enfrentar um conseqüente quadro de ansiedade. A partir desse diagnóstico, aprendi a me conhecer melhor e a lidar com minhas limitações e potencialidades.

Mas quem é a Thainara além da UnB? E o que me motivou a escolher esse tema?

Além desse universo acadêmico, sou uma apaixonada por motos e torcedora fervorosa do Clube de Regatas do Flamengo. Minha curiosidade é insaciável, e sempre me disponho a ajudar aqueles que precisam. Gosto de me envolver em múltiplas atividades, mesmo que isso às vezes me sobrecarregue. Sou apreciadora de uma IPA gelada (a melhor cerveja que existe), fã de um bom e velho rock, e adoradora de Astronomia motivada pelo projeto “Astronomia Sobre Rodas”.

A escolha do tema desse trabalho foi impulsionada também por essa marcante experiência de estágio no Planetário Móvel do Sesc. Esse projeto despertou minha consciência sobre a importância do professor e a relevância do ensino interdisciplinar e transdisciplinar para diversos públicos. Através dessa experiência, desenvolvi um grande afeto pela Astronomia e uma tolerância amigável pela Física. Mas talvez o que se tornou mais importante nessa experiência foi conhecer a Divulgação Científica (DC) de maneira efetiva, na prática.

Percebi o quanto a divulgação científica é fundamental para promover uma compreensão não técnica da Ciência e proporcionar uma nova forma de ver o mundo. A experiência foi grandiosa, a partir dela aprendemos a falar de Ciência para um público diversificado utilizando diversas estratégias, como as sessões instigantes no planetário, oficinas temáticas, jogos, experimentação e, durante a pandemia, com a elaboração de podcasts.

Meu envolvimento na elaboração de podcasts de DC me permitiu perceber a grandiosidade e a importância do trabalho de um divulgador, o qual deve ser discutido, revisado e bem fundamentado para ser efetivo e responsável. Assim, me envolvi com uma construção trabalhosa, mas gratificante. E, por meio desse trabalho de conclusão, identifiquei a oportunidade de sensibilizar os divulgadores sobre a qualidade e a responsabilidade de nosso discurso ao abordar o público diversificado e, especialmente, o leigo.

Portanto, quem escreveu esse trabalho, teve uma caminhada marcada por desafios, alegrias, e muito conhecimento, mas finaliza essa trajetória acadêmica grata à UnB e à Ciência, por desempenharem um papel transformador em sua vida.

INTRODUÇÃO

A divulgação científica - DC enfrenta diversos desafios ao buscar popularizar o conhecimento científico para um público amplo, que pode ou não estar familiarizado com a Ciência. A inclusão desse público é fundamental para estabelecer um diálogo entre a sociedade e a Ciência, permitindo a alfabetização científica e, por conseguinte o exercício da cidadania.

Além disso, a divulgação científica apresenta dimensões que a tornam uma ferramenta positiva e característica da democratização, conforme destacado por Chassot (2003), que ressalta a Ciência como uma linguagem para compreender o mundo natural. Sua presença no cotidiano da sociedade é notável, proporcionando uma oportunidade para a disseminação de informações científicas.

Os meios de comunicação e informação têm desempenhado um papel fundamental na expansão da transposição do discurso da DC. Espaços como museus, centros de ciências, jornais, revistas, televisão e as recentes mídias digitais provenientes da era da internet têm possibilitado a propagação dessas informações. Apesar do crescimento das ferramentas de divulgação científica, novas iniciativas continuam a surgir, como os blogs, YouTube e os podcasts.

Esses arquivos de áudio, embora não tão recentes, têm se mostrado um formato interessante para a divulgação científica. Seus episódios incluem conhecimentos provenientes de pesquisas acadêmicas, apresentando resultados práticos, políticos ou científicos originais (CARVALHO, 2020). Leite (2015, p. 314) defende que:

Trata-se inicialmente de um arquivo de áudio que pode ser escutado em qualquer reproduutor compatível. Nos últimos anos, outros formatos foram possíveis proporcionando a disponibilização de vídeos no podcast. [...] Um podcast assemelha-se a uma subscrição de uma revista em áudio e/ou vídeo que podemos receber através da internet. Podemos escutar um podcast a partir de programas especiais que leem arquivos de índices, descarregam música e as transfere automaticamente a reprodutores de MP3.

A facilidade de acesso, o amplo alcance e a proximidade com o público ouvinte fazem do podcast uma ferramenta amplamente utilizada na divulgação científica. De acordo com a Podpesquisa 2019 (ABPOD, 2019), estima-se que 34,6 milhões de brasileiros são consumidores de podcasts.

Dentre as diversas possibilidades de abordagem da DC, Bueno (2010, p. 4) destaca:

A divulgação científica pode contemplar audiência bastante ampla e heterogênea, como no caso de programas veiculados na TV aberta brasileira, que potencialmente atingem milhões de telespectadores. Porém, também pode estar circunscrita a um grupo menor de pessoas, como no caso de palestras voltadas para o público leigo, com audiência restrita em função da própria capacidade do ambiente em que elas se realizam.

Na divulgação científica, tornar a linguagem e a comunicação mais acessíveis aos ouvintes é uma forma de se aproximar do público e considerar sua diversidade. No entanto, ao utilizar recursos para facilitar a compreensão de conceitos abstratos, existe o risco de distanciar o sujeito do seu significado real ou criar concepções alternativas dele (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

Essa distorção representa a presença de obstáculos epistemológicos em alguns materiais de divulgação científica, podendo potencialmente afastar o público do conhecimento científico, como apontado por Gaston Bachelard.

Nesse contexto, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo analisar um podcast de divulgação científica a fim de identificar a presença desses obstáculos epistemológicos. Por meio de tal análise, pretende-se contribuir para a conscientização e busca pela minimização do uso de discursos metafóricos e outros estímulos que possam levar a equívocos por parte do público-alvo em relação à Ciência.

CAPÍTULO 1 – POPULARIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Diante do percurso histórico sobre os avanços da filosofia e da ciência, é possível observar a evidente importância e participação do conhecimento científico na sociedade, principalmente em orientação a resolução de problemas sociais, políticos, econômicos, entre outros (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

Bachelard (1996, p. 18) descreve que “[...] para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico”. Sendo assim, dizer que as pesquisas se desenvolvem em resultados positivos, não é suficiente, considerando que necessitam de validação, e conseqüentemente de divulgação (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

Portanto, popularizar os trabalhos científicos não se trata apenas de comunicar à sociedade o resultado das pesquisas, mas trata-se também de reforçar e reafirmar o quão positivo é o investimento, e a comunicação do conhecimento por meio da Difusão Científica. Como Chassot (2022, p. 96) destaca, “a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informações) [...]”.

1.1 Popularização da Ciência

Promover a ciência por meio da pesquisa é insuficiente sem a veiculação dos resultados. Somente por meio da divulgação, torna-se possível a popularização dos saberes e conseqüentemente o envolvimento de novos sujeitos (GONÇALVES; NORONHA, 2011). Nessa perspectiva, afirma-se a necessidade de comunicação do conhecimento científico para além do público especializado, ou seja, o público do lado oposto aos espaços acadêmicos e científicos, em que manifesta essa demanda de popularização por meio da Divulgação Científica - DC (ANDRADE; GONÇALVES, 2019).

Ao romper as fronteiras das universidades e centros de pesquisas para o encontro com o público diverso, o conhecimento científico não se restringe ao ato de divulgar, mas se expande

tornando-se ferramenta de democratização (MELO, 1982 apud ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

Diante disso, Nogueira (2008, p. 120) expressa:

A democracia não se viabiliza sem a ciência, mas não delega tudo à ciência, nem se vale dela para reduzir os cidadãos à passividade. A ciência põe-se como fator democrático na medida em que ajuda a formar cidadãos ativos, a responsabilizar os governos e a auxiliá-los a atuar de modo mais correto, produtivo e criterioso.

Tal democratização, cria condições para a Alfabetização Científica - AC, que está ligeiramente associada a formação de uma sociedade crítica e ativa. Em outras palavras, conectar a ciência à sociedade é aproximá-la dos conceitos científicos, a fim de dar significado ao mundo, permitindo e possibilitando acesso e autonomia para compreender, influenciar e modificar seu contexto social (ALMEIDA; SOUZA, A.; SOUZA, F., 2022).

Embora existam diversas compreensões para o termo Alfabetização Científica, e extensas discussões sobre a utilização e conseqüente distinção entre os conceitos de alfabetização e letramento na literatura, a referência aqui tomada será a visão freiriana, bem como a interpretação de Chassot (2022). Para Freire, P. (1997), a alfabetização é entendida como um ato político, em que a leitura do mundo precede a leitura da palavra.

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, P., 1997, p. 110-111).

Baseando-se nesta conceituação, Chassot (2022, p. 84) reconhece o termo alfabetização científica como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”, assim, a ciência torna-se a linguagem que facilita essa leitura. Para Chassot (2003), permitir a compreensão e a leitura da ciência como linguagem é alfabetizar cientificamente, e dessa maneira, propiciar esse contato faz parte de um meio de inclusão social, que deve ser refletida na realidade da educação.

A educação científica institucionalmente interpretada pelos espaços formais de acesso ao conhecimento, é o primeiro espaço em que se deve permitir a interação entre ciência e sociedade, em contrapartida, essa interação não é garantida, tampouco determinante. Quando tratamos a divulgação científica em função da educação científica, nos referimos a um dos meios de reconstituir essa união (MAGALHÃES; SILVA; GONÇALVES, 2012).

Diante disso, ao restabelecer possibilidades de união entre os eixos sociais e a ciência, cria-se significativamente uma percepção de influência para a ciência. Esta assimilação se dá a partir da AC e sua correlação com a divulgação, que é de extrema necessidade e relevância, considerando as dificuldades de compreensão pública (MAGALHÃES, 2013).

Os desafios impostos à comunicação são grandes, frente ao grande número de “analfabetos funcionais” no país, que sabem ler, mas não detém a capacidade de interpretar e entender (NETO, 2015). Além disso, apenas a presença das tecnologias científicas na rotina da sociedade não a torna conhecedora, mas apenas uma utilizadora, que não identifica a avaliação e aplicação do conhecimento científico para questionar soluções aos problemas. Ou seja, o cidadão tem acesso à tecnologia produzida por meio da evolução científica, faz uso, mas de forma alienada não acessa e compreende o conhecimento científico que deu origem à tecnologia (ARAUJO; CHESINI; FILHO, 2014).

Mediante esse contexto, é indiscutível a evidente participação da ciência na sociedade. No entanto, o indivíduo precisa se envolver de modo que identifique, conheça, critique os saberes científicos, opine e compreenda as implicações. Assim, a alfabetização é um processo contínuo capaz de aproximar o sujeito da ciência, e possibilitar essa percepção acerca da cultura científica (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

De modo geral, e em concordância com Lorenzetti e Delizoicov (2001), a alfabetização científica permite a construção de diferentes ideias fundamentais: no âmbito prático, cívico e cultural. Ademais, os objetivos se estabelecem em aptidão para resolução de problemas básicos, atenção para a ciência e suas implicações, em orientação as decisões, e por fim, o interesse e curiosidade para se dedicar a cultura científica.

Para acessar tais objetivos, é importante estabelecer a comunicação entre ciência e público. Por isso, é expressiva a contribuição da divulgação científica, especialmente com relação ao aumento das ferramentas e materiais de socialização (MAGALHÃES; SILVA; GONÇALVES, 2012).

1.2 Divulgação Científica

As práticas de divulgação são tão antigas quanto as criações da humanidade. No Brasil, os primeiros registros significativos partem de 1808, com a criação de jornais e revistas oficiais. Entre eles estão, *A Gazeta do Rio de Janeiro*, *O Correio Braziliense* e *O Patriota*, que remetem a presença da Família Real Portuguesa, e ao inquieto período entre independência e consolidação do Segundo Império no Brasil (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Mais adiante, está um importante período para a DC, caracterizada pela década de 1920, em que a comunidade científica começou a preocupar-se com as metodologias capazes de socializar o determinante papel da ciência para a sociedade (NETO, 2015). Então, por consequência da movimentação de profissionais ligados a instituições educacionais e científicas, em 1922, foram fundadas a Academia Brasileira de Ciências - ABC, e a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Candidata a primeira rádio brasileira, a Rádio Sociedade, surge por influência dos membros da ABC com intuito de veicular e efetivamente difundir informações de caráter científico, cultural e educacional. Os programas incluíam música e informativos, além de palestras e cursos sobre as mais variadas áreas do conhecimento (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Einstein que visitou o Brasil alguns anos depois, em 1925, comentou brevemente na Rádio Sociedade sobre a relevância da difusão científica a partir da ferramenta:

Após minha visita a esta sociedade, não posso deixar de, mais uma vez, admirar os esplêndidos resultados a que chegaram a ciência aliada à técnica, permitindo aos que vivem isolados os melhores frutos da civilização. É verdade que o livro também o poderia fazer e o tem feito, mas não com a simplicidade e a segurança de uma exposição cuidada e ouvida de viva voz. O livro tem de ser escolhido pelo leitor, o que por vezes traz dificuldades. Na cultura levada pela radiotelefonía, desde que sejam pessoas qualificadas as que se encarreguem da divulgação, quem ouve recebe, além de uma escolha judiciosa, opiniões pessoais e comentários que aplainam os caminhos e facilitam a compreensão. Esta é a grande obra da Rádio Sociedade (MOREIRA; MASSARANI, 2002, p. 52-53).

Apesar do otimismo consolidado pelo alcance do recente meio de veiculação da ciência, as expectativas sobre a difusão foram ligeiramente atribuídas à sua capacidade de democratização do saber (MOREIRA; MASSARANI, 2002). E no período seguinte, entre os anos 30 e 70, nota-se os grandes avanços na DC, todos caracterizados pela era de industrialização que mirava apresentar à população os impactos positivos da tecnologia e inovação (NETO, 2015).

Nos anos 40, começou a atuar um dos fundadores da ABC, médico, microbiologista, economista e professor da Universidade de São Paulo, o divulgador José Reis, um dos principais nomes no pioneirismo do jornalismo científico no Brasil. Ele criou seções científicas como o *Mundo da Ciência*, e a *Ciência de 30 dias* com contribuições em jornais como o *Folha da Manhã*, e o *Folha de São Paulo*, assim como outros espaços de divulgação (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Já em 1948, surgem as primeiras entidades, como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC, que promoviam reuniões, eventos, simpósios, conferências e encontros diversos com intuito de propiciar discussões sobre a comunicação científica (NETO, 2015).

Também caracterizando o destaque das pesquisas na área científica do país, em 1951, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq é fundado, e com ele o gerenciamento e financiamento de pesquisadores brasileiros. Ainda no mesmo ano, foi criada a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, designada a garantir formação de qualidade aos profissionais especializados com propósito de atender as necessidades de desenvolvimento do país (NETO, 2015).

A partir daí, nos anos 60, formaram-se grandes movimentações, como centros de ciência, voltados à popularização do conhecimento. No entanto, estes estavam mais direcionadas aos espaços formais de ensino, influenciados pelas transformações educacionais nos EUA (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Nesse período, ocorre o golpe militar, e com ele reflexos consideráveis a todas as áreas do país, momento em que a SBPC atraiu grande atenção de apoiadores tais como estudantes, professores e cientistas, em virtude de sua significativa oposição à ditadura. Desde então, a comunidade científica repercutiu as contribuições da divulgação científica mediante o seu importante papel de inclusão social (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Em virtude disso, as reuniões da SBPC, passam a efetivamente discutir a adoção da difusão científica como uma ferramenta capaz de aproximar, e motivar os jovens brasileiros (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

As demais atividades de DC, surgem dos anos 80 em diante por iniciativas diferentes, tais como os jornais diários, programas de TV como o *Nossa Ciência*, e o *Globo Ciência*, e revistas tais como a *Ciência Hoje*, projeto da SBPC. Todos estes materiais tinham o objetivo de aproximar o público leigo da comunidade científica, e de forma única, da ciência produzida no Brasil (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

As entidades como a SBPC, e as instituições públicas de amparo à pesquisa, certamente participaram da consolidação e abrangência das políticas de DC, representadas por sua ampla presença nas mídias, tal como no surgimento de museus e centros de ciência (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Com base nesse breve contexto, as últimas décadas revelaram um característico crescimento das ferramentas de DC, principalmente nas redes, com a chegada da internet

atingindo os blogs, o Youtube e as ferramentas do espaço audiovisual (PINCELLI; AMÉRICO, 2018).

Na interpretação de Lima e Giordan (2014, p. 16):

Tomamos a Divulgação Científica como uma prática já consolidada e em franca expansão em nosso país, ao passo que existem diversas formas de divulgar a ciência como jornalismo científico, museus de ciências, centros de ciências, palestras, documentários, filmes, livros, dentre outros.

Ainda em conformidade com Lima e Giordan (2014), apesar de sua ampla abordagem, a DC ainda é um intenso conceito em discussão, diante do estudo de suas terminologias e formatações.

O uso dos termos tais como difusão, disseminação, divulgação e jornalismo científico, na perspectiva de retratar questões associadas à veiculação dessas informações científicas, é recorrente. Contudo, não há real distinção no emprego, o que é extremamente relevante para definir sua compreensão (GOMES, 2019).

Nessa perspectiva, Bueno (1985, p. 1420) destaca:

[...] cada um desses conceitos assume contornos próprios, ainda que se articulem num terreno comum: processos, estratégias, técnicas e mecanismos de veiculação de fatos e de informações que se situam no universo da ciência e da tecnologia.

Assim sendo, o conceito de difusão científica possui um caráter global, no qual estão inseridos e conseqüentemente circunscritos os demais conceitos. Em essência, a difusão integra tanto o material direcionado ao público especializado e seus periódicos, como o que transpõe a informação ao público não especializado. Dessa forma, o propósito da difusão se desprende em duas ideias centradas nas características descritas para a veiculação, ora para divulgação científica, ora para comunicação científica (BUENO, 1985).

Partindo dessa compreensão, a diferença entre os termos pode ser sinalizada tomando as referências de Bueno (1985), bem como as contribuições de Gomes (2019). Bueno (2010) diferencia a disseminação científica (ou comunicação) da divulgação científica, utilizando como critérios o público, os canais ou ambientes em que se veiculam as informações, e a intenção de cada processo.

A transposição de informações científicas numa linguagem especializada, situadas em canais mais restritos, e direcionadas à especialistas, trata-se da disseminação ou comunicação científica (GOMES, 2019). Logo, o papel da comunicação científica se descreve em veicular as informações para esse público, e, portanto, há a atribuição de uma linguagem rigorosa sem

modificação no discurso transmitido, considerando que o objetivo principal está em preservar e validar o que se comunica (ANDRADE; GONÇALVES, 2019).

Isto posto, a divulgação científica se estabelece em outro objetivo, que é alcançar o público leigo. Portanto, o emprego de termos técnicos sem alguma decodificação obscurece a compreensão da informação, sendo necessário uso de recursos facilitadores no discurso dos divulgadores. Com tais características, nos referimos à essa divulgação como a propagação de informações, numa linguagem decodificada, para um público leigo, por meio de canais mais acessíveis (GOMES, 2019).

Para Reis (2002), a DC é baseada numa formatação disponível, simples e clara de transpor o conhecimento científico à população, compreendendo esse saber numa perspectiva revolucionária e interessante, mas não se restringindo a isso, visto que a popularização da ciência compreende também seu entendimento enquanto um processo, e, portanto, inacabado.

Os canais de transmissão da informação científica atingem diversos espaços, de restritos eventos técnico-científicos e periódicos, a acessíveis programas de TV, palestras e as recentes mídias sociais (GOMES, 2019).

Com este panorama, e a presença tão comum da imprensa, se confunde a prática do jornalismo científico com a atividade do divulgador. Essa ideia é equivocada, pois o jornalismo científico se refere a um formato, ou ferramenta de divulgação científica (GOMES, 2019). Sob o mesmo ponto de vista, Bueno (1985, p. 1422) aponta:

É importante frisar que a divulgação científica não se restringe ao campo da imprensa. Inclui os jornais e revistas, mas também os livros didáticos, as aulas de ciências do 2º grau, os cursos de extensão para não-especialistas, as estórias em quadrinhos, os suplementos infantis, muitos dos folhetos utilizados na prática de extensão rural ou em campanhas de educação voltadas, por exemplo, para áreas de higiene e saúde, os fascículos produzidos por grandes editoras, documentários, programas especiais de rádio e televisão etc.

Sobretudo, dentre tais semelhanças, estão as intenções da DC e do jornalismo científico no que tange a comunicação da informação especializada, pensando em sua transposição ao público leigo. As discordâncias estão apenas nas características do profissional responsável pelo discurso (BUENO, 1985).

Embora se reconheçam as diferenças entre as atividades, de maneira análoga, há identificações também ao enfatizar as propostas de democratização da ciência. O jornalismo científico retrata uma das diversas manifestações da divulgação científica, tal como as literaturas de cordel, textos, filmes, palestras, teatros, e os meios de comunicação em massa como jornais, TV aberta, entre outros (BUENO, 2010).

Ao distinguir a utilização de todos esses termos referentes à DC, é importante que igualmente, e com a mesma preocupação conceitual, evidencie seu acesso numa perspectiva social e contextualizada (GOMES, 2019).

Em vista disso, Fourez (1995) discute as implicações sociopolíticas da vulgarização científica, ao reafirmar sua importante relação, na medida em que se permite o diálogo entre especialistas e a sociedade. A população pautada nesse discurso científico, em sua visão, detém poder, e desse conhecimento (poder) pode usufruir (FOUREZ, 1995).

No pensamento de Fourez (1995), essa vulgarização deve permitir que as pessoas saibam aplicar tal conhecimento em seu contexto social, e não que permaneçam apenas admirando à distância os feitos da comunidade científica. Assim, se a DC implicar numa mudança social, no sentido de influenciar as decisões para ao menos permitir a escolha crítica dos especialistas de confiança, ela representa uma forma de transmissão de poder (FOUREZ, 1995).

[...] aquilo de que as pessoas necessitam para participar de maneira significativa nos debates ou nas decisões que lhes dizem respeito não é tanto de conhecimentos técnicos especializados. É inútil compreender química para compreender as vantagens e inconvenientes das aspirinas. É inútil conhecer a resistência dos materiais para saber utilizar um martelo. Não obstante, conhecer certas propriedades dos alimentos pode permitir que eles sejam adquiridos de maneira mais satisfatória (FOUREZ, 1995, p. 222).

Até certo ponto concordamos com Fourez (1995), quando diz que a sociedade puramente leiga não necessita, a princípio, de informações tecnicistas e de caráter mais complexo para adquirir conhecimentos práticos e de causa. Mas, discordamos que essa compreensão de todo modo seja inútil, visto que o acesso ao conhecimento “efeito de vitrine” por ele nomeado, também cria condições para uma transmissão de poder e uma inclusão social.

Portanto, qualquer que seja o conhecimento científico acessado pelo indivíduo, essa decisão deve ser tomada por ele. Logo, numa perspectiva cultural, a DC precisa entre outros aspectos fazer da ciência um interesse comum, pois o conhecimento dela protagoniza o domínio no âmbito político-ideológico, e de políticas públicas direcionadas a própria ciência e tecnologia (GOMES, 2019).

Recordando a concepção de Chassot (2003, p. 91-92), “[...] a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida. Isso é muito significativo”.

1.3 Podcasts na Divulgação Científica

Como discutido, divulgar é a “[...] utilização de recursos, técnicas e processos para a veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público em geral” (BUENO, 1985, p. 1421). Em vista disso, popularizar essas informações requer também a utilização de meios de comunicação, considerando sua frequente presença no cotidiano do público-alvo, e sua determinante capacidade de impactar as interações sociais e de comunicação (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2022).

Com o início da era tecnológica, ocorre um impulso informacional presente em todos os espaços, fator enfático para uma dinâmica de aprendizagem que não se restringe aos espaços formais de ensino. A comunicação facilitada, e o conhecimento instantâneo na tela dos celulares, computadores, gibis, televisão, e na internet como um todo, reestrutura e constrói um novo entendimento sobre a DC (SOUZA; GONÇALVES, 2019).

Desse modo, Reale e Martyniuk (2016, p. 6) destacam:

A divulgação científica nas redes digitais constitui um caminho possível para o fomento de uma comunicação da ciência, utilizando o potencial do ambiente digital como meio de integração, socialização e trocas de experiência, informação e conhecimento. Ela trabalha para promover uma nova cultura científica na qual o diálogo com a população aconteça de maneira natural.

De fato, as ferramentas de áudio com suas transições de estilos e leituras, configuram uma dessas apostas para aproximar o público do conhecimento, admitindo uma experiência dinâmica e descomplicada. Os podcasts surgem nesse contexto, como uma revolução às ferramentas de comunicação de áudio em escala mundial, com potencial de provocar e permitir ao público, acesso agradável e acessível à informação (FIGUEIRA; BEVILAQUA, 2022).

Apesar de definido como arquivo digital de áudio, é possível apresentá-lo também como uma tecnologia de oralidade, visto que os programas podem mesclar as falas do apresentador com músicas, e reproduzir sob a forma textual as falas dos participantes com o viés de incluir o público surdo na modalidade (FREIRE, E., 2017). Com isso, podemos descrever o podcast como um “modo de produção/disseminação livre de programas distribuídos sob demanda e focados na reprodução de oralidade, também podendo veicular músicas/sons” (FREIRE, E., 2013, p. 47).

O uso do termo, tal como o consequente sucesso do recurso tem origem a partir de três nomes: Dave Winer, Adam Curry e Ben Hammersley (CARVALHO, 2020).

O primeiro, Dave Winer, criou uma maneira de hospedar arquivos de áudio demonstrando seu endereço e permitindo a realização de downloads automáticos. Com esse recurso, em 2003, Winer disponibilizou entrevistas para Christopher Lyndon na internet (LUIZ; ASSIS, 2009).

A partir daí, em 2004, Adam Curry desenvolveu uma forma de transferir para o iTunes os áudios disponibilizados entre os agregadores, ocasião que promoveu o download dos arquivos de áudio (MACK; RATCLIFFE, 2007).

Segundo Luiz e Assis (2009), ainda em 2004, Ben Hammersley sugeriu o nome podcasting para se referir ao formato de transmissão das entrevistas de Lyndon, no jornal *The Guardian*. O termo podcasting, faz referência direta ao iPod, popular reprodutor de mídia da Apple, e seu sufixo faz menção a expressão inglesa broadcasting, recurso de transmissão de informações que utiliza a rádio para propagação (FOSCHINI; TADDEI, 2006).

O nome sugerido por Hammersley foi assumido, mas não permaneceu limitado aos reprodutores do iTunes, rapidamente se consolidou entre os demais aparelhos e ficou finalmente conhecido como podcast. A grande inovação dos podcasts está centrada na liberdade de acesso do ouvinte aos arquivos, e sobretudo a ausência de imposição das mídias (LUIZ; ASSIS, 2009).

Sobre essa liberdade do usuário, Luiz e Assis (2009, p. 9) destaca:

[...] o podcast, é um arquivo de mídia disponível para acesso 24 horas por dia, durante todos os dias do ano, enquanto o servidor estiver funcionando. Além disso, assinar um podcast possibilita que o arquivo de mídia esteja em sua posse, em seu computador, sem precisar pensar em baixá-lo, pois os programas agregadores fazem isso.

Certamente, a popularidade associada aos podcasts foi idealizada também pelo surgimento das plataformas de streaming, tais como o Deezer, Spotify, SoundCloud, Google Podcasts, entre outras. Estes aplicativos de hospedagem, se encarregam de distribuir e permitir o download dos arquivos de áudio almejando alavancar seu conteúdo, e conseqüentemente seu alcance (FIGUEIRA, 2020).

A intensa propagação de informações gerada pela existência desses canais, e a sua conseqüente interação com os ouvintes, suprime a ideia de receptor de mídia passivo, e promove uma nova perspectiva sobre a distribuição de informação (LUIZ, ASSIS, 2010).

Com a evidência dos programas, o número de ouvintes se multiplicou. E o perfil majoritário do público interessado em compreender sobre temas variados, também favoreceu e captou a atenção para uma proposta de socialização da ciência (MARQUES, 2019).

Embora a DC não se refira restritamente a decodificação ou tradução da linguagem científica, esses incrementos de comunicação proporcionam o fortalecimento da democratização da cultura científica a toda a sociedade, e a utilização da tecnologia, estimula seu emprego nos espaços formais e não-formais. Com essa narrativa, cria-se um espírito de atenção por parte dos divulgadores, acerca das possibilidades de propagação e das metodologias para atingir o público desejado (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2020).

Sobre a ferramenta, Dantas e Deccache-Maia (2022, p. 3), reconhece o destaque:

[...] os equipamentos e materiais de divulgação científica que trazem uma linguagem inteligível, sem, no entanto, banalizar o conteúdo, constituem-se bons aliados ao ensino que se proponha formar um cidadão transformador, crítico, engajado politicamente e comprometido com os assuntos relevantes, como aqueles voltados para a sua realidade.

Logo, os podcasts mediante às suas positivas contribuições, representam uma tecnologia acessível e descomplicada, capaz de potencializar um aproveitamento para introdução e reforço das temáticas científicas. Esse aspecto, o configura naturalmente como um recurso amplamente interessante para a DC (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2022).

CAPÍTULO 2 – OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS E A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Neste capítulo, buscamos apresentar Gaston Bachelard e suas principais concepções literárias, objetivando conhecer brevemente sua visão sobre os obstáculos epistemológicos. A partir dessa exposição, apresentaremos as ideias que permeiam e bloqueiam o processo de construção do conhecimento científico.

2.1 Obstáculos Epistemológicos

Gaston Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884, na França, e faleceu em 16 de outubro de 1962, em Paris. Suas obras plurais transitam pelos campos da Filosofia das Ciências, Psicologia e Literatura (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

A partir de suas ideias filosóficas habitam o pluralismo vívido de seus pensamentos, persistentes aos rótulos (LOPES, 1996). Entre os seus livros mais importantes está “A formação do espírito científico” escrito em 1938, em que descreve textos e conceitos científicos com clareza e sábia interpretação (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

A concepção de sua epistemologia está presente por todas as suas obras, assim como sua preocupação com a evolução da ciência, e do pensamento científico. Entre outras reflexões, ele descreve em sua análise que o conhecimento comum tem origem na experiência, e esta permite a indução de erros que precisam ser retificados para a formação do conhecimento científico (BACHELARD, 1996).

O conhecer é um processo intenso de construção e desconstrução, que efetivamente forma o conhecimento aberto e dinâmico no sujeito. Tal conhecimento em formação, é entendido como espírito científico na visão de Bachelard (1996). Partindo dessa ideia, é legítimo associar sua exposição a diversos conhecimentos, entre eles o de senso comum, que exhibe uma barreira ao espírito científico (BACHELARD, 1996).

A ciência, tanto por sua necessidade de coroamento como por princípio, opõe-se absolutamente à opinião. Se, em determinada questão, ela legitimar a opinião, é por motivos diversos daqueles que dão origem à opinião; de modo que a opinião está, de direito, sempre errada. A opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimentos. Ao designar os objetos pela utilidade,

ela se impede de conhecê-los. Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la (BACHELARD, 1996, p. 18).

Nesse sentido, Costa (1998) expressa que o conhecimento científico se forma a partir da destruição de pré-conceitos do cotidiano, isto é, o pensamento científico se constrói em oposição aos obstáculos epistemológicos. Bachelard (1996, p. 17) ainda detalha sua compreensão acerca dos obstáculos epistemológicos:

E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos.

De acordo com Melo (2005), no âmago do desejo de conhecer devem estar os questionamentos, que diante das soluções, orientam e impulsionam o indivíduo para superação dos obstáculos. Dessa forma, o processo é considerado descontínuo, como o desenvolvimento da ciência (DOMINGUINI; SILVA, 2010). Todas essas rupturas e transformações na evolução do pensamento científico, participam naturalmente das transições estruturando a cultura científica (MELO, 2005).

Ao afrontar a acomodação, estado capaz de destruir o espírito científico, toma-se como principal intenção “[...] colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir” (BACHELARD, 1996, p. 24).

Em seu livro “A formação do espírito científico”, Bachelard (1996) descreve alguns obstáculos como: a primeira experiência, o obstáculo generalista, obstáculo verbal, obstáculo unitário e pragmático, obstáculo substancialista, obstáculo realista, obstáculo animista, e o obstáculo do conhecimento quantitativo. Estes serão brevemente descritos.

O primeiro obstáculo é a experiência primeira, “[...] a experiência colocada antes e acima da crítica - crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico” (BACHELARD, 1996, p. 29). Aqui o indivíduo confronta a realidade tomado pelo anseio de conhecer, a partir daí absorve tudo que consegue de forma passiva, e acrítica. Deve-se, no entanto, superar essa impressão primária recuperando as condições de origem, reavendo as críticas e retificando as diferenças, em busca do conhecimento científico (DOMINGUINI; SILVA, 2010).

Uma ciência que se baseia em imagens se torna refém das metáforas (BACHELARD, 1996). Neste obstáculo há uma supervalorização do objeto estudado, configurando um conhecimento superficial e limitado (LABATI-TERRA et al., 2014).

A generalidade, é colocada como o segundo obstáculo bachelardiano, e na perspectiva de Costa (1998), tem origem a partir do empirismo mal interpretado do conhecimento pré-científico. Tal leitura induz a conclusões gerais, que criam dúvidas sobre a utilidade do conhecimento. Nesse sentido, “[...] tudo é compreendido, tudo é explicado, assim como tudo é generalizado” (COSTA, 1998, p. 159).

Guerra, et al. (2019) destaca que há uma precipitação do meio científico em generalizar as teorias, leis e demais observações, associadas ao domínio intelectual, o que pode desencadear a divulgação de um conhecimento inacabado e repleto de distorções. O conhecimento geral adota uma característica vaga, considerando que sua finalidade é a universalização, e não a objetividade.

A generalização pode facilitar momentaneamente a compreensão, mas esse entendimento pode bloquear o interesse pelo estudo mais aprofundado, uma vez que a resposta já está bem definida, pronta. A lei geral é suficientemente satisfatória para que se perca o interesse por estudá-la. Parte dos obstáculos propostos é de alguma forma, consequência de generalizações inapropriadas, de modo que o conhecimento geral acaba sendo um conhecimento vago (COSTA, 1998 apud GUERRA; et al., 2019, p. 6).

O obstáculo verbal está associado ao uso imoderado de termos científicos, analogias, metáforas e jargões (LABATI-TERRA et al., 2014). Segundo Bachelard (1996), tal obstáculo está fundamentado na associação de uma palavra concreta, a uma palavra abstrata, assim como no emprego de imagens para aproximar o sujeito do conceito. No entanto, essa tentativa de simplificar a linguagem científica pode prejudicar e distanciar seu entendimento. Naturalmente, torna-se um dos obstáculos mais difíceis de superar, pois é sustentado numa filosofia fácil.

De acordo com Silva et al. (2015, p. 6):

[...] o uso indiscriminado de termos científicos, sem distinguir seus significados em relação aos termos da linguagem comum, pode não apenas impedir o domínio do conhecimento científico, como também cristalizar conceitos errados, verdadeiros obstáculos à abstração.

Já no obstáculo substancialista, percebe-se a identificação dos materiais a partir de suas características intrínsecas e superficiais (LABATI-TERRA et al., 2014). Este atribui qualidades diversas a substância, construindo uma ideia oposta ao pensamento científico (GUERRA et al., 2019). Bachelard (1996, p. 140) em sua tese expõe que “[.] o progresso do pensamento

científico consiste em diminuir o número de adjetivos que convém a um substantivo, e não em aumentar esse número. Na ciência, os atributos são pensados de forma hierárquica e não de forma justaposta”.

O substancialismo confronta o espírito científico e satisfaz uma mente limitada, quando relaciona unicamente o fenômeno com a substância. Essa ligação não é suficiente, pois é necessária uma relação sólida e detalhada com outros objetos, a fim de evitar conceitos equivocados da própria substância (BACHELARD, 1996). “[...] O exemplo do ouro como cor ou das qualidades de viscoso, untuoso, tenaz aplicados por Boyle a eletricidade representa a adjetivação de fenômenos” (DOMINGUINI; SILVA, 2010, p. 10).

Nessa sedução substancialista, há uma visão interpretada como uma forma de expressar o fenômeno. No entanto, não se utiliza apenas de uma palavra para descrevê-lo, em muitos casos, emprega-se um pensamento (LABATI-TERRA et al., 2014).

Pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira gruda na parede eletrizada, logo, a eletricidade é uma cola, um visco. É assim adotada uma falsa pista em que os falsos problemas vão suscitar experiências sem valor, cujo resultado negativo nem servirá como advertência, a tal ponto a imagem primeira, a imagem ingênua, chega a cegar, a tal ponto é decisiva sua atribuição a uma substância (BACHELARD, 1996, p. 128-129).

O obstáculo do conhecimento unitário e pragmático se relaciona às concepções finalísticas da ciência, com adoção de aspectos utilitários e inquestionáveis dos fenômenos científicos (LABATI-TERRA et al., 2014). Trindade, Nagashima e Andrade (2019) admitem ao caráter unitário do obstáculo, a responsabilidade pelas demasiadas generalizações. Conforme Bachelard (1996, p. 107):

[...] a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço. Para tal, basta uma maiúscula. As diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza. Não é concebível que a experiência se contradiga, ou seja, compartimentada. O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa.

Já o obstáculo realista, pode ser identificado quando a proposta de investigação científica se limita ao concreto, e assim não há expansão ao abstrato (BACHELARD, 1996). Há uma descrição do objeto real com uso de metáforas, sem preocupar-se com a abstração, assim impedindo que não se ultrapasse a perspectiva do concreto (DOMINGUINI; SILVA, 2010).

[...] a racionalização prejudica a pesquisa puramente racional. A mistura de pensamento erudito e de pensamento experimental é, com efeito, um dos maiores obstáculos para o espírito científico (BACHELARD, 1996, p. 166).

Como obstáculo animista, é possível se referir a ideia animada de fenômenos físicos, tratando-os como se fossem dotados de vida (LABATI-TERRA et al., 2014). Conceder às substâncias e fenômenos a característica vital, pode decompor e distorcer o conhecimento em afronte a realidade não vital das coisas (BACHELARD, 1996). O animismo bloqueia a objetividade e a abstração, e isola o conhecimento científico no concreto. Para Lopes (1993, p. 328) esse método tem suas complicações:

Utilizam metáforas realistas de animistas, caras ao espírito [...], visando com isso facilitar o aprendizado, ou melhor, a operacionalização de conceitos. Dizer que o átomo de carbono é uma pequena pirâmide, conferindo a noção de sólido palpável a um conceito abstrato, ou afirmar que o carbono tem quatro braços.

Neste desejo animista não há caráter científico, mas sim a vulgarização dos conceitos com o pretexto de descomplicar a ciência (LOPES, 1990). Lopes (1993) ainda argumenta, a ideia de simplificar a ciência a qualquer custo, tentando torná-la simples, carrega o risco inerente de negá-la.

O último obstáculo a ser retratado é o quantitativo, que é aquele considerado isento de erro, partindo de uma ideia quantitativa para objetiva (BACHELARD, 1996). De acordo com Bachelard (1996), há uma dedicação do sujeito em tomar e medir um objeto mal definido, sem atentar-se efetivamente para uma discussão acerca de suas medidas, ou de sua imprecisão.

De fato, uma das exigências primordiais do espírito científico é que a precisão de uma medida refira-se constantemente à sensibilidade do método de mensuração e leve em conta as condições de permanência do objeto medido. Medir exatamente um objeto fugaz ou indeterminado, medir exatamente um objeto fixo e bem determinado com um instrumento grosseiro, são dois tipos de operação inúteis que a disciplina científica rejeita liminarmente (BACHELARD, 1996, p. 261).

Diante da apresentação dos diversos obstáculos epistemológicos na filosofia bachelardiana, é importante destacar que estes possuem um caráter “polimorfo”, e não aparecem isoladamente em textos, discursos ou teorias científicas (BULCÃO, 1981 apud LABATI-TERRA, et al., 2014).

Assim, esses desafios precisam ser identificados, e independente de sua natureza, retificados. O processo de reconstrução do saber, exige a superação destes obstáculos, tal como o levantamento de questionamentos, e o abandono do conhecimento comum (LOPES, 1993).

Nessa perspectiva, Bachelard provoca a reflexão sobre o uso de abordagens específicas no processo de ensino, e instiga a busca por respostas à superação dessas dificuldades (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

2.2 Presença de Obstáculos na Divulgação Científica

Segundo Bueno (1985), percebe-se no processo de adaptação da linguagem especializada (ou decodificação), a possibilidade de mais facilmente atingir um público amplo, seja ele leigo ou não. Essa é uma das tarefas atribuídas à divulgação, popularização ou vulgarização científica.

Toda essa democratização da ciência é positiva. No entanto, é relevante traçar reflexões sobre essa mediação, em alguns casos realizada pelos divulgadores, em outros por jornalistas (GOMES, 2019). Para Bueno (2010, p. 4) “[...] tal mediação costuma aumentar o nível de ruídos na interação com o público, comprometendo, inclusive, a qualidade da informação, porque, pelo menos no caso brasileiro, alguns fatores intervêm nesse processo”.

Um dos objetivos da DC, é certamente, se comunicar com o público não especializado e provocar o entendimento dos termos técnicos acerca da ciência, que frequentemente possui certa complexidade. Entretanto, é preciso ter cautela para não promover compreensões equivocadas (GOMES, 2019). Esses equívocos na concepção de Bueno (2010) e Gomes (2019), surgem da utilização de recursos tais como metáforas, infográficos, ilustrações e métodos que facilitem o discurso. Segundo ele:

Há, portanto, na divulgação científica, embate permanente entre a necessidade de manter a integridade dos termos técnicos e conceitos para evitar leituras equivocadas ou incompletas e a imperiosa exigência de se estabelecer efetivamente a comunicação, o que só ocorre com o respeito ao *background* sociocultural ou linguístico da audiência (BUENO, 2010, p. 3).

Assim, manifestam-se os obstáculos epistemológicos, desviando o real objetivo do processo criativo de formação do espírito científico. Com base no pensamento de Bachelard, os desafios epistemológicos configuram bloqueios que interrompem a aprendizagem, e impede o acesso ao conhecimento científico (BACHELARD, 1996).

Apesar de não haver diretamente a interlocução do discurso, ou seja, uma comunicação direta, na maioria das formas de DC, compreender a sua apresentação e sua consequente ação na sentença é extremamente importante para superação (DOMINGUINI; SILVA, 2010).

Bachelard (1996), reitera que esses desafios aparecem em diversas representações e circunstâncias, em que uma de suas demonstrações mais evidentes é o conhecimento comum

(ou senso comum). Entre outros aspectos preocupantes à construção desse conhecimento, de acordo com Stadler et al. (2012), está o obstáculo verbal, pois sua análise sobre os livros didáticos permitiu perceber que conforme ocorrem nos materiais de DC, há uma tentativa falha de simplificar a linguagem científica e termos abstratos, conduzindo os leitores ao equívoco. Assim, Costa (1998, p. 154) cita:

Evoluir, diversificar, precisar, retificar, complexificar, para a epistemologia bachelardiana, é dinamismo para fugir da certeza e da unidade. É inquietar nossa própria razão e desfazer nossos hábitos, é valorizar a pergunta mais do que a resposta, e não basear nada na opinião, pois nada é evidente e tudo é construído.

Em suma, e conforme Bachelard (1996), aproximar o conhecimento dinâmico e estruturado nesse processo de aprendizagem, instiga verdadeiramente a evolução do espírito científico. E, portanto, a identificação dos desafios configura-se apenas no primeiro passo em direção à superação deles.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Neste trabalho, propomos investigar os podcasts utilizados como instrumentos de Divulgação Científica (DC), com o objetivo de identificar e confrontar, de maneira qualitativa, as implicações de alguns obstáculos epistemológicos presentes no conteúdo desses materiais. Além disso, buscamos avaliar subjetivamente seus impactos na compreensão do público-alvo diante dos discursos propagados.

Inicialmente, a escolha da plataforma Spotify foi justificada pela nossa familiaridade com ela. Durante o período de experiência no projeto "Astronomia Sobre Rodas", utilizamos essa plataforma para avaliar os episódios, e observar estatísticas relacionadas aos ouvintes. Ademais, aproximadamente 87,2% dos ouvintes são provenientes do Spotify (ABPOD, 2020).

Para fundamentar nossa análise, nos baseamos em pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Podcasters (ABPOD), que divulgam informações sobre a natureza dos produtores de podcasts, a diversidade de público e os conteúdos consumidos pelos ouvintes. Essa pesquisa tem como objetivo estimar o perfil do público para direcionar o conteúdo, tornando-o mais assertivo e focado em seus consumidores. A partir dessas informações, escolhemos o canal de categoria científica que se encontra entre os 20 mais ouvidos segundo a Podpesquisa de 2019 (ABPOD, 2019).

O canal de podcast escolhido para a pesquisa foi o “Naruhodo”, que se apresenta no Spotify como “o podcast pra quem tem fome de aprender: ciência, senso comum, curiosidades e muito mais”. Esse podcast é conduzido por dois apresentadores: o intitulado leigo curioso, Ken Fujioka, e o cientista PhD, Altay de Souza. É relevante notar que, embora o podcast se insira na categoria "ciência", seus dois narradores não têm formação acadêmica na área. O proprietário, Ken Fujioka, é empresário, publicitário e mentor de startups, enquanto o sócio cofundador, Altay de Souza, possui formação acadêmica em Psicologia, incluindo um mestrado e doutorado, com foco na área experimental dos estudos de psicologia.

A abordagem adotada é diversa e, até o momento da pesquisa, possui 370 episódios publicados em resposta às perguntas dos ouvintes. Dois exemplos de temas abordados são: “Por que pedimos desculpas?” e “Como saber se uma pesquisa foi feita de forma ética?”.

O título “Naruhodo”, do próprio podcast, é uma expressão em japonês que indica um caráter afirmativo, como: “pois é”, “entendo” e “certo”. Criado em 2016, o podcast possui aproximadamente 3.000 avaliações positivas na plataforma, atribuindo-lhe nota 5. É relevante notar que, segundo a Podpesquisa de 2019 (ABPOD, 2019), o “Naruhodo” ocupa a 12ª posição no ranking dos podcasts mais ouvidos.

Figura 1 – Capa Naruhodo



Fonte: B9 Conteúdo e Mídia

Para a seleção dos episódios, utilizamos as palavras-chave “átomo” e “radiação” para identificar conceitos químicos que aparecem com maior frequência nas redes virtuais. Essa escolha foi motivada pela breve experiência nos estágios obrigatórios em escolas públicas. Além disso, a abordagem da “atomística” faz parte de conceitos frequentemente discutidos em diversos contextos acadêmicos, especialmente no campo da educação.

Os dois episódios encontrados fazem parte das produções do canal Naruhodo: “*Naruhodo #65 - Existe um microscópio que consegue ver átomos?*” e “*Naruhodo #59 – Roupas com proteção solar funciona?*”. Dada a extensão dos episódios e a quantidade de material produzido nesta análise para o presente trabalho, optamos por selecionar apenas o episódio “*Existe um microscópio que consegue ver átomos?*”.

Para fundamentação, realizamos uma revisão bibliográfica de estudos que abordam a mesma temática, ou que possam contribuir para a definição e consolidação do trabalho. Buscamos livros, artigos, dissertações e produções acadêmicas relacionadas ao tema, incluindo a leitura da obra “A formação do espírito científico” de Bachelard (1996).

Embora cada episódio tenha uma formatação de construção do discurso científico, ambos estabelecem uma configuração para a produção de materiais de Divulgação Científica (DC), e sabemos que os podcasts de DC, assim como outras ferramentas, têm o propósito de

alcançar um público amplo, seja ele leigo ou não, e transmitir informações científicas de forma acessível.

Com base nesse contexto e com o objetivo de realizar uma amostra preliminar dos impactos de alguns obstáculos epistemológicos nos materiais de DC, realizamos uma avaliação dos trechos deficitários no episódio selecionado, por meio da transcrição, seguida de uma análise cuidadosa. Esses trechos foram destacados em um quadro para associá-los aos respectivos obstáculos, e são citados e discutidos para demonstrar os resultados obtidos em nossa pesquisa. Além do quadro para identificação dos dados obtidos, ao fim do trabalho anexamos a transcrição completa do podcast.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO

Iniciamos a investigação dos obstáculos epistemológicos discutidos neste trabalho por meio da seleção inicial do podcast. Para uma análise mais detalhada, realizamos a transcrição do áudio utilizando a ferramenta de transcrição do Youtube para identificar de forma clara os pontos relevantes para esta pesquisa. Os dados coletados constituem pontos críticos importantes para o ensino de Ciências, com foco na área de Química.

Ao abordar os conceitos de atomística, que envolvem a construção e evolução dos modelos atômicos, surgem impasses que dificultam a compreensão da ideia, da abstração e das finalidades desses modelos (CHASSOT, 1996). No entanto, o conhecimento dos modelos atômicos e suas teorias é fundamental para a compreensão da Ciência, especialmente da Química. A partir desse entendimento, podemos compreender as ligações entre os átomos para a formação de compostos, bem como suas propriedades e comportamento sob diferentes condições (PÁSCUI; ALTARUGIO, 2020). Por isso, cabe a reflexão do podcast sobre a forma adotada no discurso desses conceitos.

Para uma melhor compreensão da técnica erroneamente descrita no podcast selecionado, é importante contextualizá-la. A técnica em questão é a microscopia de varredura por tunelamento, que permite o estudo e a manipulação de superfícies em escala atômica. Nesse método, uma corrente elétrica é aplicada à ponta do microscópio, geralmente feita de tungstênio. Essa corrente varre a amostra e gera uma representação gráfica da sua superfície com base nas diferenças de corrente, mas não se trata de uma fotografia convencional, apenas uma representação.

Nesse contexto, foram identificados no podcast um total de 31 trechos relevantes para esta pesquisa. Dessas ocorrências, os 31 trechos pertencem ao título "*Naruhodo #65 - Existe um microscópio que consegue ver átomos?*". Eles estão apresentados no quadro 1, destacando tanto o trecho no podcast, quanto os obstáculos epistemológicos associados a eles.

Em seguida, realizamos uma análise individual de cada trecho, associando-os a pelo menos um obstáculo epistemológico, considerando que esses trechos não apresentam apenas um único, mas sim uma relação entre eles. É importante ressaltar que compreendemos a

complexidade dessa discussão, uma vez que abordar esses conceitos para um público diversificado é um desafio. E reconhecemos que existem algumas limitações em nossa compreensão, conforme mencionado por Chassot (1996, p. 3):

Por limitações que advêm da maneira como interagimos com a natureza, temos dificuldades em imaginar, por exemplo, a luz com comportamento dualístico. É mais fácil pensá-la ora como onda, ora como partícula. Construir modelos, isto é, imaginar átomos - e vale recordar que imaginar é fazer imagens - tem limitações e exigências que transcendem as interações mais usuais em nosso cotidiano.

No episódio transcrito, identificamos alguns obstáculos epistemológicos descritos por Bachelard (1996) que dificultam a construção do conhecimento científico. Entre os obstáculos selecionados destacamos os mais recorrentes na discussão de conceitos científicos: obstáculo verbal, obstáculo realista, obstáculo generalista, obstáculo substancialista, obstáculo animista, obstáculo unitário e pragmático e obstáculo quantitativo.

Para iniciar a contextualização, é fundamental reconhecer que os pré-conceitos representam uma postura contrária ao processo de conhecer o novo. Bachelard (1996) destaca que quando nos deparamos com a cultura científica, nossa mente não é jovem, mas sim influenciada por preconceitos adquiridos ao longo do tempo. Portanto, o pré-conceito é o primeiro obstáculo a ser enfrentado, pois impede a formação do espírito científico proposto por Bachelard como um processo contínuo de construção e desconstrução (RODRIGUES, et al., 2020).

De acordo com Lopes (1990), o primeiro obstáculo a ser superado é o da opinião. Não devemos formar opiniões sobre problemas que não compreendemos e desconhecemos, pois é aí que os obstáculos se manifestam, quando o conhecimento é distorcido.

Em seu trabalho, Larentis et al. (2012, p. 95) afirmam:

É preciso identificar em qual estágio do desenvolvimento do conhecimento científico estas concepções passam a obstaculizar o desenvolvimento de conceitos mais precisos, sendo esta a preocupação principal de que trata a epistemologia de Bachelard, daí sua importância.

Ao analisar os resultados, constatamos que o obstáculo verbal foi o mais frequente no podcast. Essa constatação era esperada, pois ao lidar com conceitos abstratos e ao tentar tornar a experiência linguística mais acessível ao público, é comum utilizar metáforas, analogias, jargões e até mesmo uma abordagem excessiva de termos científicos. Isso pode gerar conflitos e obscurecer o objeto de conhecimento em questão.

Segundo Rodrigues et al. (2020), o uso de metáforas visa proporcionar uma compreensão fácil. No podcast, foram identificados trechos, como *“Mostrar que você pode quebrar um átomo”*, nos quais expressões como “mostrar” e “quebrar” evocam uma ideia concreta, embora estejamos descrevendo um fenômeno abstrato. No entanto, é importante destacar que a visualização direta de um átomo não é possível, pois se trata de uma observação microscópica e indireta (baseada em representações gráficas). Além disso, não podemos literalmente quebrá-lo, uma vez que não é um objeto tangível.

Frases como essas são repetidas ao longo do episódio: *“Quebrar um átomo no meio, e isso gera a fissão, fusão nuclear”* e *“Quando você quebra um átomo, você solta uma grande quantidade de energia”*. Nesse último exemplo, a palavra “solta” é usada para descrever a energia, um conceito abstrato, novamente como algo tangível. Outro ponto curioso é a redução de um fenômeno abstrato e complexo, tal como fissão e fusão nucleares, a “quebra” de um átomo, sem qualquer conceituação ou explicação complementar.

O uso frequente de discursos metafóricos e analogias ainda continua. Por exemplo, ao descrever a teoria de Demócrito sobre o entendimento do átomo, o narrador mistura essa teoria com a concepção atômica de Dalton, utilizando novamente referências concretas, como *“Os átomos eram bolinhas indivisíveis miudinhas”*. Além disso, em sua explicação, *“Ele é hexagonal, né. Lembra uma colmeiazinha”*, associa estruturas cristalinas hexagonais de compostos de grafeno a colmeias de abelhas, sem qualquer relação direta, o que complica ainda mais o uso dessa analogia.

Segundo Bachelard (1996), o uso de termos usuais no contexto científico também pode confundir o público e levar a concepções equivocadas. Por exemplo em: *“Verificar, por exemplo, como acontece uma reação”*, o apresentador, ao mencionar a competência técnica, utiliza a palavra “verificar” para descrever a compreensão que poderíamos ter com a ajuda de equipamentos. No entanto, ao fazer isso, ele sugere que tais fenômenos são sempre visuais, o que nem sempre é o caso em reações químicas.

Outros exemplos problemáticos são: *“Quando você faz uma reação química, e tem um precipitado”* e *“Como é criado o precipitado? Não se sabe isso direito”*. No primeiro caso, ao usar a palavra “faz” em referência à reação, e no segundo caso, ao usar “criado” em relação ao precipitado, o narrador pode induzir um entendimento de que esses fenômenos são sempre conduzidos com a interferência humana, o que nem sempre é verdade. Essas abordagens imprecisas podem gerar concepções errôneas sobre os fenômenos reacionais.

Para Melo (2005, p. 57), esses hábitos “[...] refletem o pensamento em seu estágio primitivo, que recorre ao aparato metafórico para significar e comunicar o que se observa. Contudo, impede a visão abstrata, anulando uma leitura da razão sobre problemas reais, nutrindo-se cada vez mais do concreto e imagens comuns”. Ou seja, o que deveria facilitar a compreensão e aproximação do público, acaba gerando uma distância maior entre ele e o conhecimento científico (RODRIGUES, et al., 2020).

Outro obstáculo presente, é o realismo, que cria uma resistência ao conhecimento abstrato e atribui uma supervalorização aos aspectos táteis e visuais do objeto, mesmo que sua descrição seja predominantemente abstrata. No realismo, o conhecimento do objeto exige uma descrição detalhada de todas as suas propriedades e características, restringindo-se apenas ao concreto. Esse obstáculo impede a abstração e limita o conhecimento às generalizações (BACHELARD, 1996).

No podcast, identificamos trechos em que expressões como “*Foto de um átomo*” e “*Foto de molécula*” são usadas, sugerindo que o átomo e a molécula são objetos concretos que podem ser facilmente visualizados ou fotografados, sem fornecer informações sobre suas dimensões ou explicar esses conceitos. Esses trechos limitam e encerram o conhecimento, não deixando espaço para questionamentos sobre sua natureza. A apresentação do conhecimento alvo é tratada de forma geral, satisfeita por afirmações sem maiores aprofundamentos (DOMINGUINI; SILVA, 2010).

Outras falas do episódio, como “*Você vê bolinhas, né. Como se fossem pontinhos, tá.*” e “*São bastante visíveis, você vê que isso aqui é uma coisa infinitamente pequena*”, demonstram uma abordagem simplista e visual na descrição de um objeto tangível. Esses trechos refletem o obstáculo verbal, no qual a afirmação geral e conclusiva substitui a exploração detalhada do objeto em questão. Em seguida, surge a frase: “*Uma foto de um átomo de diamante, que é de carbono, né?*”, na qual o apresentador comete um equívoco ao afirmar erroneamente que existe um “átomo de diamante formado de carbono”, sem explicar que a estrutura do cristal conhecido como diamante é composta por uma organização precisa de átomos de carbono. Além do erro conceitual, essa descrição sugere a possibilidade de fotografar algo que não é visualmente observável.

Os discursos realistas presentes no podcast reforçam ainda a ideia de fotografia associada à visualização dos átomos como “pontinhos”. Em três exemplos específicos, o apresentador menciona: “*Quando você tira foto de um átomo, você vê o átomo inteiro*”, “*Você não vai ver os elétrons, mas você vê os pontinhos que são os átomos*” e “*Você vai ver, por*

exemplo, uma foto de átomos de prata em cima de uma estrutura de cobre... então você vê que são pontinhos". O uso repetido de expressões visuais e táteis para descrever algo microscópico é especialmente problemática no primeiro exemplo, onde a afirmação de "tirar foto" e "ver o átomo inteiro" conflita com a realidade, pois os átomos não podem ser observados sob essa perspectiva.

Páscui e Altarugio (2020, p. 57) retratam:

O obstáculo realista é demonstrado quando se percebem generalizações calcadas em impressões táteis, visuais e macroscópicas, sem nenhum aprofundamento que exija do aprendiz um certo nível de abstração.

A abordagem realista, ao generalizar o conhecimento, pode facilitar momentaneamente a compreensão, mas acaba desencorajando o interesse em explorar o conceito de forma mais profunda. Da mesma forma, a utilização de obstáculos verbais, conforme descrito por Gomes e Oliveira (2007) como a associação de palavras concretas a palavras abstratas, também contribui para essa limitação. Bachelard (1996) exemplificou essa associação excessiva em diferentes contextos de aplicação, utilizando a palavra "esponja". Observou-se que, a cada menção da palavra, uma imagem era evocada, mantendo o pensamento sempre ligado ao objeto físico e impedindo a compreensão da ideia de forma mais ampla (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

Essa generalização revela que quanto mais superficial for a identificação teórica e a resposta imediata no processo, mais limitado será o conhecimento (GUERRA et al., 2019). Nessa perspectiva, encontramos exemplos de falas com características universalistas no material de pesquisa, como: "*Você sabe que misturando o fulano com o fulano, dá outra coisa com um precipitado*" e "*Que forma um negócio no fundo da reação*". No primeiro exemplo, o narrador descreve os reagentes da reação química de forma simplista, usando termos como "fulano", o que denota uma percepção animista de substâncias e compostos que não possuem vida. Além disso, atribui às reações químicas uma característica generalista, afirmando que sempre ocorrerá a formação de um precipitado, sem fornecer uma descrição adequada na fala seguinte. Nessa fala, o narrador menciona a formação de um "negócio", conferindo ao precipitado uma característica geral, sem dimensão, forma ou explicação específica, mas afirmando sempre ser produto das reações. Também há um equívoco ao mencionar o "fundo da reação", pois fica claro que ele está se referindo ao meio físico em que ocorre a reação química, considerando que a "reação" em si não possui um "fundo", pois é um fenômeno e não um objeto.

Na seguinte fala, ocorre outro exemplo: *“Pra quem estuda, tá no colégio, você tem estequiometria, que faz aquelas fórmulas”*, na qual o apresentador generaliza o uso de conceitos proporcionais das reações à utilização de fórmulas finalísticas apenas na escola. Em outro trecho, ele afirma que *“Não existe na natureza o grafeno. O grafeno, foi construído, foi modificado, então ele é um dos elementos produzidos por humanos”*. É importante destacar que a utilização desorganizada de termos científicos, aliada a simplificações, resulta em um entendimento completamente distorcido e geral. Ao descrever o grafeno como um material artificial, ele afirma que não existe naturalmente, e sugere que pode ser modificado e construído como um objeto concreto. Além disso, ao classificar o grafeno como um “elemento”, ocorre outra distorção conceitual devido ao uso incorreto de termos.

A substancialização, por sua vez, atribui diversas qualidades às substâncias, que podem ser superficiais, profundas, manifestas ou ocultas, dispersas e até opostas. No entanto, ao lidar com essa variedade de características, cria-se um conceito equivocado sobre elas, principalmente quando imagens são utilizadas para atribuir essas qualidades aos fenômenos (BACHELARD, 1996).

Esse obstáculo fica evidente nos trechos *“Os pontinhos brilhantes que são pontinhos de prata”* e *“Cada pontinho, se você abrir a figura, cada bolinha preta é um átomo de carbono”*, em que o divulgador atribui qualidades específicas aos átomos de prata, descrevendo-os como “brilhantes”, e aos átomos de carbono, representando-os como “bolinhas pretas”. Além disso, ao explicar a dificuldade de construir equipamentos robustos, como um microscópio, utiliza expressões como “durável” e “bons”, atribuindo qualidades às substâncias e materiais usados na constituição do equipamento. Ele menciona: *“Pra eu construir um microscópio com essa resolução, eu tenho que utilizar materiais que são maleáveis, que têm uma estrutura sólida (mesmo num tamanho diminuto), pra eu conseguir construir, e que sejam duráveis”* e *“Você já não tem materiais físicos tão bons para desenvolver, então você tem que desenvolver novas ligas”*.

Também conhecido como animismo, esse outro obstáculo epistemológico surge quando atribuímos características de vida ou magia a seres inanimados, enfatizando fenômenos. De acordo com Bachelard (1996), o animismo representa uma espécie de fetichismo da vida, que impede a objetividade e a abstração, mantendo-se restrito ao concreto e desvinculado da razão. A incoerência presente nesses discursos está fundamentada em concepções como a de Melo (2005, p. 58):

Então, tendo em vista que os objetos inanimados podem associar-se a vida, os mesmos estão suscetíveis aos ciclos da natureza, como nascimento, crescimento e morte. Um exemplo bastante ilustrativo destacado por Bachelard refere-se à corrosão de um metal: associava-se a corrosão, durante o período pré-científico, ao adocimento do metal e quase que inevitavelmente sua morte, quando não tratado.

Em narrativas como *“Quando você tira uma foto de um átomo, você não vê os elétrons, por exemplo, em volta”* e *“Tem um núcleo, e tem lá os elétrons correndo em volta dele”*, são atribuídas essas características vitais ao átomo e aos elétrons, sem uma definição conceitual adequada para a compreensão de sua relação. No primeiro exemplo, ao descrever o átomo como uma figura central cercada por elétrons, faz uma analogia com coisas difíceis de serem visualizadas em uma fotografia, e independentes. No segundo exemplo, ao expressar que os elétrons estão *“correndo em volta dele”*, associa imediatamente uma característica de seres vivos, o ato de correr, a uma partícula inanimada como o elétron, o que é uma descrição incorreta, pois elétrons não correm.

Obstáculo unitário e pragmático representam as generalizações exageradas ou as explicações simplistas dele (RODRIGUES, et al, 2020). Destacamos que, na maioria dos casos, o objetivo principal é ressaltar a utilidade da Ciência e, assim, o potencial de determinado fenômeno, levando a uma simplificação excessiva do fenômeno em si. Nas falas, como por exemplo: *“Você consegue de fato, visualmente, ver um átomo”*, o divulgador concentra-se em descrever a utilidade do microscópio, que é o foco de sua narrativa, atribuindo ao átomo uma característica visual certa. Em outras falas, como: *“Você desenvolver um microscópio para ver átomos. Você não desenvolve esse microscópio porque você vai usar isso com um fim. Não, você desenvolve o microscópio porque você quer ver um átomo”* e *“Como você vê? Agora com esse microscópio, você consegue saber como que se forma isso”*, o objetivo novamente é destacar a utilidade do microscópio em relação à visualização do átomo, colocando em segundo plano a explicação sobre como o desenvolvimento desse equipamento é concretizado, sendo essa explicação exageradamente simplificada em sua narrativa.

Segundo Melo (2005, p. 57) para o conhecimento unitário e pragmático:

A valorização recai sobre a unidade, que designa uma única natureza aos objetos científicos. A dualidade é anulada instantaneamente quando o espírito concebe e acolhe de forma espontânea os pensamentos fáceis, por isso, evasivos.

O último obstáculo ao conhecimento científico é o obstáculo quantitativo. Esse obstáculo desconsidera o erro e busca atribuir objetividade ao conhecimento, como mencionado

por Bachelard (1996). No podcast, destacamos o seguinte trecho relacionado a esse obstáculo: “Imagine que você pega um fio de cabelo e divide em um milhão de partes. Essa é a resolução dele”. Esse trecho é um forte exemplo de como uma analogia é usada para explicar uma ideia quantitativa, especificamente a resolução do microscópio. Portanto, esse trecho combina obstáculos verbais e realistas, ao utilizar o concreto para descrever o abstrato, e também o obstáculo quantitativo, ao desconsiderar as incertezas e erros inerentes às medições, uma vez que o foco é a objetividade da narrativa, e não o grau de precisão.

Com essa investigação dos obstáculos, fica evidente como a narrativa na divulgação pode levar a compreensões alternativas ou equivocadas.

Quadro 1 – Trechos do Podcast

Naruhodo #65 – Existe um microscópio que consegue ver átomos?	
Trecho	Obstáculos Epistemológicos
“Você consegue de fato, visualmente, ver um átomo”	Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo realista; Obstáculo generalista.
“Os átomos eram bolinhas indivisíveis miudinhas”	Obstáculo verbal; Obstáculo realista; Obstáculo generalista.
“Mostrar que você pode quebrar um átomo”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.
“Quebrar um átomo no meio, e isso gera a fissão, fusão nuclear”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Quando você quebra um átomo, você solta uma grande quantidade de energia”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Foto de molécula”	Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo realista.
“Foto de um átomo”	Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo realista.
“Um microscópio baseado em elétrons... que é o tipo de microscópio para você ver um átomo”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Imagine que você pega um fio de cabelo e divide em um milhão de partes. Essa é a resolução dele”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista; Obstáculo realista; Obstáculo quantitativo.
“Quando você tira foto de um átomo, você vê o átomo inteiro”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal.

“Tem um núcleo, e tem lá os elétrons correndo em volta dele”	Obstáculo animista; Obstáculo verbal.
“Quando você tira uma foto de um átomo, você não vê os elétrons, por exemplo, em volta”	Obstáculo animista; Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Você vê bolinhas, né. Como se fossem pontinhos, tá.”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Uma foto de um átomo de diamante, que é de carbono, né?”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo generalista.
“Você não vai ver os elétrons, mas você vê os pontinhos que são os átomos”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo generalista.
“Você vai ver, por exemplo, uma foto de átomos de prata em cima de uma estrutura de cobre... então você vê que são pontinhos”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo generalista.
“Os pontinhos brilhantes que são pontinhos de prata”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo generalista; Obstáculo substancialista.
“São bastante visíveis, você vê que isso aqui é uma coisa infinitamente pequena”	Obstáculo realista; Obstáculo verbal; Obstáculo generalista; Obstáculo substancialista.
“Não existe na natureza o grafeno. O grafeno, foi construído, foi modificado, então ele é um dos elementos produzidos por humanos”	Obstáculo verbal; Obstáculo generalista.
“Ele é hexagonal, né. Lembra uma colmeiazinha”	Obstáculo verbal; Obstáculo generalista.
“Cada pontinho, se você abrir a figura, cada bolinha preta é um átomo de carbono”	Obstáculo verbal; Obstáculo generalista; Obstáculo substancialista.
“Você desenvolver um microscópio para ver átomos. Você não desenvolve esse microscópio, porque você vai usar isso com um fim. Não, você desenvolve microscópio porque você quer ver um átomo”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Verificar, por exemplo, como acontece uma reação”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.
“Por exemplo, quando você faz uma reação química, e tem um precipitado, né?”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.
“Que forma um negócio no fundo da reação”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista.

“Como é criado o precipitado? Não se sabe isso direito”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.
“Pra quem estuda, tá no colégio, você tem estequiometria, que faz aquelas fórmulas”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.
“Você sabe que misturando o fulano com o fulano, dá outra coisa com um precipitado”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista; Obstáculo animista.
“Como que você vê? Agora com esse microscópio, você consegue saber como que se forma isso”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.
“Pra eu construir um microscópio com essa resolução, eu tenho que utilizar materiais que são maleáveis, que tem uma estrutura sólida (mesmo num tamanho diminuto), pra eu conseguir construir, e que sejam duráveis”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático; Obstáculo generalista; Obstáculo substancialista.
“Você já não tem materiais físicos tão bons para desenvolver, então você tem que desenvolver novas ligas”	Obstáculo verbal; Obstáculo unitário e pragmático.

Fonte: autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao recordarmos o destaque da internet e das tecnologias digitais da informação e comunicação em facilitar, difundir e democratizar o conhecimento em prol da divulgação científica, imediatamente podemos associar a evolução dos podcasts como essa ferramenta (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2022).

Os divulgadores entre outras tarefas, complementam e interpretam a linguagem científica com a finalidade de contextualizar, e democratizar o discurso. Seu objetivo está direcionado em tornar esse discurso acessível e compreensível, provocando o interesse do público para a ciência (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

No entanto, a presença de aspectos como conhecimentos empíricos do cotidiano do indivíduo, a utilização de analogias, metáforas, ideias de abstração, generalizações, ideias animistas e outros recursos que facilitem de maneira limitada a verbalização da informação pelo divulgador, representam a complexa presença dos obstáculos epistemológicos de Bachelard (BACHELARD, 1996).

Esses obstáculos estão presentes no pensamento científico, revelando conceitos e noções obscuras profundamente enraizadas. Devido ao seu caráter afetivo, representam desafios na busca pela superação. É essencial lidar constantemente com a obstrução e superação de ideias contaminadas por esses obstáculos, uma vez que são infrutíferas (MELO, 2005).

Refletir sobre a presença desses obstáculos na divulgação científica, que busca tornar o conhecimento científico acessível a todos, é de extrema importância. É fundamental que os divulgadores evitem vulgarizar a ciência, respeitando os métodos e técnicas adequados. A transposição didática do conteúdo não deve comprometer o rigor metodológico, mas sim adotar uma linguagem acessível que dialogue com todos, minimizando a presença desses obstáculos.

É importante destacar que Bachelard (1996) não é contrário ao uso de analogias e metáforas no ensino ou divulgação científica. No entanto, é crucial compreender que elas devem ser utilizadas como um auxílio após a apresentação da teoria, não perdendo de vista a essência do conhecimento científico (ANDRADE; NEGRÃO; VILAÇA, 2021).

Os resultados do trabalho mostraram que o obstáculo verbal foi o mais frequente. Esse obstáculo se caracteriza pelo uso de uma linguagem simples com recurso a analogias e metáforas para facilitar a compreensão do leitor. É importante ter cuidado com o uso excessivo de metáforas, pois elas podem levar a uma interpretação confusa e dificultar a compreensão.

Portanto, é papel do divulgador não apenas popularizar o conhecimento científico, mas também ter uma postura vigilante para não se limitar a uma visão superficial. O objetivo é superar conhecimentos estagnados, instigar a curiosidade e promover o acesso e a construção do conhecimento. Para isso, é necessário elaborar estratégias que evitem reduzir ou generalizar excessivamente os conceitos, não descaracterizando a ciência.

Enfatizamos, assim, a relevância do diálogo entre sociedade e cientistas, bem como a importância de adotar estratégias didáticas responsáveis. Diante disso, torna-se imprescindível promover o enfrentamento do analfabetismo científico e encorajar iniciativas de DC que abordem a temática com responsabilidade. Essa postura é fundamental para a construção de uma sociedade mais consciente e crítica diante do conhecimento científico.

ANEXOS

Transcrição do podcast: #65 - Existe um microscópio que consegue ver átomos?

Ken: “Existe um microscópio que consiga ver átomos?” – Naruhodo Podcast. Bem-vindo ao Naruhodo, o podcast para quem tem fome de aprender. Eu sou Ken Fujioka.

Altay: E eu sou o Altay de Souza.

Ken: E hoje é dia de que? ... Altay, a pergunta de hoje bastante específica tá? Bastante específica, e veio do Lucas Borges, que tem 19 anos e é estudante de Ciências Biológicas.

Altay: Ah! E o que ele trouxe?

Ken: De São Paulo (capital), provavelmente um futuro cientista aí, que tem dúvidas de cientista. O que ele pergunta é o seguinte: “Olá Ken, olá Altay! Eu gostaria de saber se **existe algum meio de se ver um átomo**, no sentido de como vemos uma célula em um microscópio. E se existe, como se chamaria esse microscópio atômico?”

Ken: Vamos lá, Altay, o que você tem a dizer sobre isso?

Altay: Então meu caro, tem sim, existe sim.

Ken: Olha lá Lucas, existe Lucas.

Altay: Aliás, a sua curiosidade eu já tive uns anos atrás, assim, “Como é que a gente vê, como é que dá pra ver um átomo né?”

Ken: Curiosidade de futuro cientista então, né Altay?

Altay: É, e na verdade já tinha pesquisado isso alguns anos atrás mesmo né, só que na época que eu tinha pesquisado, sei lá, há uns 5 anos atrás, não tinha não.

Ken: É recente?

Altay: Sim, é recente. 2014 que de fato eles conseguiram construir um equipamento que consegue... **você consegue de fato, visualmente ver um átomo**. Porque normalmente é assim, **quando você trabalha com partículas atômicas você trabalha por uma forma indireta**, então você por exemplo... se você pensar os estudos no começo do século 20. Se você pensar a estrutura do átomo que a gente tem hoje, ou pelo menos a suposição teórica sobre a estrutura do átomo que a gente tem hoje, começou no século 20, é muito recente né? A gente tinha estrutura, por exemplo, Demócrito (grego) achava que **os átomos eram bolinhas indivisíveis miudinhas**, isso permaneceu por centenas de anos, né?

Ken: Sim.

Altay: Até no começo do século 20, você **mostrar que você pode quebrar um átomo né? De quebrar um átomo no meio, e isso gera a fissão nuclear, a fusão nuclear e tal.** E aí, o lado bom que a gente descobriu, que o modelo do Demócrito não era tão bom assim. O lado ruim que a gente descobriu a bomba atômica, né?

Ken: Verdade!

Altay: **Que quando você quebra um átomo, você solta uma grande quantidade de energia, né?**

Ken: Aham!

Altay: Então é isso, enfim, gera alguns problemas.

Ken: É, a pergunta dele faz sentido, Altay! Porque eu tenho uma idade um pouquinho maior do que o do Lucas, e na minha vida de estudante, eu jamais vi **foto de um átomo**. Pra falar a verdade, nunca vi nem **foto de molécula**.

Altay: Nenhuma molécula, né?

Ken: Sempre a gente visualizou, como um tipo de esquema gráfico.

Altay: Isso, uma estrutura né?

Ken: Um tipo de representação visual, assim...

Altay: Mesmo o DNA, né?

Ken: Aham!

Altay: O DNA se achava que era assim... você consegue ver com um microscópio razoável, você consegue ver, por exemplo um cromossomo. Então para fazer cariótipo, essas coisas, para doenças genéticas mais comuns. Você faz um cariótipo, e você vê lá os pares de cromossomos, dá pra ver. Mas o cromossomo, na verdade, é uma fita de DNA bem grande enrolada... E pra ver o DNA? E pra ver aquelas, lembra que tinha o A – G – C – T lá? E pra você ver isso, né? Não dava pra ver, né. **Então é admirável o esforço dos cientistas de conseguir imaginar de forma indireta essas coisas estruturais, né?**

Ken: Exato.

Altay: Então, a gente só conseguiu fazer **um microscópio baseado em elétrons, né?** Que é o tipo de microscópio para você ver um átomo, é chamado de microscópio de elétrons. Esse microscópio já foi desenvolvido há uns dez anos, mas na verdade ele só conseguiu entrar em prática em 2014.

Ken: Hunrrun!

Altay: E no mundo, se tem apenas três desses microscópios. Um fica nos Estados Unidos, outro na Inglaterra, e outro na Alemanha, né?

Ken: Hunrrun!

Altay: O da Inglaterra, ele é chamado de Stein (Super Stein), né? Foi financiado pelo governo, tal inglês, ele custa para vocês terem uma ideia, algo em torno de 6 milhões de dólares para ser construído, e tal.

Ken: Certo!

Altay: A resolução desse microscópio de elétrons, ele consegue ver uma... imagine um fio de cabelo.

Ken: Tá.

Altay: **Imagine que você pega um fio de cabelo e divide em um milhão de partes. Essa é a resolução dele.**

Ken: Aí você já não dá mais pra imaginar, você só consegue supor.

Altay: Você só consegue supor, é algo realmente imperceptível, assim... do seu campo visual, né?

Ken: Hunrrun!

Altay: A gente tem uma dificuldade de entender coisas muito grandes e muito pequenas.

Ken: Sim.

Altay: Mas a ordem de grandeza, é essa. Pega um fio de cabelo e divide em um milhão de partes, e você vai ver uma.

Ken: Ou seja, é muito, muito, muito, muito pequeno.

Altay: Muito pequeno. Uma coisa importante, eu não sei se era o seu interesse... é da sua pergunta, que é assim, por exemplo, se eu tirar uma foto de você, né? Quando eu tiro uma foto sua, você está sendo visto por inteiro.

Ken: Sim.

Altay: Na foto não vai aparecer lá a sua membrana, as suas células da pele. Não vai aparecer suas hemácias, não aparecer isso, né? Os diferentes tipos de célula que você tem. Quando eu tiro uma foto sua, eu vejo você inteiro, né?

Ken: Sim.

Altay: **Quando você tira a foto de um átomo, você vê o átomo inteiro.** Porque

Qual que é a imagem que a gente tem de um átomo? Tem um núcleo, e tem lá os elétrons correndo em volta dele, né? Alguma coisa assim, né? Essa é a imagem que a gente tem escolar, tá? **Quando você tira uma foto de um átomo você não vê os elétrons, por exemplo, em volta. Você vê como se fossem bolinhas, né? Como se fossem pontinhos, tá?** A gente vai deixar na descrição do vídeo uns exemplos de fotos, por exemplo, **uma foto de um átomo de**

diamante, né que é carbono, né? Pra você ver a estrutura como ele é. Você não vai ver os elétrons, mas você vê os pontinhos que são os átomos. Você vai ver por exemplo uma foto de átomos de prata em cima de uma estrutura de cobre, então você vê que são os pontinhos, né?

Ken: Sim.

Altay: **São os pontinhos brilhantes, que são pontinhos de prata.**

Ken: Bastante visíveis, inclusive.

Altay: **São bastante visíveis, você vê que isso aqui é uma coisa infinitamente pequena. É uma coisa que é muito importante aí, agora a gente fala das aplicações desse microscópio, é o grafeno. Então, o grafeno é um composto de carbono. Não existe na natureza o grafeno. O grafeno foi construído, foi modificado, então ele é um dos elementos produzidos por humanos, né?** Para humanos.

Ken: Hunrrun.

Altay: **E ele tem uma estrutura hexagonal, né?** Que são as estruturas dos carbonos.

Ken: Lembra uma colmeia?

Altay: Sim. **Lembra uma colmeiazinha. Então cada pontinho, cada... se você abrir a figura, cada bolinha preta é um átomo de carbono, tá? Pra você conseguir ver os elétrons, por exemplo, você vai ter que ter uma resolução maior ainda, que a gente não vai chegar, tá? Tão tão cedo. Que é a mesma coisa que por exemplo, eu tirar uma foto sua, e conseguir ampliar essa foto sua até ver uma molécula da sua estrutura da pele, né? É possível que isso seja conseguido, mas não agora. No entanto, temos que deixar claro que esses microscópios de elétrons, ele tem dois, três anos. É muito recente, né?**

Ken: Sim.

Altay: Então a gente só consegue ver átomos agora.

Ken: Esse é o inglês?

Altay: Esse é o inglês. Mas todos são iguais, né? Tem um fabricante só que fez todos já.

Ken: Ah, entendi.

Altay: É um grupo de pesquisa só, que produziu pros 3.

Ken: E aí então nesses três lugares que tiveram grana para bancar, uma unidade desse microscópio.

Altay: Isso. Então, mas na realidade não foi um serviço. Então você tinha pesquisadores dos três centros, eles se agruparam (a gente precisa resolver esse problema), eles construíram, e aí

cada um tem um, né? Então foi uma junção mesmo. Aí vale um ponto importante. Por exemplo, as pessoas falam da diferença entre pesquisa básica e aplicada, né?

Ken: Hunrrun.

Altay: A pesquisa aplicada, por exemplo, desenvolver um remédio ou desenvolveu um novo método de análise de alguma coisa. Essa pesquisa aplicada em geral, empresas têm interesse em financiar. Né, porque gera dividendos para elas, enfim. Então né, por exemplo, eu consigo imaginar uma agência de publicidade financiando uma pesquisa para verificar como as pessoas percebem cores.

Ken: Sei.

Altay: Por exemplo, porque isso pode ter um ganho pra pesquisa de mercado, enfim. No entanto, a pesquisa básica que por exemplo... pesquisas com átomos, que não tem aplicabilidade prática e direta, são financiadas pelo estado, né? Então aqui no Brasil, a gente passa por uma crise de falta de dinheiro para pesquisa, teve cortes, e as áreas que mais vão perder dinheiro, que mais estão perdendo, são as áreas de pesquisa básica, como essa. Por exemplo **você desenvolver um microscópio para ver átomos. Você não desenvolve esse microscópio, porque você vai usar isso com um fim. Não, você desenvolve microscópio porque você quer ver um átomo.** Esse é o interesse. O interesse prático vem posteriormente, né? Tanto é que esse microscópio foi desenvolvido por esses três centros de pesquisa, com esse intuito, “só ver”. Depois, que eles foram pensar outras aplicações, veio depois, né? Isso é complicado porque você tem por exemplo o estado, né? Pensando aqui no Brasil, como o Brasil tem um planejamento de pesquisa muito imediatista, em geral a pesquisa no Brasil serve para reproduzir coisas que foram feitas em outros lugares.

Ken: Hunrrun.

Altay: Sabe aquela ideia de “a eu vou prum outro país, e vou aprender a tecnologia e trazer pra cá”, né?

Ken: Sim.

Altay: Esse é um jeito muito ruim de fazer ciência. Muito ruim, porque quando você não financia a pesquisa básica, você não forma pesquisadores adequadamente, para desenvolver pesquisas, você não cria tradição de pesquisa, e você deixa de ter a excelência de pesquisa em áreas básicas, que depois formam pesquisadores aplicados. O pesquisador aplicado nunca vai ser um básico, mas o pesquisador básico pode ficar aplicado, e tem uma capacidade muito maior, né?

Ken: E quando a gente fala de pesquisa básica, a gente está falando de projetos que dificilmente vão interessar as empresas privadas.

Altay: Isso. Não interessa.

Ken: E, portanto, é um papel do estado.

Altay: Isso.

Ken: É um papel que o estado tem que assumir, se quiser que aconteça.

Altay: E tem que ter interesse para isso, né?

Ken: Então não é o tipo de coisa que você vai poder privatizar, e abrir cotas de patrocínio.

Altay: Isso, exato. Dificilmente, você não vai conseguir dinheiro com isso.

Ken: Que é o que determinados políticos fazem com tudo hoje em dia.

Altay: Exato. Você não vai conseguir dinheiro pra isso. Isso é uma coisa eminentemente do estado, isso acontece no mundo inteiro, então a maior parte da pesquisa básica americana, por exemplo, pesquisa em neurociência básica. Eu quero estudar o neurônio, a estrutura do neurônio, não vai ter aplicabilidade.

Ken: Claro.

Altay: Nos próximos 20 anos não vai ter. Uma empresa não vai botar dinheiro nisso, porque você nem sabe se ela vai tá lá em 20 anos. Mas o estado sim, né? Então falta de novo em planejamento estratégico do governo pra jogar agora, e colher daqui a 20 anos um projeto de pesquisa como esse. Tanto é que pra você ter hoje um microscópio que você consegue ver um átomo, foram pelo menos 20 a 30 anos de investimento sem retorno. Pra você conseguir isso, né? que esses três países conseguiram desenvolver. Aí agora falando das aplicações desse microscópio, né? A aplicação mais óbvia, é pra química, para você entender composto, **verificar, por exemplo, como acontece reação. Por exemplo quando você faz uma reação química, e tem um precipitado, né? Que forma um negócio no fundo da reação. Como isso acontece? Como que é criado o precipitado? Não se sabe isso direito.**

Ken: Hunrrun.

Altay: **Pra quem estuda, tá no colégio você tem estequiometria, que faz aquelas fórmulas, né? Então, ah você sabe que misturando o fulano com fulano, dá uma outra coisa com um precipitado. Mas como isso acontece a olho nu? Como que você vê? Agora com esse microscópio, você consegue saber como que se forma isso, por exemplo. E aí baseado nisso né, você tem outras vantagens, outras aplicações. Uma delas, por exemplo, é pra miniaturização de processos. Então quero construir, por exemplo, um minirobô que vai**

entrar pelas suas veias, né? Que ele vai fazer uma limpeza nas veias, por exemplo. Isso não é ficção científica, tecnicamente é possível, tá? Não é ainda comercialmente possível, mas tem muita gente pesquisando isso. Então por exemplo, para fazer um minirobô, ou uma minicélula que vai verificar um padrão dentro do seu corpo, ela é extremamente pequena. Então, eu preciso de ferramentas pequenas, e um microscópio pequeno. Então com esse com esse grau de resolução você consegue fazer esse tipo de molécula robô, né? E uma outra coisa, é pra farmacologia, por exemplo quando eu desenvolvo um remédio, e eu quero saber se esse remédio aderiu na membrana da célula de forma adequada. Ou eu quero criar um vetor, por exemplo, eu pego uma bactéria específica, manipulada que vai carregar um remédio ou um certo DNA, que eu quero que vá num lugar específico para modificar uma outra célula, por exemplo, para tratamento de câncer. Esse tipo de microscópio é muito importante.

Ken: Sei.

Altay: Só que essas utilizações não existiam a priori. Elas só foram desenvolvidas a partir da possibilidade desse microscópio.

Ken: E que promete alguns desses, algumas dessas aplicações não incorrer em evoluções no microscópio.

Altay: Com certeza. Não, não. **O céu é o limite. O céu é o limite para isso.** Temos já, o microscópio já tem uns bons cem anos, né? Até um pouco mais, ele só foi sendo desenvolvido. Agora o grande limite que se fala para esse tipo de microscópio, é que por exemplo, pra eu construir um microscópio com essa resolução, **eu tenho que utilizar materiais que são maleáveis, que tem uma estrutura sólida (mesmo num tamanho diminuto) para eu conseguir construir, e que sejam duráveis, né?** Porque em geral, pra esse microscópio de elétrons a temperatura é baixa, tem que ter certos controles. Então por exemplo, **você já não tem materiais físicos tão bons para desenvolver, então você tem que desenvolver novas ligas.** Então por exemplo, andam juntos. Você tem o desenvolvimento de novos materiais e o desenvolvimento de novos microscópios. Eles vão andando juntos, então quando sai, quando você tem um avanço em um, você vai ter um avanço no outro. E é uma área super curiosa e interessante, de mesmo como leigo, de estudar e tentar entender. Porque você vê como a gente pode ser engenhoso, como é a engenhosidade humana. E como a engenhosidade humana é dependente de investimento do estado.

Ken: Sem dúvida.

Altay: Sem isso, dificilmente essas áreas vão conseguir evoluir adequadamente, e aí tecnologicamente, a gente vai ficar para trás.

Ken: Como estamos, né Altay, como estamos. Bem pra trás.

Altay: E vamos continuar por mais um tempo, infelizmente.

Ken: Lucas, futuro cientista, é isso aí. Já existe, está à disposição da humanidade.

Altay: Não sei se à sua ainda.

Ken: Mas por enquanto você vai ter que viajar pra usar um.

Altay: Então, sim. Mas veja as fotinhas que a gente vai deixar aí, e já é uma boa amostra do potencial desse novo microscópio.

Ken: Naruhodo, ilustríssimo ouvinte.

REFERÊNCIAS

- ABPOD. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PODCASTERS. **Podpesquisa 2019-2020**. Site: ABPOD, 2019. Disponível em: <http://abpod.org/wp-content/uploads/2020/03/Podpesquisa-ouvintes-2019.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ABPOD. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PODCASTERS. **Podpesquisa 2020-2021: Produtor**. Site: ABPOD, 2020. Disponível em: https://abpod.org/wp-content/uploads/2020/12/Podpesquisa-Produtor-2020-2021_Abpod-Resultados.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ALMEIDA, Whasgthon A. D.; SOUZA, Adan S. D. M.; SOUZA, Fabiane C. D. Possibilidades de alfabetização científica em espaços não-formais. *In*: COTTA, Tathiana M.; ALMEIDA, Whasgthon A. D.; COSTA, Mauro G. D. **Ensino de Ciências: Currículo, Cognição e Formação de Professores**. Amazonas: UEA, 2022. Cap. 1, p. 125-132.
- ANDRADE, Alexandra Nascimento de; GONÇALVES, Carolina Brandão. Do conhecimento científico à divulgação da ciência. **Revista Sociedade Científica**, [S. l.], v. 2, p. 36-48, 15 out. 2019. DOI 10.5281/zenodo.3485126. Disponível em: <https://www.scientificsociety.net/2019/10/do-conhecimento-cientifico-a-divulgacao-da-ciencia/>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ANDRADE, Alexandra Nascimento de; NEGRÃO, Felipe da Costa; VILAÇA, Argicely Leda de Azevedo. Obstáculos epistemológicos e Divulgação científica. **Congresso Nacional de Educação**, Amazonas, ed. VII, p. 1-12, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/TRABALHO_EV150_MD1_SA116_ID5113_16092021151548.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ARAUJO, Ione dos Santos Canabarro; CHENISI, Talita Sganderla; FILHO, João Bernardes da Rocha. Alfabetização científica: concepções de educadores. **Contexto & Educação**, [s. l.], ano 29, ed. 94, p. 4-26, 2014.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e Divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação e Informação**, [s. l.], v. 15, p. 1-12, 2010.
- BUENO, Wilson Costa. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 37, ed. 9, p. 1420-1427, 1985.
- CARVALHO, Amanda Schmidt. **Podcast como ferramenta de divulgação científica**: um estudo de casos comparados. Orientador: Sônia Elisa Caregnato. 2020. Trabalho de conclusão

de curso (Bacharelado em Biblioteconomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

CHASSOT, Attico. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.3, maio, 1996.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2022.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, ed. 22, p. 89-100, 2003.

COSTA, Regina Calderipe. Os obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de Ciências. In: UFPEL (Pelotas). Faculdade de Educação. **Cadernos de Educação**. 11. ed. Pelotas: UFPEL, 1998. cap. 10, p. 153-168.

DANTAS, Luiz Felipe Santoro; DECCACHE-MAIA, Eline. O retorno da era do áudio: analisando os podcasts de divulgação científica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 13, ed. 4, p. 1-25, 2022. DOI 10.26843/rencima.v13n4a18. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/363076586_O_retorno_da_era_do_audio_analisando_os_podcasts_de_divulgacao_cientifica. Acesso em: 10 fev. 2023.

DANTAS, Luiz Felipe Santoro; DECCACHE-MAIA, Eline. Scientific Dissemination in the fight against Fake News in the Covid-19 times. **Research, Society and Development**, Rio de Janeiro, v. 9, ed. 7, p. 1-18, 2020. DOI 10.33448/rsd-v9i7.4776. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4776>. Acesso em: 10 fev. 2023.

DOMINGUINI, Lucas; SILVA, Ilton Benoni da. Obstáculos a construção do espírito científico: reflexões sobre o livro didático. **V Congresso Internacional de Filosofia e Educação**, Caxias do Sul, p. 1-15, 2010. Disponível em: https://www.ucs.br/ucs/tplc/infe/eventos/cinfe/artigos/artigos/arquivos/eixo_tematico10/OBSTACULOS%20A%20CONSTRUCAO%20DO%20ESPIRITO%20CIENTIFICO.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

FIGUEIRA, Ana Cristina Peixoto. **Podcasts de divulgação científica: levantamento exploratório dos formatos de programas brasileiros**. Orientador: Diego Vaz Bevilaqua. 2020. Dissertação (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/46114#:~:text=Foram%20identificados%2069%20podcasts%20no,epis%C3%B3dios%2C%20tr%C3%AAs%20de%20cada%20podcast>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FIGUEIRA, Ana Cristina Peixoto; BEVILAQUA, Diego Vaz. Podcasts de divulgação científica: levantamento exploratório dos formatos de programas brasileiros. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 16, ed. 1, p. 120-138, 2022. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/51853>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FOSCHINI, A.; TADDEI, R. **Conquiste a Rede**: podcast. São Paulo: Ebook, 2006.

FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. 1. ed. São Paulo: Unesp, 1995.

FREIRE, Eugênio Paccelli Aguiar. Conceito educativo de podcast: um olhar para além do foco técnico. **Educação, Formação & Tecnologias**, Rio Grande do Norte, v. 6, ed. 1, p. 35-51, 2013. Disponível em: <https://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/340>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FREIRE, Eugênio Paccelli Aguiar. Podcast: breve história de uma nova tecnologia educacional. **Educação em Revista**, Marília, v. 18, ed. 2, p. 55-70, 2017. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/educacaoemrevista/article/view/7414>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, [s. l.], v. 12, p. 96-109, 2007. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v12/v12a10.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

GOMES, Verenna Barbosa. **Os textos de divulgação científica e suas relações com a prática docente no ensino superior**. Orientador: Roberto Ribeiro da Silva. 2019. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

GONÇALVES, Carolina Brandão; NORONHA, Nelson Matos de. Estratégia didática da divulgação científica e a mediação para aprendizagem dos saberes escolares: o caso do museu amazônico da UFAM. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 4, ed. 7, p. 141-147, 2011.

GUERRA, Saraiva et al. Ensaio sobre os obstáculos epistemológicos presentes em estratégias metodológicas no Ensino de Química, uma revisão da bibliografia. **Research, Society and Development**, Universidade Federal de Itajubá, v. 8, ed. 7, p. 1-16, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662198054>. Acesso em: 10 fev. 2023.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007. 87 p.

LABATI-TERRA, Leticia et al. Identificação de obstáculos epistemológicos em um artigo de divulgação científica: entraves na formação de professores de ciências?. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Rio de Janeiro, v. 13, ed. 3, p. 318-333, 2014. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_3_4_ex832.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

LARENTIS, Ariane Leites et al. Obstáculos epistemológicos entre pós-graduandos de bioquímica. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 17, ed. 2, p. 76-97, 2012. Disponível

em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212012000200008. Acesso em: 10 fev. 2023.

LIMA, Guilherme da Silva; GIORDAN, Marcelo. Entre o esclarecimento e a indústria cultural: reflexões sobre a divulgação do conhecimento científico. *In*: TAVARES, Denise; REZENDE, Renata. **Mídias & Divulgação científica**: Desafios e experimentações em meio à popularização da ciência. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição, 2014. cap. Parte 1, p. 12-34.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, ed. 3, p. 248-273, 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049>. Acesso em: 10 fev. 2023.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de Las Ciencias**: Historia y Epistemología de Las Ciencias, Rio de Janeiro, v. 11, ed. 3, p. 324-330, 1993.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Livros didáticos**: obstáculos ao aprendizado da ciência química. Orientador: José Américo Motta Pessanha. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1990.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 45-61, 10 jun. 2001.

LUIZ, Lucio; ASSIS, Pablo de. O crescimento do podcast: origem e desenvolvimento de uma mídia da cibercultura. **III Simpósio Nacional ABCiber**, São Paulo, p. 1-13, 2009. Disponível em: <http://www.lucioluiz.com.br/txt/pt/o-crescimento-do-podcast-origem-e-desenvolvimento-de-uma-midia-da-cibercultura/>. Acesso em: 10 fev. 2023.

LUIZ, Lucio; ASSIS, Pablo de. O podcast no Brasil e no mundo: um caminho para a distribuição de mídias digitais. **Intercom**: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, Caxias do Sul, p. 1-15, 2010. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2010/resumos/r5-0302-1.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

MACK, Steve; RATCLIFFE, Mitch. **Podcasting Bible**. Indianapolis: Wiley, 2007.

MAGALHÃES, Cíntia Emanuella Ramos. **Divulgação científica para o público infantil**: um estudo de caso no Museu da Amazônia (MUSA). Orientador: Carolina Brandão Gonçalves. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências) - Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2013.

MAGALHÃES, Cíntia Emanuella Ramos; SILVA, Evanilda Figueiredo Gonçalves da; GONÇALVES, Carolina Brandão. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 5, n. 9, p. 14-28, 11 fev. 2012.

MARQUES, Fabricio. **Podcasts abrem nova frente para a divulgação científica no país**. Revista Pesquisa Fapesp. Biblioteca Central UFRGS Blog -18 de novembro de 2019.

MELO, Ana Carolina Staub de. **Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica**. Orientador: Luiz O. Q. Peduzzi. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. *In*: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fatima. **Ciência e público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002. cap. 3, p. 43-64.

NARUHODO #65 - Existe um microscópio que consegue ver átomos?. Direção: Cientística & Podcast Naruhodo. Gravação de Ken Fujioka & Altay de Souza. [S. l.]: B9 Podcasts, 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_tjs-qUS7uI&ab_channel=Cient%C3%ADstica%26PodcastNaruhodo. Acesso em: 15 jul. 2023.

NETO, João Cirilo da Silva. A importância da divulgação científica no contexto da inclusão social. **VIII World Congress on Communication and Arts**, Salvador, 22 abr. 2015.

NOGUEIRA, Marco Aurélio. **Potência, limites e seduções do poder**. 1. ed. São Paulo: Unesp, 2008. 144 p.

PÁSCUI, Matheus Ziantoni; ALTARUGIO, Maisa Helena. CONCEPÇÕES PRÉVIAS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE ATOMÍSTICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MÉTODO EDUCACIONAL PSICODRAMÁTICO. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 11, ed. 5, p. 53-70, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2348>. Acesso em: 16 jul. 2023.

PINCELLI, Renato; AMÉRICO, Marcos. Divulgação científica: aspectos históricos, teóricos, audiovisuais e humorísticos: História, cultura e educação na América Latina. **Unesp**, São Paulo, p. 1-15, 10 dez. 2018.

REALE, Manuella Vieira; MARTYNIUK, Valdenise Leziér. Divulgação científica no Youtube: a construção de sentido de pesquisadores nerds comunicando ciência. **Intercom**: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, São Paulo, p. 1-15, 2016. Disponível em: <https://www.portalintercom.org.br/anais/nacional2016/resumos/R11-0897-1.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

REIS, José. Ponto de vista: José Reis. *In*: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fatima. **Ciência e público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002. cap. 5, p. 73-88.

RODRIGUES, Nathalie Akie Omachi; DAPIEVE, Diane Ferreira da Silva; CUNHA, Marcia Borin da; STRIEDER, Dulce Maria. Obstáculos epistemológicos em textos de revistas de Divulgação Científica. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 474985584, 18 jul. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5584>.

SILVA, et al. Um estudo sobre a presença de obstáculos epistemológicos no Ensino de Óptica a partir da análise de artigos publicados pela Revista Brasileira de Ensino de Física. **Latin American Journal of Science Education**, [s. l.], p. 1-18, 2015. Disponível em: http://www.lajse.org/nov15/22030_Silva_2015.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

SOUZA, Ana Caroline Lima de; GONÇALVES, Carolina Brandão. O uso de tecnologias na educação e no ensino de ciências a partir de uma pesquisa bibliográfica. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 7, ed. 3, p. 256-276, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9256>. Acesso em: 10 fev. 2023.

TRINDADE, Daniela; NAGASHIMA, Lucila; ANDRADE, Cíntia de. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard / Epistemological obstacles from the perspective of Bachelard. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 10, p. 17829–17843, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-050. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3612>. Acesso em: 12 fev. 2023.