



IMPORTÂNCIA DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA A EDUCAÇÃO E PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA: UM INSTRUMENTO À DISPOSIÇÃO DE PROFESSORES PARA ESTIMULAR O PENSAMENTO CRÍTICO SOBRE CIÊNCIA

The importance of scientific dissemination for education and for the teaching of
Geography: an instrument available to teachers to stimulate critical thinking about
Science

Tania Cristina Gomes

Pós-doutoranda em Geografia da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1335-8098>

geotania.gomes@gmail.com

Roberto Verdum

Professor Titular do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0528-4343>

verdum@ufrgs.br

Artigo recebido em mai/2023 e aceito em ago/2023

RESUMO

A divulgação científica tem o propósito de levar a Ciência ao público leigo, a partir da publicação do conhecimento científico, para torná-lo acessível, considerando o aprendizado compartilhado; não, apenas, o comunicado. Essa afirmação parece simples e óbvia, mas, para se chegar ao entendimento de que o conhecimento científico deve ser codificado e dividido — não somente o informado de maneiras vertical e linear —, é preciso atentar aos modelos teóricos complexos sobre a comunicação pública no ambiente de divulgação científica, bem como aos conceitos, às definições e às terminologias adotadas, que darão direcionamento à *praxis* da comunicação pública do conhecimento científico em seus mais diversos espaços de atuação. Nesse sentido, a divulgação científica possui caráter complementar no ensino, surgindo para preencher lacunas da educação moderna e para ajudar o público a adotar atitudes críticas, em relação à ciência. O objetivo deste artigo é o de destacar a importância da relação entre divulgação científica, Educação, ensino e ensino de Geografia, enquanto instrumento disponível a professores, a pesquisadores e a divulgadores científicos profissionais, para estimular o pensamento crítico sobre ciências, sobretudo a geográfica. Primeiramente, o tratamento metodológico se deu pela delimitação do objeto de estudo, seguido do levantamento qualitativo de revisão bibliográfica, que deu suporte à abordagem robusta do referencial teórico, relacionado aos modelos de divulgação científica, em especial os seguidos no Brasil, e à relação destes com a Educação e com o ensino de Geografia. O referencial bibliográfico selecionado para a análise resultou

na discussão de quatro abordagens centrais e significativas para os entendimentos sobre Ciência, sobre comunicação e sobre divulgação científica, em seus aspectos mais abrangentes e associados à Educação, ao ensino e ao ensino de Geografia.

Palavras-chave: Divulgação científica; Conhecimento científico; Educação; Ensino; Geografia.

ABSTRACT

Scientific dissemination has the purpose of bringing science to the lay public, from the publication of scientific knowledge, to make it accessible, considering the shared learning; not only the communicated. This statement seems simple and obvious, but, in order to reach the understanding that scientific knowledge should be codified and shared - not only informed in vertical and linear ways -, it is necessary to pay attention to the complex theoretical models about public communication in the environment of scientific dissemination, as well as to the concepts, definitions, and terminologies adopted, which will give direction to the praxis of public communication of scientific knowledge in its most diverse spaces of action. In this sense, the scientific dissemination has a complementary character in teaching, appearing to fill the gaps in modern education and to help the public to adopt critical attitudes towards science. The purpose of this work is to highlight the importance of the relationship between scientific dissemination, education, teaching and teaching of Geography, as a tool available to teachers, researchers and professional science communicators, to stimulate critical thinking about sciences, especially geography. Firstly, the methodological treatment was given by the delimitation of the study object, followed by the qualitative survey of literature review, which supported the robust approach of the theoretical framework, related to the models of scientific dissemination, especially those followed in Brazil, and the relationship of these with Education and Geography teaching. The bibliographic reference selected for the analysis resulted in the discussion of four central and significant approaches for the understandings about Science, about communication and about scientific dissemination, in its most comprehensive aspects and associated with Education, teaching and Geography teaching.

Keywords: Science dissemination; Scientific knowledge; Education; Teaching. Geography.

1. INTRODUÇÃO

A divulgação científica tem o fim de levar a Ciência ao público leigo, a partir da publicação do conhecimento científico, para torná-lo acessível, considerando o saber compartilhado e, não, o apenas comunicado. Tal declaração parece óbvia, mas alcançar o entendimento de que o conhecimento científico deve ser “codificado” e compartilhado — não, comunicado de modos vertical e linear, somente —, deve atentar aos modelos teóricos sobre comunicação pública no ambiente de divulgação científica, bem como aos conceitos, às definições e às terminologias nela adotadas, as quais darão direcionamento à prática da comunicação pública da informação científica nos seus mais diversos espaços de atuação.

Ainda, a divulgação de dados científicos possui caráter complementar no Ensino, surgindo para preencher algumas das lacunas da Educação moderna e para ajudar o público a ter atitudes críticas, em relação à Ciência. No entanto, deve-se observar que a popularização científica, como instrumento

pedagógico, tem seus limites resumidos ao fato de esta ser unidirecional e, não, interativa, o que pode dar origem a construções pseudocientíficas, fortalecendo o mito da Ciência inacessível, em vez de promover um autêntico equilíbrio na disseminação do saber (CALVO HERNANDO, 1997).

Embora espaços escolares sejam vistos como responsáveis pela reflexão e pela promoção de diálogos sobre Ciência (MASSARANI; MOREIRA, 2021), a divulgação científica deve ir além da apropriação do conhecimento, buscando estimular a participação social, o que Paulo Freire chama de consciência epistemológica, postulando a não neutralidade do ato pedagógico e “[...] defendendo que as ações que visem à alfabetização científica devam estar permeadas por um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia” (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 7).

Considerando que a divulgação científica consiste em um recurso educacional importante no processo de ensino e aprendizagem, logicamente também é necessário aproximar ensino e divulgação científica do ambiente escolar, para ampliar conhecimento e para estimular a curiosidade, aumentando a possibilidade do surgimento de novos talentos para a Ciência e para a tecnologia. Entretanto, tornar o conhecimento científico compreensível à comunidade escolar exige, do professor, a elaboração de estratégias eficazes, objetivando expor os conteúdos científicos de formas prática, dinâmica e interativa aos alunos. Assim, é preciso pensar em modos de ensino e de publicação científica inovadores no espaço escolar, o que exige ponderação sobre práticas que incentivem o processo de criação, em que os papéis do professor incluem repensar e readequar ou modificar suas metodologias de ensino.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é o de destacar a importância da relação entre divulgação científica, Educação, ensino e ensino de Geografia, enquanto instrumentos acessíveis a professores, a pesquisadores e a divulgadores científicos profissionais, para estimular o pensamento crítico sobre Ciências, sobretudo na ciência geográfica.

2. METODOLOGIA

O tratamento metodológico teve início com a delimitação do objeto de estudo, com foco na importância da divulgação científica para a Educação e para o ensino, principalmente o de Geografia. Após, seguiu-se o levantamento qualitativo de revisão bibliográfica, para dar suporte a uma abordagem consistente do referencial teórico sobre os modelos de divulgação científica, especialmente os adotados no Brasil, avaliando a relação entre Educação e ensino de Geografia.

O referencial selecionado nesta análise resultou na discussão de três abordagens centrais e significativas para os entendimentos sobre Ciência, sobre comunicação e sobre divulgação científica,

em seus aspectos mais gerais, associados à Educação e ao ensino, conforme organograma da Figura 1.

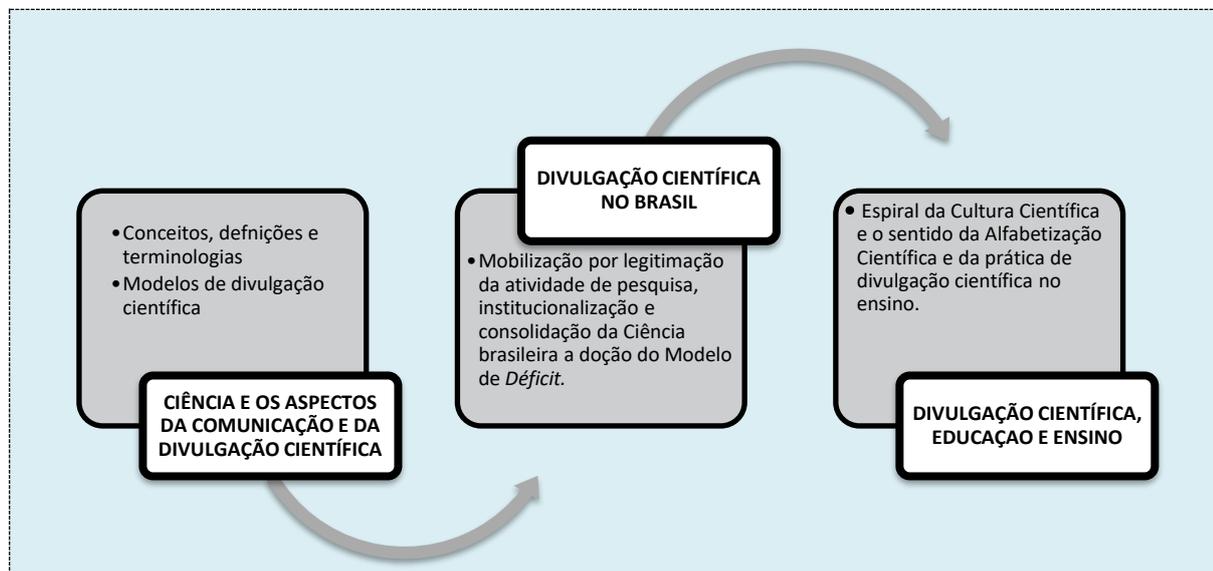


Figura 1 - Organograma de Pesquisa.
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A primeira abordagem traz uma discussão sobre conceitos, sobre definições e sobre termos adotados na divulgação científica para caracterizar seu objetivo, suas motivações, seu campo de atuação e seu público de interesse. Esse questionamento inicial busca elucidar aspectos de modelos teóricos de comunicação pública, que conduzem à *praxis* nos ambientes de divulgação científica.

A segunda ênfase apresenta um panorama geral sobre o caminho da divulgação científica no Brasil, o qual está associado à mobilização por legitimação da atividade de pesquisa (profissionalização), por institucionalização e por consolidação da Ciência brasileira, dado o interesse da elite nacional em concretizar seu projeto de desenvolvimento, no qual a ciência e a tecnologia tinham papéis de destaque.

O terceiro enfoque estabelece relações entre divulgação científica, Educação e ensino, a partir do modelo *Espiral da Cultura Científica* (não linear), demonstrando o sentido da alfabetização científica, que encerra a divulgação e a alfabetização científicas, fortemente conexas à qualidade da educação básica e que podem promover o aprimoramento em todos os níveis, assim como a modernização do ensino de Ciências.

Nesse nível de abordagem, dá-se o diálogo na prática de divulgação científica no ensino de Geografia, além de enumerar e de separar pontos para incluir nos currículos de Ciências, desde o ensino básico ao superior, objetivando favorecer a construção de conhecimentos científico e incidindo positivamente na compreensão da natureza da Ciência e do trabalho científico, frente à relação Ciência/tecnologia/sociedade.

3. A CIÊNCIA E OS ASPECTOS DA COMUNICAÇÃO E DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Para que a ciência possa existir na cultura é necessário colocar à ciência as exigências reflexivas da fala. A divulgação científica, neste sentido, teria nascido de uma percepção dessa necessidade.

Vogt e Morales

A Ciência busca as relações causais e o estabelecimento de leis gerais da natureza, dentro dos objetivos de descobrir e de enumerar as leis naturais, enunciadas pela própria natureza. Assim, o idioma da Ciência é a linguagem da natureza, caracterizada como uma língua complexa e altamente codificada para a compreensão comum. Contudo, a natureza exprime leis claras, que dão conta da sua própria simplicidade, em que as coisas estão em completa harmonia e operam em equilíbrio, não causando espanto que o equilíbrio e a harmonia sejam obsessões, metas, objetivos da Ciência, quando esta busca criar seus próprios princípios. Portanto, as relações de proximidade e de identificação entre Ciência e natureza se instituem com o desígnio de proferir verdades, como se elas tivessem sido ditas por si mesmas, sem a ação de agentes históricos nas suas enunciações. De outro modo, existe um conjunto de impressões, de percepções e de vivências históricas, que coexistem (sob os pontos de vista da sociedade e da cultura) e que caracterizam o modo, pelo qual as coletividades percebem a verdade cientificamente enunciada. Em vista disso, a cultura científica resulta e se faz da mistura entre as impressões subjetivas das sociedades humanas, em relação a verdade trazida pela Ciência (VOGT; MORALES, 2017).

O debate acerca da divulgação científica pode ser considerado controverso, especialmente pelas suas distintas conceituações e terminologias. Muitos são os termos utilizados — como difusão, disseminação, comunicação científica, divulgação científica, jornalismo científico, popularização da ciência — para caracterizar o objetivo e as motivações da atividade de publicação científica (MENDES, 2006).

Os termos disseminação e divulgação são distintos. Nesse caminho, o primeiro “[...] seria o processo que pressupõe a transferência de informações, transcritas em códigos especializados, a um público seletivo de especialistas”, ou seja, “[...] comunicação que se estabelece dentro da comunidade científica, a fim de difundir os resultados científicos”, enquanto o segundo, divulgação ou “vulgarização da ciência”, “[...] estaria relacionado com a comunicação pública da ciência, para um público não especialista [...], utilizando processos e recursos técnicos para a transposição de uma linguagem especializada para outra não especializada, objetivando tornar o conteúdo acessível”, por meio de museus, de centros de Ciência e de mídia e, como objetivo secundário, de zoológicos, de jogos, de brinquedos, de histórias em quadrinhos, de documentários, entre outros, que também podem ser considerados instrumentos de popularização da Ciência (MENDES, 2006, p. 90).

A comunicação científica habita o coração da Ciência; ela alimenta o processo de divulgação

científica, tornando-se tão vital quanto a própria pesquisa, pois a Ciência se tornará legítima somente com a análise e com a aceitação, pelos pares, e isto exige que ela seja divulgada. Nesse sentido, as comunicações eficientes e eficazes compõem partes indispensáveis do processo de investigação científica (MEADOWS, 1999 apud FRANÇA, 2015, p. 26), portanto a interlocução científica “[...] diz respeito à transferência de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações e que se destinam aos especialistas em determinadas áreas do conhecimento” e tem, por finalidade básica, promover a “[...] disseminação de informações especializadas entre os pares, com o intuito de tornar conhecidos, na comunidade científica, os avanços obtidos em áreas específicas ou a elaboração de novas teorias ou refinamento das existentes” (BUENO, 2010, p. 1-2).

De acordo com França (2015), ainda que os conceitos de comunicação científica e de divulgação científica exibam características comuns, essas ações apresentam aspectos distintos, tais como o perfil do público, o nível de discurso, a natureza dos canais ou ambientes utilizados para sua veiculação e a intenção explícita de cada processo em particular. Nessa perspectiva, França (2015) sistematiza tais aspectos, com base em Bueno (2010) (Quadro 1).

Quadro 1: Aspectos da comunicação e da divulgação científicas.

ASPECTOS	COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
Perfil do público	Especialistas, com formação técnico-científica	Não iniciados (sem formação técnico-científica)
Percepção do público	Especialidades do método científico e do processo cumulativo de produção da ciência	Não reconhece, de imediato, o caráter coletivo ou burocrático da produção da ciência e a individualiza
Nível do discurso	O público compartilha conceitos, frequenta espaços, ambientes, ou acessa veículos especializados; está continuamente empenhado em assimilar termos, processos e conceitos novos, e seu jargão técnico constitui patrimônio comum	O público não é cientificamente alfabetizado e vê qualquer termo técnico como ruído. É necessária a decodificação ou recodificação do discurso especializado, com o uso de recursos que podem penalizar a precisão das informações
Natureza dos canais	Está presente em círculos mais restritos, como eventos técnico-científicos e publicações especializadas	Pode contemplar audiências ampla e heterogênea e também pode estar circunscrita a um grupo menor de pessoas
Veículos ou mediadores	Congressos e periódicos científicos, revistas científicas, cursos, livros, glossários de termos técnicos	Grande imprensa (graças ao jornalismo científico), TV aberta ou fechada, revistas
Intenções	Visa à disseminação de informações especializadas entre os pares, com o intuito de tornar conhecidos, na comunidade científica, os avanços obtidos em áreas específicas, ou à elaboração de novas teorias ou refinamento das existentes	Objetiva democratizar o acesso ao conhecimento científico e estabelecer condições para a alfabetização científica, buscando a inclusão dos cidadãos no debate sobre temas especializados, que podem impactar sua vida e seu trabalho
Pontos de convergência	Interesses comerciais, políticos, militares e outros estão, quase sempre, presentes em ambas. Também tem sido comum a parceria entre jornalista/divulgadores e pesquisadores/cientistas na	

produção de textos ou reportagens para publicações. Sistemáticamente, a comunicação científica, devidamente recodificada e retrabalhada, contribui para alimentar o processo de divulgação científica

Fonte: Bueno (2010), sistematizado por França (2015) e adaptado pelos autores (2023).

Percebe-se que a comunicação a divulgação científicas estão fortemente alinhadas e, embora uma não seja procedente da outra, ambas apresentam um relacionamento de interdependência. No panorama científico:

[...] há situações específicas que não são participadas à sociedade, seja por não serem consideradas de relevância, pela crença que não serão entendidas, pela imposição do sigilo, ou ainda, pela ausência de uma cultura em que essa seja uma ação realizada com maior frequência por meio da divulgação. Quando existe essa atividade, mesmo em última instância, são muitas vezes, unidirecionais, como apresentação de resultados de pesquisas, novas descobertas realizadas nos campos, novos produtos à disposição do público e assim por diante (FRANÇA, 2015, p. 28-29)

Assim, a divulgação científica, que tem o propósito de levar a Ciência ao público leigo, compreende a adaptação do conhecimento científico, de modo a torná-lo acessível ao ser humano comum, através do conhecimento compartilhado e, não, apenas, do comunicado, combinando conhecimento científico “[...] com sensibilidade e imaginação para despertar o prazer e o interesse, independente do tema” abordado (MORA, 2003, p. 101 apud MENDES, 2006, p. 91).

Mendes (2003), ainda com a intenção de aprofundar o debate acerca da definição de divulgação científica, infere dois modelos de difusão de informações, subsistindo:

[...] modelo linear e ideológico em que os cientistas são os especialistas e o público – passivo e homogêneo – é caracterizado como leigo que precisa ser formado e informado sobre a ciência, marcando a separação entre cientistas e não-cientistas como um dos pressupostos da constituição e especialização da atividade científica, principalmente a partir do século XIX, como algo esotérico e diferenciado da atividade dos amadores (Bauer, M. e Shoon, I., 1993) ...” “Esse enfoque de entendimento do público e da função da divulgação científica pode ser descrito segundo o modelo de déficit, que orientou, por algum tempo, as pesquisas e iniciativas de divulgação científica, no qual o conhecimento científico constitui um corpo reconhecível de informação codificada e que o público seria um grupo passivo e homogêneo com falhas ou ausência de conhecimento sobre e de ciência que precisam ser corrigidas...” Neste modelo, a informação científica flui em uma única direção, em que a divulgação científica é caracterizada pelos esforços em transmitir as informações de especialistas ou cientistas para o público. (MENDES, 2006 p. 93)

Em distinta perspectiva:

[...] a divulgação científica possui um significado crítico quando a ciência é veiculada como um processo contínuo de construir explicações sobre o mundo natural, em que o público é autorizado a engajar-se criticamente no processo científico, tornando-se participante no processo de descoberta. Além disso, a divulgação científica outorga ao público a oportunidade para avaliar a ciência em termos das suas próprias normas culturais e valores. Esse modelo contextual – ou o “modelo em rede de comunicação da ciência”, como define Lewenstein em sua entrevista para Pablo Boczkowski (1997, p.171) – descreve a comunicação como um fluxo não-linear – e às vezes caótico – entre ciência e seus públicos, não sendo caracterizada somente pelo objetivo cognitivo, mas apontando as preocupações éticas e políticas, por exemplo, pertinentes à pesquisa. Neste modelo, entende-se a compreensão pública da ciência como sendo um produto da interação do conhecimento

científico e local, dentro de um sistema retroalimentado (Lewenstein apud Boczkowski, 1997, Manzini, 2003, A. Gross, 1994) (MENDES, 2006, p. 93)

Dessa maneira, são os conceitos, as definições e os modelos de divulgação científica que, sob diferentes aspectos e objetivos, determinarão seu campo de atuação e seu público-alvo, seja para os próprios cientistas, seja para o público leigo, seja, ainda, para agentes formuladores de políticas públicas. Assim, a função ou papel da divulgação científica se recria, ao longo do tempo, acompanhando os desenvolvimentos da Ciência e da tecnologia e orientando antigos e novos alvos.

Mendes (2006), com base em Bueno (1985), em Gil (1988) e em Calvo Hernando (1997), destaca as funções e os objetivos como educacionais, cívicos, informativos, sociais, culturais, econômicos, políticos, ideológicos e de mobilização popular. De acordo com a autora, os propósitos elencados por diferentes autores estão ligados entre si e “[...] marcam a divulgação científica como uma contribuição no processo de transformação social”, tendo, como questão central, “[...] a democratização da ciência”, em que “[...] a divulgação científica pode fornecer na instrumentalização da população para melhor intervir nos processos decisórios”, devido à “[...] compreensão do público leigo, em relação à ciência e à tecnologia” (MENDES, 2006, p. 98).

Calvo Hernando (1997) ressalta o atraso na divulgação científica, em relação aos seus avanços, justamente pelo distanciamento entre a sociedade e a comunidade científica, e enfatiza que é importante levar a Ciência ao encontro da população, a fim de atender às existências sociais da ciência, dos cientistas, dos professores, dos jornalistas, dos autores e dos escritores, para auxiliar o público vulgar a superar seus medos, em relação à Ciência. Nesse sentido, o autor destaca sua visão, frente às funções e aos escopos da divulgação científica, entre os quais se avultam:

1. Criação de uma consciência científica coletiva, através do desenvolvimento de culturas científica e técnica de massa, cujos meios escritos e audiovisuais possuem papel essencial, ao estarem comprometidos com informações verdadeiras e sugestivas sobre Ciência. No mesmo sentido, os cientistas também têm a obrigação moral de dedicar parte do seu trabalho e do seu tempo a interagir com o público, através dos meios de informação;

2. Função de coesão entre grupos sociais, em que a divulgação deve proporcionar coesão aos grupos sociais para permitir que os indivíduos participem do processo, garantindo que cientistas e público se compreendam melhor;

3. Fator de desenvolvimento cultural, que defende a manifestação científica como uma necessidade cultural, na qual a difusão tem função importante, ao permitir que as descobertas e as preocupações científicas passem a fazer parte do cotidiano da população — é a difusão cultural da ciência;

4. **Elevar a qualidade de vida**, pelo alcance do conhecimento em si e por disponibilizar meios de aproveitamento e de utilização adequada dos recursos naturais e dos avanços da Ciência e da tecnologia;

5. **Política de comunicação científica**, uma vez que, em uma sociedade cada vez mais dependente do conhecimento tecnológico, a divulgação de informações honestas, críticas e exaustivas sobre Ciência e sobre tecnologia é extremamente importante;

6. **Função complementar de ensinar**, pois a divulgação científica pode preencher lacunas na Educação moderna e ajudar o público a adotar posturas analíticas, em relação à Ciência, sempre observando os limites da função pedagógica da popularização científica, resumidos no fato de esta ser unidirecional e não interativa, o que pode originar construções pseudocientíficas e pode fortalecer o mito da Ciência inacessível, em vez de promover o equilíbrio na distribuição de conhecimentos.

7. **Função de combater a falta de interesse**, que passa pela falta de empenho na compreensão dos diferentes aspectos científicos e tecnológicos do desenvolvimento da sociedade, pois as pessoas comuns entendem aspectos da política, relacionados à guerra, à ordem pública, à saúde ou à educação, e até mesmo ao meio ambiente, mas é a base de muitas destas questões setoriais que permite o alcance da inovação.

No campo teórico, de acordo com Brossard e Lewenstein (2021, p. 15), surgiram novos conceitos de compreensão pública da Ciência, "[...] indo de um conceito de 'déficit' ou difusão linear de popularização para modelos que enfatizam o conhecimento leigo, o engajamento público e a participação pública na formulação de políticas científicas" (LEWENSTEIN, 2003). Nesse sentido, Brossard e Lewenstein (2021)¹ analisaram criticamente os padrões de apreensão pública da Ciência, usando a prática para informar a teoria (Figura 2), dentro do objetivo de "[...] avaliar se os modelos teóricos comumente discutidos na literatura de comunicação pública refletem bem as ações de divulgação científica, realizadas na esfera pública" (BROSSARD; LEWENSTEIN, 2021, p. 43).

O estudo demonstrou que "[...] os modelos teóricos da compreensão pública da ciência não captam a complexidade da realidade dos projetos não formais de educação científica" e a análise, ainda que limitada a cinco projetos diferentes, "[...] evidenciou uma sobreposição entre modelos tradicionalmente apresentados como incomensuráveis em discussões teóricas" e que "[...] os projetos tenderam a usar abordagens mistas que combinavam modelos, em vez de gravitar em torno de qualquer estrutura bem definida" (BROSSARD; LEWENSTEIN, 2021, p. 44).

De acordo com os autores, todos os projetos de divulgação científica analisados:

¹ Tradução autorizada pelos autores, originada em: LEWENSTEIN, B.; BROSSARD, D. A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science: Using Practice to Inform Theory. In: KAHLOR, L.; STOUT, P. (Org.). Communicating Science: New Agendas in Communication. Routledge: Nova Iorque e Londres, 2010.

[...] tenderam a usar a abordagem do Modelo de Déficit como pilar, mesmo que parecessem seguir outras abordagens teóricas. Os projetos contextuais visam não apenas aumentar o conhecimento, mas também discutir as atitudes do público em relação à ciência e aos cientistas. O engajamento público com a ciência foi fomentado em diferentes níveis: (1) por meio de uma simples interação entre cidadãos e especialistas científicos; (2) por meio do empoderamento dos cidadãos para dar voz de forma que pudessem expressar seus pontos de vista; (3) fornecendo verdadeira autoridade pública sobre a política. (BROSSARD; LEWENSTEIN, 2021, p. 44)

Para os mesmos debatedores, as perspectivas teóricas de divulgação científica devem levar em consideração a fluidez das fronteiras entre os modelos teóricos e continuar a buscar outras áreas de investigação, para derrubar as paredes que separam paradigmas e para construir pontes entre tais padrões, tornando a prática mais eficaz.

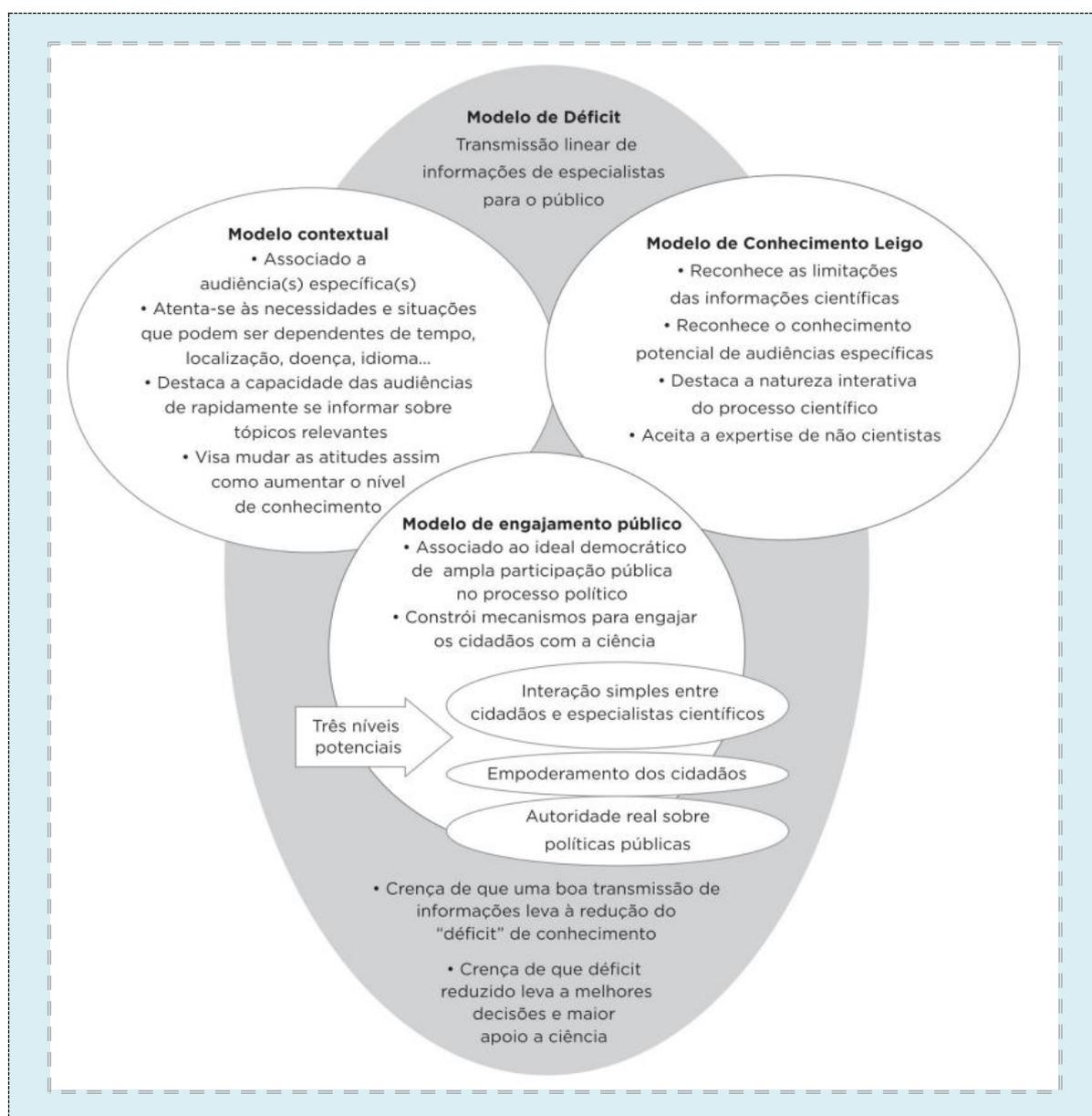


Figura 1 - Modelos de comunicação pública no ambiente de divulgação científica.

Fonte: Brossard e Lewenstein (2021).

Diante deste conjunto conceitual, é inegável que a divulgação científica se apresente como peça fundamental no processo de desenvolvimento da Ciência, bem como para o que a sociedade pode lograr do progresso científico, pois sua finalidade inclui construir e fortalecer uma cultura científica que extrapole os limites da academia e dos laboratórios de pesquisa, para favorecer um meio profícuo de popularização da Ciência. Detidamente, ela vem sendo realizada e se consubstanciando pela criação de espaços, de institutos, de organizações, de museus de ciência, entre outros, pelos usos de rádio, de televisão, de *Internet*, de redes sociais, etc., e pela publicação de artigos e de matérias em revistas e em jornais.

4. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

De acordo com Massarani e Moreira (2021):

Entre os séculos 16 e 18, a atividade científica sistemática e a comunicação de ideias da ciência moderna eram quase inexistentes no Brasil, então colônia portuguesa. O país tinha uma pequena população de colonos, a maioria analfabeta, e uma população significativa de indígenas espalhada pelo interior do país. Além disso, no século 18, a impressão e a publicação de livros foram proibidas no Brasil, assim como as escolas de nível superior. Portanto, apenas alguns indivíduos pertencentes a uma elite muito restrita de pessoas tiveram educação superior no exterior, principalmente em Portugal, e tiveram acesso aos novos conhecimentos científicos, mesmo assim com limitações por conta do atraso científico em Portugal. A primeira expressão consistente de divulgação científica no Brasil, embora ainda muito limitada, ocorreu no início do século 19, por um motivo político determinante: a Corte Portuguesa havia chegado ao Brasil e era preciso criar as condições para que a administração da metrópole e da colônia funcionasse. Abriam-se portos, suspendeu-se a proibição da impressão e criaram-se as primeiras instituições ligadas à ciência e à técnica, como o Real Horto (1808), a Real Academia Militar (1810) e o Museu Real (1818), todos no Rio de Janeiro, que foi capital do Brasil de 1763 até 1960. (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 107).

Sucintamente, a divulgação científica no Brasil está associada à mobilização pela legitimação da atividade de pesquisa (profissionalização), por institucionalização e pela consolidação da ciência brasileira, dado o interesse da elite nacional em solidificar seu projeto de desenvolvimento, no qual a ciência e a tecnologia tinham posições de destaque. Para Mendes (2006), apesar do pouco investimento em Ciência e em tecnologia, foi a partir da segunda metade do século XIX que ocorreu um maior interesse pela divulgação científica e que a expansão desta se intensificou no país, como já vinha ocorrendo na Europa e nos Estados Unidos, por divulgadores científicos profissionais, como Louis Figuier e Camille Flammarion (franceses) e Emilio Huclin (espanhol).

Massarani (1998) enfatiza que a divulgação científica realizada no Brasil, assim como na América Latina, pode ser atribuída ao esforço de alguns cientistas, dando origem a espaços públicos para a Ciência, o que favoreceu a presença social destes especialistas divulgadores, oriundos da elite técnico-científica, os quais, na medida em que reafirmaram sua legitimidade profissional,

promoveram maior comunicação com seus pares e com outros grupos sociais, contribuindo para o sucesso científico do início do século XX, sobretudo na área da saúde.

Mendes (2006) ainda afirma que:

[...] a ação dos cientistas no sentido de promoverem a divulgação científica direcionou-se tanto para o público interno da ciência (a coletividade científica) como para o público leigo, visando: 1. fortalecer a comunidade científica junto ao Estado, entendido como o responsável por estabelecer e implementar políticas direcionadas à ciência e tecnologia e ao projeto de carreira (profissionalização) e 2. construir um público mais favorável à ciência (MENDES, 2006, p. 124)

A partir da década de 1920, os esforços destes cientistas, associados à conscientização da importância de criar condições para o desenvolvimento da pesquisa básica e para a formação de profissionais capacitados, originam instituições de pesquisa e de educação superior no país, dando destaque à relevância da divulgação científica para difundir as ideias dos cientistas e a dimensão da Ciência para o desenvolvimento nacional. Nessa esteira, também surgem preocupações com a ampliação e com a renovação na Educação, pois, à época, vivenciava-se um analfabetismo generalizado no Brasil², motivando campanhas pelo ensino público. É neste contexto que nascem, algumas décadas depois e em nível nacional, as ações governamentais que impulsionaram a criação dos primeiros fundos universitários de pesquisa, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) (em 1948), do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) (em 1951), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (também em 1951), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) (em 1962), entre outros (MENDES, 2006).

Aqui, vale observar uma figura importante no processo de divulgação científica no Brasil, incluindo a voltada para a elite, do final do século XIX, ou ao público leigo letrado, da década de 1920, mormente no Rio de Janeiro: José Reis. Tido como um dos primeiros a constituir “[...] carreira de divulgador da ciência”, dirige seus boletins a dois públicos específicos: intelectuais, através das revistas *Ciência e Cultura* e *Anhembi*, e escolares, escrevendo para o jornal *Folha da Manhã* e promovendo feiras de ciências, objetivando vincular a divulgação científica à educação científica da sociedade, pelas leituras de seus artigos, pelos debates sobre a melhoria do ensino de ciências nas escolas ou pelas participações em feiras e em clubes de Ciência, os quais ajudou a implementar no país, junto ao Instituto Brasileiro de Educação, Ciência, Cultura de São Paulo (IBECC) (em 1946) (órgão da Unesco) (MENDES, 2006).

Massarani e Moreira (2021) corroboram os estudos de Mendes (2006), ao enfatizarem que a atividade de divulgação científica vem sendo observada no Brasil, desde o início do século XIX, conforme diferentes épocas e iniciativas, através da criação de espaços de Ciência, de matérias em

² De acordo com dados do IBGE, 40% da população brasileira era analfabeta na década de 1950 (IBGE, 2005).

jornais e em mídias audiovisuais, de eventos de popularização, de revistas de divulgação científica e de artigos acadêmicos. Os autores também sublinham a criação da Academia Brasileira de Ciências (ABC) na década de 1920, como parte de um movimento em favor da ciência básica, e, em 1923, o surgimento dos salões da ABC e o nascimento da Rádio Sociedade³, primeira emissora de rádio do Brasil — nascida apenas alguns anos, após a primeira emissora de rádio do mundo —, que buscava transmitir conteúdos sobre Ciência, sobre Educação e sobre cultura (MASSARANI; MOREIRA, 2021 p. 108).

Para Massarani e Moreira (2021), a partir da década de 1980, até anos recentes, observam-se os crescimentos contínuo e diversificado da divulgação científica no Brasil, bem como a implementação de políticas públicas, relacionadas ao tema:

Uma ação de destaque foi a criação da revista Ciência Hoje, em 1982,¹³ pela SBPC. A Ciência Hoje depois se tornou um grande complexo, que incluiu publicações impressas e online e uma revista infantil, Ciência Hoje das Crianças, de grande circulação e grande aceitação nas escolas públicas... De 1981 a 1984, a Editora Abril lançou uma versão brasileira da revista Science Illustrated, publicada pela 'Reader's Digest'. Em 1987, a mesma editora criou a revista Superinteressante, dentro das diretrizes da revista espanhola Muy Interesante. Em 1991 foi lançada a revista Globo Ciência, hoje Galileu... Em 2002, foi criada a Scientific American Brasil, que reúne artigos escritos por cientistas e jornalistas brasileiros. Recentemente, diversas Fundações Estaduais de Fomento à Pesquisa (FAP - Fundação de Amparo à Pesquisa), como Fapesp (Estado de São Paulo), Faperj (Rio de Janeiro), Fapemig (Minas Gerais) e Fapeam (Amazonas), começaram a publicar revistas de divulgação científica, com destaque para a Revista da Fapesp que atingiu alcance e repercussão nacional. [...] Houve iniciativas inovadoras como o programa E por falar em ciência, transmitido pela Rádio MEC entre 1992 e 1997 (WERNECK, 2002). Um levantamento realizado na década de 2000 indicou a existência de cerca de três dezenas de programas específicos voltados para C&T, a maioria deles em estações públicas, em geral estações universitárias de curto alcance, e muito deles têm dificuldades com sua continuidade. Uma universidade que se destacou nos últimos anos no que diz respeito à institucionalização da divulgação científica e à produção de programas de divulgação para suas emissoras de rádio e TV é a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). [...] A primeira tentativa de criação de um programa de ciências para a televisão brasileira ocorreu em 1979, quando Nossa Ciência foi veiculada pela TV Educativa. Teve apenas dez episódios. O Globo Ciência, programa da TV Globo e da Fundação Roberto Marinho, teve mais sucesso: foi criado em 1984 e durou até 2014. A TV Cultura de São Paulo também veiculou diversos programas de divulgação científica. O Tome Ciência, com notícias e entrevistas sobre temas de C&T, surgiu em 1987 no canal público TVE e durou até 1990. Foi retomado em 2004 e atualmente é veiculado por alguns canais universitários e de casas legislativas. Alguns outros programas foram produzidos no Brasil, como o Minuto Científico (1996-1997) ou Ver Ciência (2002-2005), enquanto outros ainda voltados para o público mais jovem, como o americano O Mundo de Beakman (1994-2002), foram traduzidos para o português. Canais estaduais ou universitários determinados, como a TV Educativa do Espírito Santo ou a TV UFMG, têm também veiculado programas de divulgação científica com alguma frequência. [...] Em 1994, foi criado o 'Festival Internacional de Ciência em TV', Ver Ciência, que consiste em um festival anual de programas científicos de TV produzidos no Brasil e no exterior. A partir de 2004, o festival passou a fazer parte da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) e se espalhou por todos os estados brasileiros, com o envio de dezenas de vídeos científicos de diversas procedências para serem exibidos em escolas ou locais públicos em todo o país. Nos últimos três anos, em função dos cortes de recursos para a área, o festival tem dificuldade de se manter. Vários canais a cabo têm programas relacionados à C&T; ainda assim, o acesso a

³ Disponível em: <http://www.fiocruz.br/radiosociedade/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=35>, com acesso em: 13 maio 2023.

esses programas é limitado a uma parcela relativamente pequena de brasileiros (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 113-115).

No entanto, os autores atentam para a qualidade da informação científica veiculada nos meios de comunicação de massa, que, embora tenha melhorado nos últimos anos, não atinge níveis adequados, sobretudo no caso de revistas comerciais, as quais, muitas vezes, acabam produzindo visões distorcidas da divulgação científica, levantando problemas de credibilidade e publicando matérias frágeis e sensacionalistas, favorecendo a pseudociência.

Mais recentemente, com o desenvolvimento tecnológico e com o acesso contíguo à informação, pela *Internet*, a divulgação científica é impulsionada e tem o espaço virtual como instrumento facilitador de sua prática, pois seu uso para a investigação de informações sobre Ciência e sobre tecnologia já supera o uso da TV. Nesse sentido, Massarani e Moreira (2021) também assinalam que “[...] o uso da *Internet* para divulgação científica no Brasil ocorre principalmente quando centros e museus de ciências, instituições científicas, grupos de pesquisa em divulgação científica, alguns órgãos governamentais e pesquisadores individuais realizam as iniciativas”, usando *blogs* e redes sociais como ferramentas de acesso rápido, fácil e informal (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 118).

[...] há um aumento do número de iniciativas de blogueiros. Observa-se um engajamento crescente de cientistas e divulgadores científicos, semelhante ao que ocorre na Europa e nos Estados Unidos, porém em um nível consideravelmente inferior. O portal *ScienceBlogs* Brasil está associado ao maior portal de blogs de ciência do mundo e possui cerca de 50 blogs. Em 2016, foi criada a rede *ScienceVlogs Brasil (SvBr)* que reúne hoje 61 vídeos científicos no YouTube. É um selo que atesta a qualidade científica de canais de divulgação científica no YouTube e conta hoje com cerca de 70 mil inscritos. O uso de redes sociais, como o Facebook e o Twitter, para divulgação científica tem crescido consideravelmente nos últimos tempos e passou a predominar na comunicação de informação rápida; no entanto, todo o seu potencial ainda não foi devidamente estudado e explorado. Recentemente, alguns youtubers, como Atila Iamarino, do canal Nerdologia, e Pirula, do Canal do Pirula, vêm chamando a atenção e atraindo milhares de seguidores. Uma verificação recente mostrou que, em 2020, os temas de ciência no Twitter se destacaram com o cientista britânico Richard Dawkins com 3 milhões de seguidores, seguido pelo biólogo Atila Iamarino com 1 milhão e a Agência Fiocruz com 250 mil. Neste ranking a USP vem em quarto lugar com 215 mil e a SBPC em quinto com 183 mil seguidores (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 117).

Cabe destacar, ainda, alguns museus e associações de ciências, que têm, como desígnio, propiciar a interatividade entre Ciência e público. Criado em 1967, o Museu de Ciência e Tecnologia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, consolida-se cada vez mais em Porto Alegre, enquanto São Paulo sedia o Catavento Cultural e Educacional, criado em 2010, e Rio de Janeiro, o Museu do Amanhã, criado em 2015 — um dos espaços mais visitados no Brasil.

A partir desta sucinta abordagem sobre divulgação científica, percebe-se que houve e que há iniciativas de expansão da popularização da Ciência no Brasil, apesar das limitações. Contudo, ao se considerar o tamanho do país e a diversidade da população brasileira, “[...] o número de espaços científico-culturais ainda é muito baixo, se comparado ao de países mais avançados. Além disso, as

distribuições geográfica e social dos museus são bastante desiguais no Brasil, com maior concentração nas áreas mais ricas das grandes cidades do Sul e do Sudeste do país”. Dessa maneira, “[...] o país está longe de possuir uma ação ampla e consistente que possibilite uma divulgação científica qualificada, escorada em políticas públicas adequadas e com continuidade, e que atinja grande parte de sua população que está ainda excluída destas ações” (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 119).

5. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, EDUCAÇÃO E ENSINO

De acordo com Massarani e Moreira (2021), o interesse pela difusão científica nas universidades e nas instituições de pesquisa aumentou expressivamente nos últimos anos, especialmente com os estabelecimentos dos grupos de investigação científica em todo o Brasil e do Programa Nacional de Extensão, do Ministério da Educação, voltado a instituições públicas de ensino superior, que busca apoiar a extensão universitária, incluindo atividades de divulgação científica — lamentavelmente, o programa foi praticamente extinto em anos recentes.

Em meio aos ataques sofridos pela Ciência brasileira, cabe ponderar que a educação e a divulgação científica são aliadas no combate à desinformação e ao negacionismo e na popularização de temas complexos, estimulando o público comum a se interessar por Ciência, produzindo ferramentas potentes a professores, a pesquisadores, a cientistas e a divulgadores científicos profissionais. Nesse sentido, é preciso pensar na conexão entre divulgação científica e Educação para encarar as dificuldades e os desafios de quem se propõe a ligar ciência e sociedade, tornando aquela acessível, também, fora dos centros acadêmicos.

No entanto, para unir ciência e sociedade, há uma longa travessia a ser empreendida. Nessa trajetória, fronteiras de espaço e de tempo devem ser transpostas, pois, de acordo com Vogt (2003), o conjunto de fatores, de eventos e de ações humanas, voltado à produção, à difusão, ao ensino e à divulgação do conhecimento científico nos processos sociais, constitui condição para o desenvolvimento da cultura científica. Nesse contexto, Vogt e Morales (2017) apresentam metaforicamente a dinâmica e a afinidade entre fatos, eventos e ações desta cultura na Figura 3, em que os eixos horizontal e vertical definem e opõem quatro quadrantes, os quais são continuamente percorridos por uma linha espiralada, que demonstra a vinculação entre fazer científico e comunicação, fazendo com que a ciência tenha concretude, dos pontos de vista da sua realidade e da sua materialidade social.

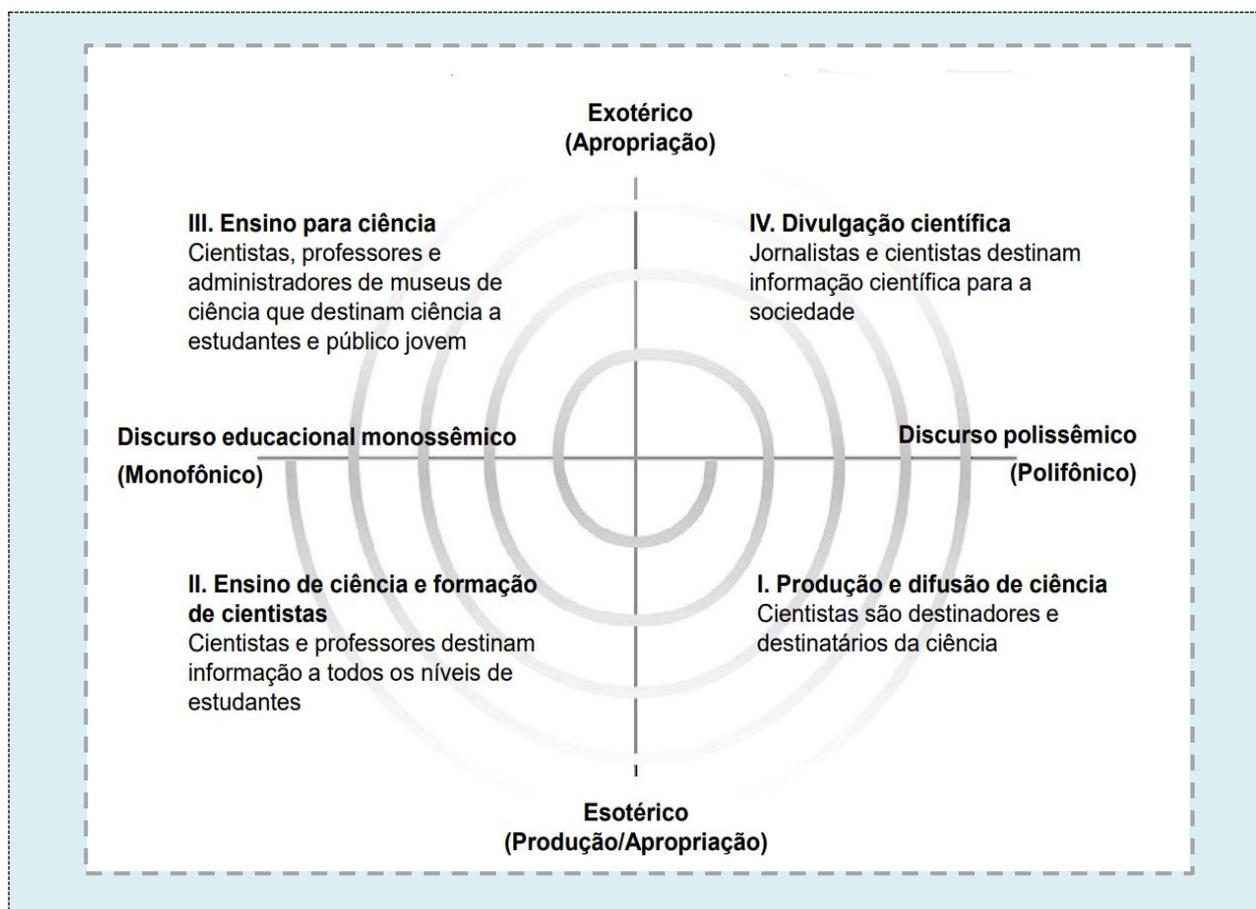


Figura 2: Espiral da cultura científica⁴

Fonte: reprodução e adaptação de Vogt (2012) e de Vogt e Morales (2017)

No 1º quadrante, ponto de partida da espiral, dominam ações de produção e de disseminação da ciência, momento no qual cientistas são locutores e destinatários da Ciência, pela comunicação de suas descobertas em artigos e em eventos científicos — congressos, simpósios, reuniões de associações, grupos de pesquisas, etc. O 2º quadrante, do ensino de ciência e do treinamento de cientistas, envolve a entrega de informações de cientistas e de professores a estudantes de diferentes níveis, desde a educação básica à pós-graduação. Já o 3º quadrante encerra o desenvolvimento de atividades de ensino para a ciência, no qual cientistas-divulgadores, professores e centros/eventos, como museus e feiras de ciências, levam Ciência e tecnologia aos estudantes e ao público majoritariamente jovem. Por fim, o 4º quadrante representa a divulgação científica mais ampla, praticada por jornalistas e por pesquisadores, que têm a sociedade em geral como interlocutora (VOGT; MORALES, 2017).

Salienta-se que a comunicação é o motor da dinâmica da cultura científica em todos os quadrantes, exercendo papel fundamental na disseminação e na consolidação de novos

⁴ Publicado originalmente como *Espiral da cultura científica*, em: Vogt, C.; Morales, A. P. *O discurso dos indicadores de C&T e de percepção de C&T*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura e Los Libros de la Catarata, Madri, 2016. p. 25-31.

conhecimentos e na difusão e na divulgação de conteúdos científicos e tecnológicos para a audiência em geral, bem como para a educação. Desse modo, os quadrantes de produção e de difusão de ciências e de ensino e de treinamento de cientistas — localizados abaixo do eixo horizontal — definem espaços de produção e de reprodução da Ciência, cuja natureza da audiência é definida como esotérica, ou seja, reservada a grupos restritos. Nos quadrantes três e quatro, de ensino para a ciência e de divulgação científica — localizados acima do eixo horizontal —, estão as instâncias de apropriação da Ciência, sujeitas a audiências ampla, aberta e irrestrita, de caráter exotérico (VOGT; MORALES, 2017).

O eixo vertical delimita dois grupos: polissêmico — à direita (quadrantes 1 e 4) —; e monossêmico — à esquerda (quadrantes 2 e 3), sendo grupos opostos em aspectos discursivos, considerando os processos neles contidos. No primeiro grupo, à direita do eixo, os discursos polissêmico e polifônico incluem várias vozes, colocadas de maneira concomitante, sejam as de cientistas, falando para cientistas (quadrante 1), sejam as de jornalistas e de pesquisadores, falando para o público em geral (quadrante 4). Do lado oposto, há os discursos monossêmico e monofônico, com características educacionais, próprias do ensino de ciência e do treinamento de cientistas e do ensino para a ciência (VOGT; MORALES, 2017).

Para estes autores, ao observar a espiral, percebe-se uma trajetória que se movimenta de uma linguagem objetiva para uma mais subjetiva ou metafórica, que procura estabelecer comunicação, sendo capaz transformar e de adequar a abstração, que está representada e trabalhada em códigos exclusivos, em conceitos sensíveis, apropriados para serem apreendidos pelas transferências das características e das propriedades que constituem a metáfora.

Como visto, a comunicação e a divulgação científicas resultam e são indispensáveis ao processo de fazer ciências, bem como à educação em ciências. No entanto, é preciso compreender que, para a formação de uma cultura científica mais sólida e mais segura, é necessário promover a educação científica nas sociedades, baseada no conhecimento e no uso de novas tecnologias, de modo que sejam incluídas iniciativas de popularização da Ciência (FRANÇA, 2015; PORTO, 2009).

Massarani e Moreira (2021), com base em Brossard *et al.* (2008) e em Ho, Brossard e Scheufele (2008), apontam que pesquisas recentes demonstraram que os níveis de conhecimento importam, porém de maneira mais complexa do que se pensava, anteriormente, pois “[...] acredita-se que as pessoas usem seus conhecimentos existentes para consolidar suas atitudes, mas tendem a interpretar as informações científicas de maneira diferente com base em valores pré-existentes que funcionam como ferramentas de filtragem” (MASSARANI; MOREIRA, 2021, p. 47).

Nesse sentido, as atividades de divulgação científica estão fortemente ligadas à qualidade da educação básica e podem promover o aprimoramento, assim como a modernização, do ensino de

ciências⁵ em todos os níveis, com ênfase em métodos e em práticas que promovam e que valorizem a interdisciplinaridade, a criatividade e a experimentação (MASSARANI; MOREIRA, 2021).

Esse horizonte emoldura a chamada alfabetização científica⁶ do indivíduo, ao inclui-lo no processo de construção social, promovendo a democratização do acesso ao saber científico. Dessa maneira, a divulgação científica pressupõe alfabetização científica, mas esta “[...] não deve se limitar a simples enunciação, mas contextualizar dados, fatos, resultados e não deve tampouco servir de instrumento para distanciar os que produzem C&T do cidadão comum, deixando espaço para aproximação e diálogo, em forma de debates sobre as relações entre: ciência e sociedade, ciência e mercado, ciência e democracia” (BUENO, 2010, p. 8; FRANÇA, 2015, p. 29).

Nesse cenário, como destacam Marques e Marandino (2018, p. 6), “[...] é importante pensar que a alfabetização científica, como objetivo educacional, implica delinear, em última instância, um projeto de sociedade, conferindo uma orientação à participação social e à transformação”, em que a alfabetização científica “[...] deve possibilitar a ampliação do conhecimento de mundo, levando o sujeito a perceber-se como ser de opções com vistas à superação das condições de opressão a que se encontra submetido”. Dessa maneira, “[...] a transformação deve estar atrelada a um projeto de inclusão e de democratização do acesso aos bens culturais e materiais da sociedade, de humanização das relações e da prevalência de valores ligados à justiça social em detrimento dos interesses mercadológicos”.

A alfabetização científica pode ser preconizada pelas educações formal (escolar) e não formal ou informal⁷ (extraescolar), entretanto os espaços escolares são tidos como responsáveis pela reflexão e pela promoção de diálogos sobre Ciência. Nessa perspectiva, Marques e Marandino (2018) entendem a divulgação científica como um processo que ocorre dentro e fora da escola, que sugere:

- i) promoção de diálogos e aproximações entre a cultura experiencial dos indivíduos e a cultura científica; ii) apropriação de saberes relacionados a termos e conceitos científicos, à natureza da ciência, às relações entre ciência, tecnologia e sociedade; iii) promoção de condições necessárias à realização de leituras críticas da realidade, à participação no debate público, à tomada de decisão responsável, à intervenção social em uma perspectiva emancipadora e de inclusão social. (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 1)

⁵ A IV Conferência Nacional de CT&I apontou a necessidade de uma verdadeira revolução no ensino de ciências, devido às carências no ensino de ciências para a maioria dos jovens brasileiros (MASSARANI; MOREIRA, 2021). Disponível em: <https://fapes.es.gov.br/4-conferencia-nacional-de-cti>, com acesso em: 15 maio 2023.

⁶ Chassot (2014, p. 62) define alfabetização científica como um “[...] conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”, sendo “[...] desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor”.

⁷ Considera-se educação informal aquela praticada nos meios de comunicação, nos centros e museus de ciência, nos programas de extensão universitária, nos eventos de divulgação, de educação a distância, e assim por diante. Aquela que “[...] se refere a todas aquelas instituições, atividades, meios, âmbitos da educação que, não sendo escolares, foram criados expressamente para satisfazer determinados objetivos educativos” (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 12).

Igualmente, os autores apontam que a divulgação científica deve agenciar mais do que a apropriação do conhecimento; precisa estimular a participação social, constituindo o que Paulo Freire chama de consciência epistemológica. Os teóricos também postulam a não neutralidade do ato pedagógico, “[...] defendendo que as ações que visem à alfabetização científica devam estar permeadas por um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia” (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 7).

Nesse aspecto, para transformar a compreensão de ciência pela sociedade, as instituições de pesquisas e os seus cientistas devem fomentar a aproximação, desde a escola primária, com o sistema educacional e buscar “[...] instituir novas posições e atuações, mas também obter reconhecimento e avaliação para a atividade científica e recrutar novos aliados à ciência”, sendo este um fator primordial para o progresso da ciência (MENDES, 2006, p. 117).

A institucionalização da Ciência e da Educação⁸ brasileiras reflete as mesmas circunstâncias sociais e remonta à mesma época, estando intimamente ligadas, pois foi nos anos de 1920 e de 1930 que “[...] surgiram no país movimentos culturais, políticos e sociais que tiveram repercussão no campo educacional, científico e, mais tarde, tecnológico”, os quais “[...] confluíram no movimento de educadores pela educação da sociedade, fortalecendo tanto o tema da educação pública como a questão da ciência em relação à reivindicação de recursos para que esta pudesse se reproduzir para além do aplicado” (MENDES, 2006, p. 134).

A autora, ao analisar diferentes textos de José Reis, ressalta o interesse deste em extrapolar, ainda na década de 1950, a “[...] esfera educacional, reconhecendo a escola não apenas com a função de transmitir a ciência, mas como formadora e estimuladora de uma geração de estudantes interessados em ciência e, mais além, interessados em tornarem-se cientistas”, tornando “[...] necessária uma reformulação tanto nos métodos como no conteúdo de ciência ensinado na escola primária e secundária” (MENDES, 2006, p. 200). Nos artigos analisados, ainda se percebe “[...] o interesse de direcionar a divulgação científica ao objetivo educacional”, caminhando para além da divulgação de conteúdos científicos e visando proporcionar, também, as alfabetizações científica e tecnológica, bem como estabelecer uma relação de interdependência entre Ciência e educação científica na população como um todo (MENDES, 2006, p. 206).

⁸ Entre as iniciativas nos campos científico e educacional, destaca-se as criações da Sociedade Brasileira de Ciências (em 1916), transformada em Academia Brasileira de Ciências (em 1922), e da Associação Brasileira de Educação (em 1924), promovendo discussões sobre educação pública, sobre criação de universidades (como a USP e a Universidade do Brasil) e sobre reforma do sistema de ensino, que, de certa forma, foram incorporadas pelo ministro Gustavo Capanema (1937). Destaca-se que o mesmo período foi “[...] caracterizado por um movimento de insatisfação e crítica pelos cientistas e educadores ao sistema educacional brasileiro em relação à sua estrutura formal estabelecida pela reforma Capanema (1937 e 1942) e aos métodos e processos educacionais arcaicos e desatualizados” (MENDES, 2006, p. 134; 186).

Nessa direção, Xavier e Gonçalves (2014) assinalam o consenso atual de que a escola e o espaço que a cerca devem ser instrumentos de socialização do conhecimento, envolvendo todas as suas áreas. Entretanto, a atmosfera escolar precisa ser planejada e adequada, de modo a permitir a participação democrática de toda a comunidade. Os autores ainda ressaltam que, anteriormente, os alunos contavam apenas com a sala de aula, podendo utilizar espaços extrassala, como bibliotecas e laboratórios, posteriormente. A utilização do pátio da escola é vista como uma importante forma de interação no espaço, em que se desenvolvem atividades coletivas que auxiliam na aprendizagem. Igualmente, pode-se salientar que as escolas vêm se inserindo no contexto das novas tecnologias e incentivando seus usos, repassando e modificando metodologias de ensino.

O papel do professor, considerando a divulgação científica inovadora no espaço escolar, envolve o incentivo à curiosidade e ao pensamento imaginativo, apoiado em práticas que possam estimular processos de criação nos alunos, levando-os a concretizar suas visões de mundo. No entanto, é preciso que tal incitação da imaginação esteja vinculada aos compromissos e aos valores da Ciência, como colocam Gurgel e Pietrocola (2011):

[...] a imaginação, para ser “científica”, não pode ser uma atividade puramente livre. Por mais que seja um ato bastante complexo e de grande subjetividade, por se relacionar com construção simbólica mental do indivíduo, não pode estar desvinculada dos compromissos e dos valores da ciência. As novas ideias, quando produzidas, devem ser condicionadas a uma construção racional, estrutura de pensamento fundamental na ciência. (GURGEL; PIETROCOLA, 2011, p. 95)

Com base na epistemologia de Einstein, os debatedores sumarizam três momentos marcantes para o processo criativo:

Etapa 1 – Percepção Intuitiva da Realidade: Nesta etapa, o pensamento estabelece uma interação multifacetada com a realidade a ser compreendida, fazendo uso de acervo de conhecimento do indivíduo. Essa interação depende mais de uma percepção subjetiva (como indivíduo singular) que pode fazer referência a outras percepções e representações previamente formuladas em sua mente, do que a busca de elementos objetivos presentes na realidade;

Etapa 2 – Salto Criativo que liga as Percepções aos Conhecimentos Gerais: Nesta etapa, o pensamento vincula a diversidade percebida com um corpo de conhecimentos gerais que podem ser axiomas, leis, princípios etc. Estes podem ser inéditos, como ocorre numa “descoberta” científica, ou podem ser reconstruções, no caso de uma aprendizagem póstuma, como ocorre, por exemplo, em ente escolar. Neste caso, as percepções do indivíduo são, pela primeira vez, organizadas pelo corpo de conhecimentos a ser aprendido. No esquema proposto por Einstein a Solovine, esta etapa corresponderia à flecha que parte das experiências E aos axiomas A;

Etapa 3 – Verificações: No qual o pensamento, a partir do conhecimento construído, verifica se a variedade de experiências imediatas E se encontra organizada. Para isso, confronta as proposições S deduzidas, isto é, as possíveis conclusões que o conhecimento criado permite estabelecer com a realidade percebida. (GURGEL; PIETROCOLA, 2011, p. 104-105)

Tais etapas incidem sobre o quadro geral do pensamento criativo, demonstrando o papel fundamental da imaginação científica. Entretanto, cabe destacar que a categorização do processo de

imaginação pode ser reducionista e conter certa dose de arbitrariedade, ainda que esta seja necessária, para tornar possível o estudo sistemático das situações didática aplicadas ao ensino (GURGEL; PIETROCOLA, 2011).

Nesse contexto, a divulgação científica consiste em recurso educacional importante no processo de ensino/aprendizagem. Aproximar ensino e divulgação científica no ambiente escolar, além de estimular a curiosidade e de ampliar o conhecimento sobre fenômenos estudados, aumenta a possibilidade de surgimento de novos talentos para a Ciência e para a tecnologia. No entanto, tornar o conhecimento científico minimamente compreensível à comunidade escolar exige, do professor, a elaboração de estratégias eficazes, que exponham o conteúdo científico de formas prática, dinâmica e interativa aos alunos.

Desse modo, pensar em ensino e em divulgação científica inovadora no espaço escolar, especialmente a associada às novas tecnologias, exige reflexão sobre práticas que impulsionem os processos de criação dos alunos, dado que “[...] o papel do professor, com a chegada das tecnologias infocomunicacionais, também foi alterado, a partir das necessidades de repensar e de adequar ou modificar metodologias de ensino, o que conseqüentemente mudou a percepção dos alunos sobre o conteúdo ministrado” (XAVIER; GONÇALVES, 2014, p. 186).

Nesse cenário, deve-se pensar nas práticas de divulgação científica no ensino de Geografia, igualmente. Lopes, Silva e Costa (2021), ao analisar o conteúdo de artigos publicados no XVIII Encontro Nacional de Geógrafos (XVIII ENG), assinalam que, nos 162 trabalhos da área de Educação, não há o uso da expressão “divulgação científica”, embora o assunto seja abordado em 20 trabalhos, ainda que a locução não esteja nas suas formas escrita e literal.

De acordo com os autores, a categoria “divulgação científica” poderia estar inserida nos conjuntos Didática e Prática de Ensino em Geografia, Formação Docente, Alfabetização Cartográfica e Ensino de Geografia em Diferentes Contextos, no entanto, a partir da análise de conteúdo, os artigos que abordaram as práticas de divulgação científica foram alocados nas subdivisões: “o professor faz divulgação científica” (13 artigos – 65%); “professor e aluno fazem divulgação científica” (cinco artigos – 25%); e “divulgação científica para além dos muros da escola” (dois artigos – 10%).

Foi observado que, apesar de a prática em sala de aula ser efetivada de maneira unilateral, sobretudo na subcategoria “o professor faz divulgação científica”, tendo, como recursos, “[...] músicas, filmes, poesias, desenhos animados, charges, imagens, bonecos, aplicativo de celular (*WhatsApp*) e jogos eletrônicos”, há “[...] um esforço nítido em tornar melhores suas práticas de ensino, aproximar os estudantes do universo científico, trazendo o cotidiano para a ciência e a ciência para o cotidiano”, mesmo diante da precariedade das condições de trabalho, o que requer, além de competência acadêmica, disposição e engajamento (LOPES; SILVA; COSTA, 2021, p. 349; 351).

Nos artigos classificados como “professor e aluno fazem divulgação científica”, verificou-se que a prática de divulgação científica, por parte dos docentes, envolve emprego de música, de cordel, de texto e de humor gráfico, objetivando estimular os discentes. Já nos dois artigos da subcategoria “divulgação científica para além dos muros da escola”, destaca-se o protagonismo dos discentes em transpor os limites da escola, tornando-se divulgadores da Ciência fora do contexto escolar.

Essa última subcategoria, em que os discentes tomam iniciativas de promoção da divulgação científica, é substancial para a participação cidadã e para reduzir a imagem deformada ou distorcida do trabalho científico ou da Ciência, frente à sociedade, posto que uma imagem descontextualizada pode refletir negativamente na relação complexa entre Ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, com base em diferentes autores, Pérez *et al.* (2001, p. 139) estudam aspectos “[...] que queremos potenciar no trabalho de nossos alunos e alunas”, produzindo “[...] uma reflexão centrada na avaliação”, pois “[...] ao avaliar, realça-se aquilo a que se atribui realmente importância”. Ponderações como esta fazem com que os professores criem “[...] a necessidade de incluir nos seus materiais, nas atividades que propõem para o trabalho na aula, ou nos exercícios de avaliação, aspectos que enriquecem o processo de ensino/aprendizagem das ciências e que rompem com os habituais reducionismos”.

Os autores sublinham pontos importantes para incluir no currículo de Ciências, desde o ensino básico ao superior, com vistas a favorecer a construção de conhecimentos científicos (Quadro 2), incidindo positivamente nas definições das naturezas da Ciência e do trabalho científico, dentro da relação entre Ciência, tecnologia e sociedade.

Quadro 2: Aspectos a incluir no currículo de Ciências, para favorecer a construção de conhecimentos científicos.

1	Apresentam-se situações problemáticas abertas (com o objetivo de que os alunos possam tomar decisões para as estudar) de um nível de dificuldade adequado (correspondem à sua zona de desenvolvimento potencial)?
2	Planifica-se uma reflexão sobre o possível interesse das situações propostas, que dê sentido ao seu estudo (considerando sua relação com o programa geral de trabalho adotado e suas possíveis implicações na ciência, na tecnologia e na sociedade CTS?). Procura-se evitar qualquer discriminação (por razões étnicas, sociais, etc.) e, em particular, o uso de uma linguagem sexista, transmissora de expectativas negativas, em relação às mulheres?
3	Planeja-se uma análise qualitativa significativa, que ajude a compreender, a enquadrar as situações definidas (à luz dos conhecimentos disponíveis, do interesse do problema, etc.) e a formular perguntas operativas sobre o que se procura? Mostra-se, por outro lado, o papel essencial das matemáticas como instrumento de investigação, que intervém na formulação do próprio problema e na análise dos resultados, sem cair em operativismos cegos?
4	Perspectiva-se a formulação de hipóteses , fundamentadas nos conhecimentos disponíveis, susceptíveis de orientar o tratamento das situações, e se explicitam funcionalmente os preconceitos? Nesse sentido, presta-se atenção à atualização dos conhecimentos, que constituam pré-requisitos para o estudo a empreender? Propõe-se, pelo menos, a modificação de alguma das hipóteses? Dá-se atenção aos preconceitos (encarados como hipóteses)?
5	Planeja-se a formulação de estratégias (no plural), incluindo, nesse caso, dispositivos experimentais? Pede-se, ao menos, a avaliação crítica de alguma estratégia, etc.? Presta-se atenção à atividade prática em si (montagens, medidas, etc.)? Potencia-se a incorporação da tecnologia atual nos dispositivos

	experimentais (computadores, eletrônica, automação, etc.), com o objetivo de favorecer uma visão mais correta da atividade científico-técnica contemporânea?
6	Esboça-se a análise atenta dos resultados (sua interpretação física, de fiabilidade, etc.), à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses consideradas e/ou dos resultados de outros autores? Está prevista alguma reflexão sobre os possíveis conflitos entre alguns dos resultados e as concepções iniciais? Favorece-se a “autorregulação” do trabalho dos alunos? Criam-se condições para que os alunos comparem sua evolução conceptual e metodológica à progressão historicamente experimentada pela comunidade científica?
7	Consideram-se as possíveis perspectivas (redefinição do estudo a outro nível de complexidade, problemas derivados, etc.)? Em particular, pondera-se sobre as implicações do estudo realizado na ciência, na tecnologia e na sociedade (possíveis aplicações, repercussões negativas, etc.)? Pede-se a elaboração de “produtos” (cartazes, coleções de objetos, etc.)?
8	Pede-se um esforço de integração , que tenha em conta a contribuição do estudo realizado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos, bem como possíveis implicações noutros campos de conhecimentos, etc.? Pede-se algum trabalho de síntese, como mapas e redes conceptuais, mapas semânticos, etc., que relacionem diversos conhecimentos?
9	Presta-se atenção à comunicação , como aspecto essencial da atividade científica? Planeja-se a elaboração de memórias científicas (descritivas) do trabalho realizado? Pede-se leitura e comentário críticos de textos científicos? Dá-se atenção à verbalização e se solicitam comentários significativos, que evitem o “operativismo mudo”?
10	Potencia-se a dimensão coletiva do trabalho científico , organizando grupos de trabalho e facilitando a interação entre estes grupos e a comunidade científica (representada, na classe, pelos restantes grupos, pelo corpo de conhecimentos já construído, pelos textos, pelo professor como perito, etc.)? Em particular, dá-se relevo ao fato de os resultados de um só investigador ou de um só grupo não serem suficientes para confirmar ou refutar uma hipótese? Apresenta-se o corpo de conhecimentos (disponíveis) como a aceitação/validação do trabalho realizado pela comunidade científica e como expressão do consenso alcançado?

Fonte: Pérez *et al.* (2001).

Os autores encerram, apontando que evidentemente não pretendem dizer que os atributos sumarizados neste quadro bastam para orientar corretamente o processo de ensino/aprendizagem de ciências, contudo tal resumo constitui contribuição importante e determinante (um requisito *sine qua non*), que facilita o acolhimento de propostas de outras linhas de investigação didática, como as relativas à forma de orientar práticas experimentais, laboratoriais e/ou de campo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A divulgação científica é aliada nos combates à desinformação e ao negacionismo e na popularização de temas complexos, estimulando o público leigo a se interessar por Ciência. A difusão dos resultados científicos constitui ferramenta potente, que se encontra à disposição de professores, de pesquisadores, de cientistas e de divulgadores científicos profissionais, porém é preciso pensar na relação entre a divulgação científica e a educação geográfica para entender as dificuldades e os desafios enfrentados por quem se propõe a unir ciência e sociedade, tornando-as acessíveis fora dos centros acadêmicos, igualmente.

Posto isto, é preciso atentar ao padrão e à *praxis* pedagógica aplicados no ambiente escolar, considerando os fundamentos de um modelo de divulgação científica contextual, de fluxo de informação não linear, e o conhecimento compartilhado — não, o comunicado, apenas —,

combinando conhecimento científico com sensibilidade e com imaginação, para despertar o prazer e o interesse pelo tema em questão.

Desse modo, as atividades de divulgação científica estão fortemente ligadas à qualidade da educação básica e podem promover o melhoramento do ensino, assim como sua modernização, em todos os níveis, com ênfase em métodos e em práticas que agenciem e que valorizem a interdisciplinaridade, a criatividade e a experimentação. Tal horizonte emoldura a chamada alfabetização científica do indivíduo, ao incluir este no processo de construção social e ao trazer a democratização do acesso ao conhecimento científico, em que a alfabetização científica pode ser preconizada pelas educações escolar (formal) e extraescolar (não formal ou informal).

REFERÊNCIAS

BROSSARD, D.; LEWENSTEIN, B. V. Uma avaliação crítica dos modelos de compreensão pública da ciência: usando a prática para informar a teoria. In: MASSRANI, L.; MOREIRA, I. C. (Eds.). **Pesquisa em Divulgação Científica: Textos escolhidos**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021. 184p.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp., p. 1 - 12, 2010.

CALVO HERNANDO, M. Objetivos de la Divulgación de la Ciencia. **Chasqui - Revista Latinoamericana de Comunicación**, n. 60, p. 38-42, 1997.

FRANÇA, A. A. **Divulgação Científica no Brasil: espaços de interatividade na Web**. 2015. 268 136f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

GURGEL, I.; PIETROCOLA, M. O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)**, v. 28, n. 1, p. 91-122, 2011.

LOPES, J. F.; SILVA, D. Jr.; COSTA, V. L. C. A divulgação científica e o ensino de Geografia no XVIII. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. 18., 2021. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Casa de Hiram, 2021. P. 342-354.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, e170831, 2018.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Divulgação científica no Brasil: algumas reflexões sobre a história e desafios atuais. In **Pesquisa em divulgação científica: textos escolhidos**. Rio de Janeiro: Fiocruz/COC, 2021. p 107 – 132.

MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)**. 2006. 256 f. Tese (Doutorado em História das Ciências) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

MORE. **Mecanismo online para referências, versão 2.0**. Florianópolis: UFSC: Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, 2001.

PORTO, C. M. **Difusão e cultura científica: alguns recortes [online]**. Salvador: EDUFBA, 2009.

VOGT, C. A. A espiral da cultura científica. **ComCiência**, Campinas, v. 45, 2003.

VOGT, C. A.; MORALES, A. P. Espiral, cultura e cultura científica (editorial). **Revista ComCiência**, Campinas, p. 1-4, 2017.

VOGT, C. A. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America". **Public Understand. Sci.**, v. 21, n. 1, p. 4-16, 2012.

XAVIER, J. L. A.; GONÇALVES, C. B. A relação entre a divulgação científica e a escola. **Revista ARETÉ**, Manaus, v. 7 n. 14, p. 182-189, 2014.