



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**MATHEUS BARROS**

**OS DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO E NA POPULARIZAÇÃO DA MECÂNICA  
QUÂNTICA: O OLHAR DOS PESQUISADORES**

**UBERLÂNDIA  
2023**

MATHEUS BARROS

OS DESAFIOS DA COMUNICAÇÃO DA MECÂNICA QUÂNTICA: O OLHAR  
DOS PESQUISADORES

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino

Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Martins

UBERLÂNDIA  
2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

B277  
2023 Barros, Matheus, 1995-  
OS DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO E NA POPULARIZAÇÃO DA  
MECÂNICA QUÂNTICA: O OLHAR DOS PESQUISADORES [recurso  
eletrônico] / Matheus Barros. - 2023.

Orientador: Silvia Martins.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Pós-graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.635>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo ensino. I. Martins, Silvia, 1973-,  
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-  
graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III.  
Título.

CDU: 50:37

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
 Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1A, Sala 207 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
 Telefone: (34) 3230-9419 - www.ppgecm.ufu.br - secretaria@ppgecm.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM)				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional / Produto Educacional				
Data:	30/11/2023	Hora de início:	14:30	Hora de encerramento:	16:48
Matrícula do Discente:	12012ECM017				
Nome do Discente:	Matheus Barros				
Título do Trabalho:	Os Desafios da Divulgação e Popularização da Mecânica Quântica: O olhar dos pesquisadores				
Área de concentração:	Ensino de Ciências e Matemática				
Linha de pesquisa:	Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Educação em Espaços não Formais e Relações com a Escola				

Reuniu-se no Laboratório de Projetos DICA (bloco 3E - sala 3E116), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, assim composta: Profa. Dra. Sílvia Martins dos Santos (INFIS/UFU) - orientadora; Profa. Dra. Débora Martins (ICENP/UFU) e, Prof. Dr. Pedro Donizete Colombo Junior (UFTM). Iniciando os trabalhos a presidente da mesa apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. A seguir, a presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

#### Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O componente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Silvia Martins Dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 16/01/2024, às 09:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Debora Coimbra Martins, Professor(a) do Magistério Superior**, em 16/01/2024, às 14:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Donizete Colombo Junior, Usuário Externo**, em 17/01/2024, às 11:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5007163** e o código CRC **2BFC343**.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho especialmente à minha mãe, Cintia, ao meu irmão Vinícius, às minhas tias, Rosiel e Enícia, aos meus tios, Mauro Ênio e Oenes, às minhas primas, Ingrid e Bruna; ao meu “cunhado” Eduardo, e ao meu afilhado, Eduardo. A caminhada é sempre longa, mas com o apoio de vocês já superei muito, destruí muralhas, afugentei feras e colhi em um campo colorido de frutos, chicletes e flores, uma mistura de cenários das fotos de domingo dos anos 1990/2000 com as capas do Reino dos Céus de uma certa revista. Obrigado por tudo!

Dedico este trabalho, também, à minha querida amiga, mãe e orientadora Silvia Martins, pois, se hoje eu acredito que sou capaz de grandes conquistas, muito foi pelo seu suporte, apoio, confiança e oportunidades, em meio ao caos da minha cabeça e nos caminhos espinhosos, cheios de piranhas venenosas e najas voadoras, com terremotos e tempestades de gases tóxicos e trovoadas.

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são intensos e muitos, mas eu não poderia deixar de lembrar de cada um de vocês e mencionar o suporte, nessa longa jornada que foi o mestrado em meio ao caos da Pandemia de Covid-19, na companhia de pessoas tão especiais, acolhedoras e que tornaram os meus piores dias em dias incríveis em nossas convivências.

Assim, agradeço:

Aos animais “não gente” lá de casa, Caetano, Geraldo, Judite e Matilda, cada um que chegou no seu tempo, tem um pedacinho no coração, e cada vez que eu estava morto, ter um carinho do pet, dava ânimo para continuar.

À Analice, um tesouro caótico que encontrei em Uberlândia, Dona Cecília, Josué, Antônio José, Joanes, e desde que os conheci, agradeço por todo o carinho e por me agregar à família.

Aos meus amigos maravilhosos Sttephany, Maryelly, Lucas Wilian, Hermes, Antoine, Elisangela, Fernanda, Dalila, Sirlene, Heidie, Ivair, Rogério, Samuel, Leonardo, Bruno, Safire, Natália, Diana, Maísa, Teodoro e Tereza alguns dos meus tesouros dados pela Física e pelo Museu Dica. Sabe aquela mão quentinha que te pega lá, no fundo poço? Te sacode, te põe pra cima, te leva pra comer um doce, te faz dar boas risadas, e lembra que você não está sozinho? Pois é, isso que eu faço com vocês! (Ou seja, não é a minha, talvez vocês achem que é um zumbi, pois minha temperatura corporal nos termômetros nunca passa de 35,5 °C) E, claro, obrigado por estarem sempre por mim também.

À Cintia Martins, amiga maravilhosa e a melhor professora de inglês de todos os tempos.

Ao Lucas Richard, pela companhia no Dica e nos ótimos trabalhos que você fez, nos eventos, nas viagens e na pandemia; pelas conversas descontraídas, pelo acolhimento, pelos abraços (e eu nem gosto) e pela confiança desde sempre.

Dona Shirley, Daízi, Mavi, Aline, Weverson, Narciso, obrigado pelo acolhimento, pelos almoços de domingo, pelas confusões em família, pelos sorvetes (menos chocomenta, pelamor), pelos piquetes no parque, pelos Natais, enfim, tenho muito a agradecer pelo suporte nessa jornada.

Agradeço ao Maycon, pela parceria no desenvolvimento dos projetos, pelas boas ideias e inteligência, pelas viagens perigosas de Uber na volta do Dica, e principalmente por me permitir estar na companhia de uma das melhores pessoas dessa vida.

Aos queridos Maria Caroline Carneiro, Renata Soares e Paulo Senise, o tempo com vocês conversando à toa, trabalhando, analisando os colegas, comendo um doce, tomando um café ou compartilhando uma bolacha, foram mais que especiais, assim como cada palavra de consolo, por aguentarem minha falação, e fico deveras honrado de dar continuidade nesse laço.

Ao Danilo, Valter, Lívio, Alysson, Ellen, Lucas Calegari, Renata Miranda, à minha amiga Hayla, vocês foram pessoas que conheci mais recentemente, contudo, vocês me salvaram várias vezes de muitas crises e me mostraram que ainda é possível conhecer pessoas maravilhosas na trajetória dessa nada mole vida.

À Ana Carolina e à Thais Cristina, minhas amigas de longa data, mesmo distante, o apoio e a atenção de vocês foram fundamentais.

Aos meus queridos do “Roda do X”: Flávia, Priscila, Mardey, Zé Carlos, Lucas Régis, Juliana, Diego, Ramon, Cintia, Dominike e Lennon, vocês também foram os ganchos que me puxaram do precipício na pandemia, e mesmo que contato esteja mais tímido hoje em dia, sinto muito orgulho dessa amizade e da consideração de vocês.

À Mykaelly pelo apoio durante a pandemia, e durante o meu repouso visual, obrigado pelas fofocas, pelas conversas descontraídas e pelas companhias nas aulas de quântica.

Aos mediadores do Dica: Kalinda, Ayle, Micheli, Ananery (Lucas e Maycon que já citei) vocês foram essenciais no meu processo de formação, espero ter contribuído um pouquinho com o de vocês também, os passeios e viagens foram demais! Agora eu pergunto: será que tenho um preferido? Vocês que lutem para descobrir!

Aos demais colegas do Dica: Tome, Kênia e Karina, pelo carinho, pelas conversas, pelos puxões de orelhas (esses eu filtrei, alguns eu já esqueci (risos)) e pela colaboração nos trabalhos.

À Amanda e à Ana Paula, companheiras no mestrado, apesar da pandemia ter destruído nossos sonhos, a companhia de vocês nas aulas remotas foi essencial, graças a vocês a jornada pelo mestrado ficou muito mais leve.

Danilo Moraes, um dos sorrisos mais belos que eu já vi, um dos espíritos mais contagiantes, membro nato (assim como eu) do movimento “unidos pelo cafezinho, pelo pão de queijo e pelo chocolate”, e o melhor compartilhador de memes que um amigo pode ter, obrigado por ajudar aliviar o peso dessa trajetória.

À minha psicóloga, Ammanda, e ao meu psiquiatra, Gustavo, que no caos de uma pessoa com Bipolaridade e TDAH conseguiram iluminar o eixo do controle e o equilíbrio, para que eu pudesse alcançá-lo, agora se eu consegui alcançar, já é outra história...

Aos professores que tive no mestrado, especialmente à Débora (contribuiu na qualificação e na defesa como membro da banca) e ao George pelas contribuições nas disciplinas e no trabalho, muito obrigado pelo encorajamento, pelo acolhimento e, sobretudo, à disposição ao diálogo.

Aos professores Nathan Wilig e Nilva Sales, o primeiro pelas contribuições na banca de Qualificação e pelo ótimo trabalho de Divulgação Científica que vem realizando em seus perfis nas redes sociais e que a mim, enquanto profissional, desperta muitos questionamentos, reflexões e motivações para continuar meu trabalho; à segunda professora, uma grande parceira nos trabalhos do Museu Dica, e uma profissional por quem tenho muita admiração como professora e como pesquisadora, cada fala é uma explosão de conhecimentos e ideias.

À coordenação, o professor José Gonçalves, pela paciência, pelas instruções e por todo o suporte durante o curso, principalmente na finalização.

À Capes que mantém e financia o PPGECM.

Ao CNPq e ao professor Pedro Colombo, que aceitou gentilmente fazer parte da banca de defesa da dissertação, e contribuiu bastante com auxílios que permitiram que a nossa pesquisa fizesse parte de um projeto maior e com excelentes contribuições.

À Proexc/UFU, ao MCTI e à FAPEMIG por garantirem meu teto, alimento e prescritos, amém!

Ao INFIS, pelo atendimento aos muitos pedidos que faço (sim, eu sei que sou pedinte) e pelo subsídio de diversas ações, com o pouco recurso disponível (sabemos que os últimos anos não foram fáceis para o orçamento, não é mesmo?).

Gostaria de fazer uma menção honrosa às pessoas que conheci nos eventos da PCST Network, da Redpop e nos Encontros de Popularização da Ciência e Mobilização para a SCNT (2022 e 2023), sem citar ninguém específico, pois não sou amigo de ninguém; mas quero dizer que participar dessas ações me permitiu enxergar diversas possibilidades como profissional e que, cada elogio e aprovação, diante das considerações que fiz desses espaços, me trouxe esperança e aliviou um pouco da angústia que construí nos anos nos cursos de Física e do mestrado. Ah, na verdade, quero mencionar o professor Douglas Falcão, pois escutar dessa pessoa que ele está esperando meus artigos para usar de referência, me fez sentir muito importante e capaz.

E como eu já ouvi algumas vezes: “todas as minhas tentativas de ser antipático falharam miseravelmente”, porque com esse tanto de gente na minha aba, não consigo nem me justificar em não gostar de gente.

Acho que é isso, e como eu sempre digo: seguimos nessa bicicletinha sem freio!

## APRESENTAÇÃO

No ano de 2017, na escrita do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da graduação em Física - Licenciatura, foi incentivado que a apresentação do trabalho devesse ser também a apresentação do autor e como ocorreu a construção do seu “eu profissional”. Esse formato era dito e reforçado durante as defesas, durante as aulas de TCC 1 e depois TCC 2, e nas reuniões de trabalho com colegas e professores.

De fato, iniciei meu texto de uma maneira muito pitoresca, porém muito honesta:

“A minha história se inicia em sete de março de 1995, quando a minha mãe teve a coragem de me colocar no mundo e meus familiares me aceitaram e apostaram em cada etapa escolar e profissional pelas quais passei e conquistei até o momento.”

Apesar das palavras cômicas, esse trecho representa muito da realidade social que venho e dos desafios que me foram impostos durante essa jornada, dos desencorajamentos, das dificuldades para tocar as oportunidades e dos cacos que tiveram que ser juntados após serem formados no caminho até à conquista.

Assim, por pelo menos 16 anos não tive perspectiva profissional, ou seja, era sempre um desespero responder à pergunta: “o que você vai ser quando crescer?”; mas, em meio às tantas perturbações, sempre me preocupei com o porquê de as pessoas pensarem e agirem de certo modo e o quê isso influenciava no resto do mundo, e com o amadurecimento das ideias continuo pensando. E, esse tipo de coisa, continua a inundar minha mente... Assim, pelo menos até os 18 anos, não me passou pela cabeça em ser professor, ainda que no ensino médio eu tenha participado de pesquisas no nível Júnior sobre o ensino de Química.

Entretanto, durante os últimos anos do Ensino Médio me identifiquei com a Física, mesmo com todos os comentários e estranhezas sobre a disciplina, por parte dos colegas, e mesmo que os primeiros tenham sido completamente desastrosos, como: professor(a) de matemática dando aula de Física, nos últimos dois bimestres, sendo que nos dois primeiros não havia professor. Vi meu rendimento escolar cair significativamente pelo descontrole e cuidado inadequado para com minhas neurodivergências e a vivência de problemas familiares caóticos.

Em 2013 iniciei o curso na Universidade Federal de Uberlândia, me formei apenas em 2019 por questões pessoais, mas continuei com algum empenho. Participei do PIBID entre 2014 e 2015, ao mesmo tempo que estava no Museu DICA, frequentei eventos e apresentei trabalhos nestes, conheci inúmeros espaços e pessoas, e acredito que cresci pessoal e profissionalmente.

A graduação não foi excepcionalmente tranquila, pois, desde o Ensino Médio, até o curso de graduação, lidei com diagnósticos de Transtorno Afetivo Bipolar (TAB) e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Contudo, em meio a tantos transtornos, inclusive o transtorno da própria formação profissional, foi-me oferecido acompanhamento, psicopedagógico, psicológico e psiquiátrico. Isso, pelas próprias instituições; busquem ajuda, caso estejam passando por dificuldades! Em qualquer momento, pois uma enganação (não sei como construí), é que mudando de fase (da graduação para o mestrado), esse tipo de problema é resolvido.

A informação acima, não foi dada por mero desabafo, mas, porque ser esta pessoa intensificou os vários tipos de revoltas com as quais tive que lidar, principalmente quando abraçado e conscientizado do papel da ciência na vida das pessoas e, sobretudo, da vontade que estas também se tornassem conscientes. Sendo assim, a partir das experiências com vários públicos fora do curso de Física, possibilitadas pelas atividades enquanto bolsista e parte da equipe do Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA, foi possível perceber a visão que algumas pessoas têm sobre a Mecânica Quântica (MQ) e o quão árduo é falar sobre assuntos desse tipo com o público leigo.

Essas experiências que vivenciei, as percebi como discussão necessária tanto para atuação enquanto profissional das salas de aula e de museu, bem como no papel de físico. As situações foram múltiplas: dificuldade de transpor e recontextualizar o conteúdo de Física (principalmente o de Mecânica Quântica); o desânimo e o medo da participação dos professores como visitantes das atividades (sempre víamos eles rudes e terríveis nas aulas e nas bancas); situações de quase apanhar dos místicos nos eventos por dizer que o conhecimento deles não tem nada a ver com Física; a descrença e o desinteresse de alguns adolescentes; a agitação intensa (Muito intensa!) das crianças; os comentários dos familiares sobre a sua profissão (“É Educação Física?”, “Isso dá dinheiro?”, “Por que você foi morar tão longe? Podia ter feito faculdade aqui”, “Por que não volta pra trabalhar no banco?”, etc.); os comentários dos professores sobre a sua escolha de linha de pesquisa (esse prefiro nem dar exemplo); o silêncio dos colegas nas apresentações dos meus

trabalhos, em que claramente eles estavam desinteressados ou desconectados sobre o que você estuda. Enfim, há muitas questões sobre a formação...

Voltando no meu relato, a existência de condições que permeiam o biológico, o neurológico e o psiquiátrico, não foram poucas as vezes que me ofereceram terapias alternativas (muitas que diziam vir da Quântica) no lugar de remédios alopáticos e atendimento psicológico; o que me indignava muito como físico de formação, o descaramento dessas pessoas em usar de um discurso para tentar me enganar.

E sobre as questões com os professores e colegas, também não foram poucas as vezes em que fui olhado “torto”, digamos que com certo desdém e desprezo, por me colocar e valorizar o meu compromisso com a comunicação da Física. Gostaria muito de dizer que esses professores trabalhavam apenas com Física básica, aplicada ou experimental, mas até mesmo alguns professores da área de ensino de Física que mantêm seu foco em pesquisas com a escola e as salas de aula, tiveram essa postura lamentável. Postura essa que refletia também no comportamento e na relação com os colegas, principalmente os que eram orientandos destes. Contudo, não me deixei desanimar e consegui ir adiante...

Neste contexto, detalhando um pouco mais, nas disciplinas trabalhadas em que se discutiu como falar com o público leigo sobre Mecânica Quântica foi possível notar algumas dificuldades dos estudantes no uso de linguagens para tratar dos conceitos e fenômenos dessa área da Física, fora da linguagem matemática, para mostrar o quão distante está a Mecânica Quântica proposta pela Física de algumas situações a que costumar ser associada.

No mestrado, essas questões foram trazidas e trabalhados aspectos com os professores do INFIS, do PPGECEM com quem tive contato, com os colegas das disciplinas (alguns, nem todos) com os colegas do museu, com estudantes do curso de Física, estudantes da Educação Básica, nas apresentações de trabalho nos eventos e mesmo nas conversas com os meus singelos e belos amigos.

Parece uma confusão de vida profissional com a vida pessoal. Mas, essas memórias não foram contadas aqui de maneira aleatória e por mero desabado. Durante a graduação, quando estudávamos sobre Paulo Freire, no livro “Pedagogia da Autonomia”, eis que surge a seguinte frase “Me movo como educador, porque, primeiro, me movo como gente.”, e depois num vídeo que ele diz “Amo as gentes e amo o mundo.” Devo

dizer que fiquei muito intrigado, com as duas passagens: a primeira no sentido do quanto o profissional está disposto e disponível em nossa personalidade, e vice-versa, e como a consciência de sociedade e de vida social influencia em nossas escolhas e ações profissionais; e a segunda, particularmente, porque eu não tenho tanta certeza assim se eu amo as gentes, mas como ser social, gostaria de fazer o melhor que eu puder para que o mundo possa se tornar um pouco melhor de acessos, para quem é privado e condicionado pelo falso discurso meritocrata do Neoliberalismo.

Bom, com tantos sentimentos e reflexões, este trabalho se constitui como um pedaço da minha história de formação profissional e espero que, com ele, eu consiga aproximar pesquisadores, sociedade, estudantes de diversos níveis, jornalistas, entre outros públicos. Além disso, busco contribuir com a Divulgação e a Popularização da Mecânica Quântica e temas que se relacionam com ela, com questões da Educação em Museus, na expografia da Física, em especial da Mecânica Quântica, e com os estudos para a transformação da ciência em algo acessível e passível de transformação social; envolvidos e transbordados de muita paixão pela Física, pelos Museus de Ciências e pela Divulgação e Popularização das Ciências.

# CIENTIRINHAS #218



Marco Merlin. Cientirinhas.

Fonte: <<https://cientirinhas.tumblr.com/post/742517914433896448/cientirinhas218>>

Dragões da Garagem, 2021. "CIENTIRINHAS #218 por @Quadrinhorama  
O apogeu não é um bom lugar pra contar a história da ponte que partiu.  
[#ciência](#) [#física](#) [#planetas](#) [#terra](#) [#lua](#)"

Fonte: <<https://www.facebook.com/dragoesdegaragem/photos/a.458958684139501/3655882567780414/?type=3>>

## RESUMO

No contexto brasileiro, o financiamento da ciência e da tecnologia advém de recursos públicos oriundos das contribuições tributárias do povo. Nesse sentido, o destino desses recursos tem forte influência social, uma vez que são os governantes, eleitos democraticamente, quem definem se as verbas serão destinadas, ou não, para as atividades de ciência e tecnologia. Considerando o contexto da Mecânica Quântica (MQ), esta detém conhecimentos complexos, que causam certa obscuridade nas interpretações do público, além da postura rígida e resiliente quanto à comunicação com o público pelos pesquisadores. Neste cenário, esta pesquisa traz uma análise das falas dos docentes e estudantes de pós-graduação em Física, do Instituto de Física (INFIS), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em relação aos desafios e perspectivas para com as ações de Divulgação e Popularização da MQ no contexto universitário. Nesse sentido, buscamos compreender como os profissionais da Física veem a interação das pseudociências, e sua comunicação, com o público que, influenciados por essas alternativas ao conhecimento científico, constroem concepções errôneas sobre a ciência e a tecnologia; e como as Teorias dos Campos Conceituais e de Divulgação e Popularização da Ciência (DC e PC), podem contribuir na construção de atividades que promovam a mudança conceitual e atitudinal do público frente à ciência. A pesquisa foi realizada com nove docentes e sete discentes de pós-graduação em Física (três de mestrado e quatro de doutorado), por meio de entrevista semiestruturada, gravada e transcrita. Nesse cenário, os dados analisados proporcionaram a contextualização das características da formação na Educação Básica e Superior, bem como as relações com as ações de DC e PC nessa etapa de formação e na atuação profissional; que mostraram pouco envolvimento dos personagens com as práticas de DC e PC. Além disso, exploramos a importância, as dificuldades e as possibilidades de Divulgação da Mecânica Quântica no contexto universitário, que nos revelaram: i) percepções dos personagens sobre as ações de DC e PC; ii) os benefícios destas para suas atividades de pesquisa; iii) as barreiras relacionadas à sua formação; iv) o pouco apelo desse tipo de conteúdo para a população; e v) as limitações do público para compreensão desses conteúdos. Ademais, trouxemos, aspectos que evidenciam as relações dos pesquisadores com o misticismo quântico e seus personagens, onde as perspectivas de aproximação do público configuram numa postura de distanciamento, porém, com reconhecimento da relação entre a propagação desses conhecimentos e a visão equivocada que as pessoas têm da Mecânica Quântica. Nesse sentido, os resultados nos mostraram a relevância de se investir em ações

que promovam a aproximação dos pesquisadores e do público, bem como a importância de inserir ações desse tipo durante toda a formação da sociedade, seja na educação básica ou superior. Além disso, essa pesquisa nos permitiu elaborar um material de apoio às ações de PC e DC no contexto do INFIS/UFU, intitulado “Dicas do Dica: Divulgação Científica para Cientistas e Educadores”, mas que pode servir de inspiração para a construção de materiais desse tipo para outras áreas do conhecimento e instituições.

**Palavras-chave:** divulgação científica; popularização da ciência; mecânica quântica; comunicação da física; museu de ciências

## ABSTRACT

In the Brazilian context, the funding for science and technology comes from public resources derived from the tax contributions of the people. In this sense, the allocation of these resources has a strong social influence since it is democratically elected officials who decide whether or not funds will be allocated for science and technology activities. Considering the context of Quantum Mechanics (MQ), it holds complex knowledge, causing some obscurity in public interpretations, along with a rigid and resilient stance regarding communication with the public by researchers. In this scenario, this research provides an analysis of the statements of faculty and postgraduate students in Physics at the Institute of Physics (INFIS), Federal University of Uberlândia (UFU), regarding the challenges and perspectives of Communication and Popularization of MQ in the university context. In this regard, we seek to understand how Physics professionals perceive the interaction of pseudosciences and their communication with the public, who, influenced by these alternatives to scientific knowledge, form misconceptions about science and technology. We also explore how the Theories of Conceptual Fields and Communication and Popularization of Science (DC and PC) can contribute to the construction of activities that promote conceptual and attitudinal change in the public's view of science. The research was conducted with nine faculty members and seven postgraduate students in Physics (three master's and four doctoral), through semi-structured interviews, recorded and transcribed. In this scenario, the analysed data provided the contextualization of the characteristics of education in Basic and Higher Education, as well as the relationships with DC and PC actions in this stage of education and professional practice, showing little involvement of the characters with DC and PC practices. Furthermore, we explored the importance, difficulties, and possibilities of Communication of Quantum Mechanics in the university context, revealing: i) characters' perceptions of DC and PC actions; ii) the benefits of these for their research activities; iii) barriers related to their training; iv) the limited appeal of this type of content to the population; and v) limitations of the public's understanding of these contents. Moreover, we brought aspects that highlight the researchers' relationships with quantum mysticism and its characters, where perspectives of public approach configure a posture of distance, however, with recognition of the relationship between the spread of this knowledge and the misconceptions people have about Quantum Mechanics. In this sense, the results showed us the relevance of investing in actions that promote the researchers' and public's approach, as well as the importance of incorporating such actions throughout society's

education, whether in basic or higher education. Additionally, this research allowed us to create a support material for PC and DC actions in the context of INFIS/UFU, entitled “Dicas do Dica: Divulgação Científica para Cientistas e Educadores” but that can serve as inspiration for the construction of similar materials for other areas of knowledge and institutions.

**Key words:** science communication; popularisation of science; quantum mechanics; communication of physics; science museums

## RESUMEN

En el contexto brasileño, el financiamiento de la ciencia y la tecnología proviene de recursos públicos derivados de las contribuciones tributarias del pueblo. En este sentido, la asignación de estos recursos tiene una fuerte influencia social, ya que son los gobernantes, elegidos democráticamente, quienes deciden si los fondos se destinarán o no a las actividades de ciencia y tecnología. Considerando el contexto de la Mecánica Cuántica (MQ), esta disciplina posee conocimientos complejos, que generan cierta oscuridad en las interpretaciones del público, junto con una postura rígida y resistente en cuanto a la comunicación con el público por parte de los investigadores. En este escenario, esta investigación proporciona un análisis de las declaraciones de los docentes y estudiantes de posgrado en Física del Instituto de Física (INFIS) de la Universidad Federal de Uberlândia (UFU), con respecto a los desafíos y perspectivas de la Divulgación y Popularización de la MQ en el contexto universitario. En este sentido, buscamos comprender cómo los profesionales de la Física perciben la interacción de las pseudociencias y su comunicación con el público, quienes, influenciados por estas alternativas al conocimiento científico, forman concepciones erróneas sobre la ciencia y la tecnología. También exploramos cómo las Teorías de los Campos Conceptuales y la Divulgación y Popularización de la Ciencia (DC y PC) pueden contribuir a la construcción de actividades que promuevan el cambio conceptual y actitudinal en la visión del público sobre la ciencia. La investigación se realizó con nueve profesores y siete estudiantes de posgrado en Física (tres de maestría y cuatro de doctorado), a través de entrevistas semiestructuradas, grabadas y transcritas. En este escenario, los datos analizados proporcionaron la contextualización de las características de la formación en Educación Básica y Superior, así como las relaciones con las acciones de DC y PC en esta etapa de formación y en la práctica profesional, mostrando poco involucramiento de los personajes con las prácticas de DC y PC. Además, exploramos la importancia, las dificultades y las posibilidades de la Divulgación de la Mecánica Cuántica en el contexto universitario, revelando: i) percepciones de los personajes sobre las acciones de DC y PC; ii) los beneficios de estas para sus actividades de investigación; iii) barreras relacionadas con su formación; iv) el escaso atractivo de este tipo de contenido para la población; y v) las limitaciones del público para comprender estos contenidos. Además, presentamos aspectos que destacan las relaciones de los investigadores con el misticismo cuántico y sus personajes, donde las perspectivas de aproximación del público configuran una postura de distanciamiento, sin embargo, con reconocimiento de la relación entre la

propagación de este conocimiento y las concepciones erróneas que las personas tienen sobre la Mecánica Cuántica. En este sentido, los resultados nos mostraron la relevancia de invertir en acciones que promuevan la aproximación de los investigadores y del público, así como la importancia de incorporar tales acciones a lo largo de la educación de la sociedad, ya sea en la educación básica o superior. Además, esta investigación nos permitió elaborar un material de apoyo para las acciones de PC y DC en el contexto del INFIS/UFU, titulado “Dicas do Dica: Divulgação Científica para Cientistas e Educadores”, que puede servir de inspiración para la construcción de materiales similares en otras áreas del conocimiento e instituciones.

**Palabras clave:** divulgación científica; popularización de la ciencia; mecánica cuántica; comunicación de la Física; museos de ciencias

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	DIVULGAÇÃO E POPULARIZAÇÃO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: DISCURSOS, PERSONAGENS E PRÁTICAS .....	7
2.1.	Divulgação Científica e Popularização da Ciência: Construção de Identidades .....	8
2.2.	A Formação dos Pesquisadores, a Construção da Ciência e a Comunicação com o Público .....	14
2.3.	A Ciência Acadêmica, a Extensão e os Museus de Ciências .....	16
3.	AS RELAÇÕES DA CIÊNCIA E DA SOCIEDADE FRENTE AOS TEMAS CONTROVERSOS .....	22
3.1.	Estratégias e Ferramentas das Pseudociências e sua Influência na Percepção da Ciência pelo Público .....	22
3.2.	Compreensão de Fenômenos Científicos: Possibilidades com a Teoria dos Campos Conceituais .....	24
3.2.1.	A Formação dos Esquemas Conceituais e Aproximações Epistemológicas da Divulgação Científica e da Popularização da Ciência .....	29
3.2.2.	Cognição Epistêmica e Campos Conceituais: Possíveis Aproximações.....	31
3.2.3.	Desafios na Mudança Conceitual a partir de Novos Esquemas Conceituais	33
4.	A MECÂNICA QUÂNTICA E O PÚBLICO: A EXTRAPOLAÇÃO DE CONCEITOS E O MISTICISMO QUÂNTICO .....	36
4.1.	A Física no Contexto do Misticismo Quântico .....	36
4.2.	A Relação entre os Pesquisadores e o Misticismo Quântico .....	38
5.	DELINEAMENTO METODOLÓGICO .....	43
5.1.	Contexto da Pesquisa: O Instituto de Física da UFU .....	43
5.1.1.	O Museu Diversão com Ciência e Arte.....	45
5.1.1.1.	O Produto Educacional: Contribuições do Museu Dica .....	47
5.2.	Participantes da Pesquisa .....	49
5.3.	Instrumentos de Coleta e Construção de Dados.....	51
5.4.	Metodologia de Análise dos Dados.....	51
6.	PERFIL DOS PESQUISADORES .....	53
6.1.	Linhas de Pesquisa .....	53
6.2.	Formação dos Pesquisadores.....	56
6.2.1.	Educação Básica – A Física no Ensino Médio.....	57
6.2.1.1.	Algumas Reflexões sobre o Ensino de Física em Nível Médio .....	58
6.2.2.	Graduação .....	61
6.2.3.	Pós-Graduação .....	65

7.	RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM O FAZER DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA .....	68
7.1.	Importância da Divulgação Científica na Física .....	69
7.2.	Possibilidades para a Divulgação da Mecânica Quântica .....	73
7.3.	Dificuldades para a Divulgação Científica e da Mecânica Quântica .....	79
8.	RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM AS APROPRIAÇÕES INDEVIDAS DA MECÂNICA QUÂNTICA (O MISTICISMO QUÂNTICO) .....	85
8.1.	Relações com o Misticismo Quântico .....	87
8.2.	Perspectivas de Aproximação .....	90
8.3.	Reflexões sobre os Pesquisadores e o Misticismo Quântico .....	94
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
10.	REFERÊNCIAS .....	103
	APÊNCIDES .....	117
	Apêndice 1 – Instrumento de Coleta de Dados .....	117
	Apêndice 2 – O Produto Educacional.....	119

## 1. INTRODUÇÃO

O papel da Divulgação Científica (DC) é manter as pessoas, que estão fora da gênese da construção de determinado conhecimento científico, informadas e atualizadas acerca dos avanços científicos e tecnológicos e em como eles impactam em suas vidas e, aliada à Popularização da Ciência (PC), qual o papel dos indivíduos e coletivos frente à ciência e à tecnologia (C&T) disposta atualmente (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) seja o público-alvo das ações propostas nessa linha advindos, ou não, da própria esfera acadêmica e da pesquisa científica. Desse modo, para que a DC e a PC aumentem suas chances de sucesso, é de extrema importância, a partir do perfil de público que se deseja atingir, definir quais as estratégias e a linguagem empregadas na comunicação dos conceitos científicos apresentados à sociedade (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Mintz, 2005).

Sendo assim, quando assumimos o compromisso de divulgar ciência, ao escolher o público-alvo, é de extrema necessidade que esteja claro o nicho que esse público pertence e como será a associação da linguagem utilizada com o seu contexto, para que ele seja tocado com a ação realizada (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Nesse sentido, é importante ressaltar que a DC não é um processo neutro e a ideia de público “geral” para o desenvolvimento dessas ações é ingênua e, muitas vezes, improdutiva. Contudo, a restrição também pode ser inadequada, uma vez que a limitação pode impedir que o conteúdo divulgado tenha um alcance expressivo e gere perspectivas que não são desejadas.

Então, argumentamos que, nos estudos acerca de como comunicar ciência e tecnologia, é interessante que se tenha um olhar cuidadoso para as fontes de informação e para o público-alvo, buscando elaborar propostas que estejam em um contexto de comunicação voltada para um modelo dialógico (Bucchi; Trench, 2021; Bucchi, 2008). É interessante que esse modelo de comunicação dialógico contemple e acolha as experiências do público, bem como permita explorar os limites de validade das crenças do senso comum, a fim de evitar o surgimento de preconceitos e juízos de valor negativo para com o conteúdo científico. No contexto latino-americano, a prática que corrobora com a perspectiva citada se encontra nomeada como PC (Germano; Kulesza, 2007), e permite com que a comunicação da científica, quando incorporada a narrativa da Popularização, toque o público mediante um viés de serventia para a melhoria da condição intelectual e, conseqüentemente, social da humanidade.

Nesse contexto, a Física, em especial a Mecânica Quântica (MQ), possui várias relações multidisciplinares e interdisciplinares no meio social e acadêmico. Durante nossa trajetória enquanto educadores, pesquisadores, professores, curadores, estudantes, ouvintes de telejornais, leitores de blogs, telespectadores de vlogs, entre outras experiências profissionais e de vivência pessoal, percebemos o uso desse ramo da ciência por diversos estratos e em diversos contextos. Nessa perspectiva, esse uso ou apropriação ocorre muitas vezes (por parte de quem produz e reproduz os discursos da Física) de maneira equivocada em relação ao que é apresentado pelos livros didáticos e nas discussões dispostas por quem trabalha com Física nas salas de aula, nos laboratórios de pesquisa pura e aplicada, nos museus de ciências, entre outros espaços e personagens aos quais estes estão associados (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Pessoa Jr, 2011).

Desse modo, os assuntos científicos e tecnológicos têm aparecido recorrentemente na mídia de diversas formas, em vários dias e horários, e em programas, matérias e/ou propagandas de muitos meios de comunicação, com ideias e propósitos bastante variados, conforme a filosofia, a ideologia e/ou as práticas adotadas pela fonte que propaga os conteúdos (Massarani; Moreira, 2009; Dickson, 2005). No entanto, de acordo com Sinatra, Kienhues e Hofer (2014) essas diferentes e muitas abordagens da ciência e da tecnologia têm atingido o público cada vez mais e permitido que as pessoas formem opiniões e tomem decisões, diante da influência e presença de temáticas variadas em sua vida, principalmente pela internet que, apesar de ter sido um meio de comunicação criado para uso entre cientistas, acabou se popularizando e se estendendo para pessoas de diversos níveis sociais e intelectuais em todo o mundo (Bucchi, 2008; Epstein, 1998).

Podemos destacar o aumento do acesso tanto de quem consome conteúdo, quanto de quem o produz e divulga, visto que os criadores têm diferentes intenções por trás de suas ações; podendo ser o usufruto para benefício pessoal ou para alguma instituição que os propagadores de informações pertençam (Dickson, 2005). E, do ponto de vista dos consumidores da informação, os indivíduos que acessam os conteúdos têm uma grande variedade de referências, acarretando a dificuldade de estabelecer quais são as informações confiáveis ou de entendimento dos conteúdos presentes nesses veículos, o que conseqüentemente pode levar a população a interpretar as informações de maneira infundada e posteriormente fazer um uso errôneo do que consumiram (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Destacamos que o uso da C&T vai muito além da escolha de produtos e serviços que estas dispõem às pessoas, mas também se relaciona à própria continuidade da evolução dos saberes e conhecimentos. Pois, a C&T são financiadas com recursos que advêm da própria população, por meio de tributos agregados aos serviços e produtos consumidos por ela e que, posteriormente, após recolhidos, podem ser destinados à C&T pelos seus representantes (que essa mesma sociedade escolhe nas eleições) nos poderes legislativo e executivo.

Além disso, é comum que, nessa busca por informações, os indivíduos ou grupos sociais procurem fundamentação em respostas que se encaixem em suas ideias preferidas, restringindo as fontes acessadas apenas àquelas alinhadas com as suas crenças (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Associado aos interesses de quem fornece informações e ao conforto de quem consome, muitos são os conceitos e as definições sobre diversos fenômenos presentes no cotidiano da sociedade, o que pode acarretar a produção inconsequente e irresponsável de muito do que se é propagado e, com isso, gerando uma gama de notícias e informações desleais aos seus reais sentidos e significados (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Neste sentido, entendendo que a divulgação científica apresenta diversos desafios, voltamos o nosso olhar para a comunicação (no contexto da DC e da PC) da Mecânica Quântica (MQ), que traz complexidades científicas e filosóficas ainda maiores. Assim, considerando o contexto histórico de sua formulação e aplicações, relacionadas às áreas de Ciências Humanas, Exatas ou Biológicas e suas relações com a sociedade, a MQ tem sido alvo e objeto de destaque de várias interpretações e apropriações por parte de vários médicos, jornalistas, comerciários de produtos e muitos outros profissionais (Saito, 2021; Saito, 2019; Nunes, 2015; Job, 2015; Pessoa Jr, 2011; Chibeni, 2004). No entanto, muitas vezes as interpretações da MQ por parte dos não físicos são concepções alternativas e convenientes aos interesses do interlocutor e, por fim, distantes daquelas de fato propostas pela Física (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Pessoa Jr, 2011), o que faz com que tanto a divulgação como a popularização de centros e academias de pesquisa (co)relacionadas ao tema enfrentem barreiras que impedem a aproximação com a sociedade.

Logo, a percepção do que é e como funciona a Física (Pessoa Jr, 2011; Marin, 2009), em especial a MQ tem atraído cada vez mais pessoas a se apropriarem dos termos usuais e de cunho científico de maneira ambígua, acarretando diversos problemas sociais e até mesmo para o contexto da própria Física.

Numa perspectiva otimista para a DC e a PC, considerando os diversos espaços que o público pode ter acesso ao conhecimento científico, destacamos os museus de ciências (Marandino *et al.*, 2004), especialmente os museus de ciências universitários (Bruno, 1999). Essas instituições estão próximas da produção da pesquisa científica (seja a produzida a partir de suas atividades profissionais e de formação, seja a escolhida para ser comunicada aos seus visitantes) e, que em seu papel extensionista, tem a oportunidade privilegiada de ter contato com a sociedade.

Nesse contexto, este trabalho busca compreender questões relacionadas aos aspectos de Divulgação Científica<sup>1</sup> e Popularização da Ciência, bem como as relações com o público, a partir do olhar de pesquisadores da área de Física (e seu ensino).

Para evidenciar elementos que se relacionam com a complexidade da DC e da PC da MQ, acreditamos ser importante compreender o olhar dos pesquisadores para a própria MQ no que se refere à sua relação com o público. Buscamos, portanto, conversar com pesquisadores do Instituto de Física, da Universidade Federal de Uberlândia (INFIS/UFU), para compreender como eles se relacionam com o misticismo quântico e a divulgação da mecânica quântica.

Desse modo, buscaremos trazer reflexões que possam colaborar para pesquisadores, divulgadores, extensionistas e professores no processo de pesquisa e prática relacionadas à DC e PC, com principal interesse no contexto da MQ.

Além disso, a vista de nossas experiências enquanto educadores no Museu Diversão com Ciência e Arte (DICA) do INFIS/UFU, realizamos exposições e eventos, bem como produções que buscam contribuir com as reflexões e práticas na área de DC e PC, especialmente na Física (Barros; Alves; Martins, 2023; Félix; Barros; Martins, 2023; Pita; Barros; Martins, 2023; Félix; Barros; Martins, 2022; Faria; Barros; Martins, 2022; Barros; Félix; Martins, 2022; Santos; Faria; Alves; Barros; Martins, 2022; Barros; Sousa; Martins, 2021; Barros; Miranda; Martins, 2020; Torres; Garcia; Barros; Nunes; Martins, 2020; Da Costa, 2019; Barros; Martins; Takahashi, 2017; Barros; Takahashi; Martins, 2017; Barros; Martins, 2015).

---

<sup>1</sup> Um breve olhar para publicações relacionadas a essa temática em pesquisas e atividades na área de ensino de física é apresentado em Barros, Miranda e Martins (2020).

A partir dos aprendizados construídos no processo de desenvolvimento da pesquisa, bem como em nossas experiências enquanto divulgadores e educadores de museu de ciências, e ancorados na ideia de que a pesquisa e o público se encontram muito distantes, propomos, como produto deste trabalho, organizar uma Guia (Apêndice 2) para formação de futuros cientistas e educadores que busque promover alguma aproximação entre esses pesquisadores e a sociedade.

Desse modo, esta dissertação se organiza da seguinte maneira:

O Capítulo 2 apresenta a construção dos conceitos de DC e PC, as suas relações para a caracterização dos personagens e dos espaços envolvidos nessas ações, assim como a construção desses campos do conhecimento enquanto teoria e prática. Em seguida, destacamos aspectos importantes da DC e PC, que devem ser abordados na formação dos pesquisadores, além de como a ciência é construída e como é comunicada com o público. Ainda, trouxemos a relação da ciência acadêmica e dos museus de ciências, no contexto da Extensão Universitária, diante da atuação dos pesquisadores e seus compromissos com o público.

O Capítulo 3 traz a ciência enquanto tema controverso para o público, em que buscamos suporte nos estudos sobre pseudociências e de negação, e atitudes do público leigo para com a aceitação da ciência, em que mostramos recursos cognitivos que as pessoas utilizam quando se deparam com informações de diversos tipos, e como ocorre o processamento dessas informações, bem como a aceitação ou a negação da ciência nesse sentido, além de como esse processo influencia na Percepção Pública da Ciência. Adiante, tratamos das possibilidades de compreensão da ciência considerando a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (2019; 2007; 1996; 1990) e os recursos para mudança conceitual e atitudinal propostas por Sinatra, Kienhues e Hofer (2014), associados à vigilância epistêmica discutida por Blancke, Boudry e Pigliucci (2017).

No Capítulo 4 buscamos apoio da literatura nas atitudes e ações dos cientistas frente às atividades de DC e PC, as suas concepções sobre a Física na sociedade e qual a relação dessas perspectivas com a sua construção nos anos do Ensino Médio, do curso de graduação e durante a formação profissional na pós-graduação. No contexto da Mecânica Quântica, trouxemos a alternativa difundida como "misticismo quântico", um campo que se constituiu enquanto fenômeno sociocultural, e busca propagar associações com a ciência que a MQ não é capaz de sustentar.

O Capítulo 5 traz a construção de uma ferramenta de coleta de dados na perspectiva dos temas citados, a fim de coletar as visões dos pesquisadores em Física e seu Ensino, já atuantes ou em formação, que buscou compreender os percursos formativos dos participantes, a sua relação com as ações de DC e PC com (e sem) a perspectiva para o conteúdo de MQ, assim como sua visão sobre o misticismo quântico e seus propagadores; além de como, em suas opiniões, é possível lidar com essas questões se utilizando da DC e PC no contexto da Extensão Universitária.

As análises das falas dos pesquisadores culminaram advém de três categorias *a priori*: (1) Perfil dos Pesquisadores; (2) Relação dos Pesquisadores com o Fazer Divulgação Científica; e (3) Os Pesquisadores, a Mecânica Quântica (Misticismo) e o Público. Essas categorias nos permitiram refletir sobre seus posicionamentos e construção de perfil profissional, assim como traçar perspectivas e estratégias para a Comunicação da MQ no contexto do Museu Dica, que faz parte do INFIS/UFU e está disponível para parceria, caso seja da vontade dos docentes e estudantes.

## **2. DIVULGAÇÃO E POPULARIZAÇÃO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: DISCURSOS, PERSONAGENS E PRÁTICAS**

Os vários assuntos discutidos no âmbito das ciências sempre foram bastante polêmicos para a sociedade, e, inclusive, entre os próprios cientistas e divulgadores da ciência (Silva, 2006; Massarani; Moreira, 2004). No entanto, a construção social e profissional dos cientistas e dos divulgadores da ciência, bem como os contatos com o público, tiveram suas origens em épocas completamente distintas (Moreira; Massarani, 2002), onde as atividades de DC têm seus primeiros registros em conjunto com o nascimento da ciência moderna, a partir do século XVI (Germano; Kulesza, 2007; Silva, 2006).

Inicialmente, a preocupação dos grupos de indivíduos que buscavam conhecimento, a fim de interpretar os fenômenos da natureza, não obtinha o entendimento de que, apesar do que a ciência interpreta estar presente na vida da sociedade, esta merecia saber sobre o funcionamento e manutenção de tal estudo (Bucchi, 2008; Moreira; Massarani, 2002). Além disso, a mesma pessoa estudava como a natureza funcionava sob diversos pontos de vista, os quais poderiam ser com viés religioso, puramente empírico e até mesmo a crença de que a natureza teria sua própria consciência ‘e livre de qualquer dogma influenciado pelo ser humano (Pessoa Jr, 2011; Braga; Guerra; Reis, 2000).

Desse modo, nos primórdios da produção científica havia discussões sobre formato da Terra e posição que esta ocupa no universo, os princípios da atração ou repulsão de objetos e produção de faíscas, a senescência e putrefação de vegetais e outros seres vivos, a obtenção do fogo, entre outros. Todos esses assuntos, apesar de muito presentes no cotidiano humano, eram de preocupação de um grupo seletivo de pessoas, os chamados filósofos naturais ou naturalistas (Silva, 2006; Braga; Guerra; Reis, 2000).

Contudo, com a evolução social e de diversos campos do conhecimento, à medida que as práticas tomaram corpo e rumos importantes, a preocupação quanto ao fornecimento de informações para pessoas que não estavam diretamente ligadas aos centros de pesquisa, encaminhou para formulação de conceitos, definições e reconhecimento de profissionais (Massarani; Moreira, 2004). Dessa forma, compreender como se constituiu termos como a DC e PC é compreender também a construção de um conhecimento científico contemporâneo, seja da própria área, seja do tipo de ciência que determinado profissional desse ramo busca propagar.

## **2.1. Divulgação Científica e Popularização da Ciência: Construção de Identidades**

A Divulgação Científica e a Popularização da Ciência têm histórias, conceitos e identidades, que podem se aproximar ou se distanciar. Contudo, em alguns casos, são tratadas como equivalentes, apesar do esforço de alguns autores em fortalecer essas diferenças. Dessa maneira, a complexidade e o que são essas diferenças são tratadas nesta seção.

A partir do acúmulo de saberes e conhecimentos, fez-se necessário a instituição de áreas e profissionais adequados e especializados em determinados assuntos, desse modo, ocorrendo a criação e institucionalização do que entendemos como Biologia, Física e Química, bem como suas áreas de atuação e aplicação na sociedade moderna e contemporânea, como as Engenharias e a Medicina (Silva, 2006; Braga; Guerra; Reis, 2000).

Nesse sentido, a separação clara das disciplinas do conhecimento científico, assim como a materialização e a formalização dos diversos produtos científicos perante a sociedade, adquiriu uma dimensão que atingiu o contexto político, onde era necessária a captação de recursos públicos e privados para que os avanços continuassem (Massarani; Moreira; 2009; Moreira; Massarani, 2002). Logo, era necessário que houvesse a propagação dos conhecimentos científicos para a sociedade além do contexto escolar e acadêmico formal, e se buscar apoio de diversos coletivos para que os progressos na ciência continuassem (Moreira; Massarani, 2002).

Neste contexto, a Divulgação Científica e a Popularização da Ciência, no cenário brasileiro, aconteceram de forma branda até o final do século XX e início do século XXI, onde, considerando a importância de realizar e repensar essas práticas (Massarani *et al.*, 2023), surgiram algumas pesquisas em torno da temática bem como investimentos e aplicação de políticas públicas para a sua promoção (Ferreira, 2015; Massarani; Moreira, 2004; Moreira; Massarani, 2002).

Segundo Silva (2006), a definição de DC é difícil e complexa, e as várias tentativas dessa ação, bem como de classificação do que seria um material desse tipo, se tornaram categorizações malsucedidas. Isto posto, considerando o tempo de 16 anos que

Henrique da Silva lançou essa questão, a comunicação com o público que não fosse acadêmico ainda era muito prematura, todavia, Massarani *et al.* (2023) a partir da análise de 1633 artigos num período de 1985 a 2020, nos mostra alguma mudança de cenário no contexto da América Latina, seja na perspectiva prática ou teórica. Contudo, ainda, é preciso olharmos para os questionamentos colocados pelo primeiro autor (Silva, 2006) e refletir sobre as lacunas que precisamos preencher.

Nesse cenário, considerando o termo Divulgação Científica, é possível identificar outros dois termos (Piccoli; Stecanela, 2023; Amaral; Juliani, 2020; Maricato; Mendes, 2015): difusão científica; e disseminação científica; que são diferentes e possuem hierarquia, porém, complementares e sem sequência lógica de realização.

Assim, a difusão científica pode ser vista sob dois tipos de ação:

- i) A disseminação (ou comunicação): que é promovida entre pares; e
- ii) A divulgação: promovida para a sociedade e seus respectivos grupos que não participam diretamente da produção científica do tema divulgado.

O termo comunicação, apesar de ser colocado como um tipo de difusão científica, possui certa polissemia e, a depender do referencial teórico, pode ser olhado como um processo multifacetado dentro dos próprios estudos em comunicação. Epstein (2012) coloca dois tipos de comunicação da ciência, onde um é primário (e ocorre entre cientistas - CP) e outro é secundário (e ocorre para o público leigo - CS), em que este abarca também o processo de Popularização da Ciência, enquanto dimensão comunicativa. Essa perspectiva, de comunicação primária e secundária, assume canais de comunicação: formais e informais, respectivamente, colocados por Maricato e Mendes (2015) como:

Canais formais (modo 1) e informais (modo 2) de comunicação; o modo 1 busca fortalecer a comunicação entre pares, que seria; o que dá validade à ciência (lógica de dominação); no modo 2 [...] Para Gibbons (et al., 1997), as características marcantes do modo 2 são: campo de pesquisa transdisciplinar; heterogeneidade; organização heterárquica e transitória com colaboração temporária sobre determinado problema; envolvimento de uma pluralidade de atores e instituições; maior responsabilidade social e reflexão; divulgação de conhecimentos através de múltiplos canais. Neste modo, cientistas comunicam-se com cientistas e com a sociedade. (Maricato; Mendes, 2015, p. 464-465)

Dessa forma, essa perspectiva vai ao encontro das diferenciações entre comunicação científica e divulgação científica (Amaral; Juliani, 2020), assim como seus contextos de veiculação, mas que de certa forma também está ligada ao contexto da difusão da ciência trazida anteriormente. Logo, nesta nova perspectiva, a comunicação

científica acontece em canais especializados, como: “Anais, artigos, catálogos de bibliotecas, livros, dissertações, monografias, periódicos, revistas, teses, patentes, entre outros” (Maricato; Mendes, 2015); já a divulgação científica acontece na grande mídia e nos meios de comunicação de acesso da massa (rádio, TV, editoras, livros, jornais, entre outros) (Nascimento Filho; Pinto; Sgarbi, 2015).

É necessário apontarmos que, apesar da visão proposta pelos autores anteriormente, assim como na democratização da internet colocada por Bucchi (2008) e Epstein (1998), os formatos de apresentação e disponibilização das informações aos públicos seguiram na mesma perspectiva. Isto posto, é possível encontrar tanto livros, periódicos e até mesmo eventos que tenham como objetivo falar de ciência com o público leigo; como atividades no rádio, na TV e em redes sociais que sejam especificamente para cientistas de uma mesma área de pesquisa. Dessa forma, não há de fato a rigidez colocada sobre quais meios e estratégias de comunicação são mais adequadas para um ou outro tipo de público, onde essa escolha é determinada pelos objetivos e os recursos que serão utilizados na ação realizada.

Nesse contexto, considerando o objetivo comum de difundir a ciência, aprimorar o diálogo entre as práticas de comunicação e divulgação científica é essencial para colaborar na formação de “cidadãos críticos e bem-informados e recuperar a credibilidade e a confiança nos fatos científicos” (Amaral; Juliani, 2020, p. 7). Dessa maneira, a DC é tida como a “veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo”. (Bueno, 2010, p. 162). Logo, espera-se a ocorrência de uma “tradução” do vocabulário especializado das práticas de comunicação científica para uma linguagem cognoscível para os sujeitos fora da academia.

Neste trabalho, seguiremos a proposta de DC enquanto garantia de oportunidade ao público para a compreensão dos temas de C&T, a partir do uso de diversos recursos linguísticos (verbais e não verbais) e de aproximação do contexto social, quando necessário, adotando perspectivas históricas e filosóficas que favoreçam o entendimento do público. Contudo, em tal definição de DC buscaremos que não se deixe negligenciar a responsabilidade com os sentidos e significados reais da ciência, em detrimento de analogias sensacionalistas ou que possam produzir sentidos alternativos, ainda que isso cause estranheza no público atingido.

É necessário aprofundarmos um pouco mais sobre o termo “comunicação”, uma vez que ele aparece em relação muito próxima com DC e PC, os quais são os focos deste trabalho.

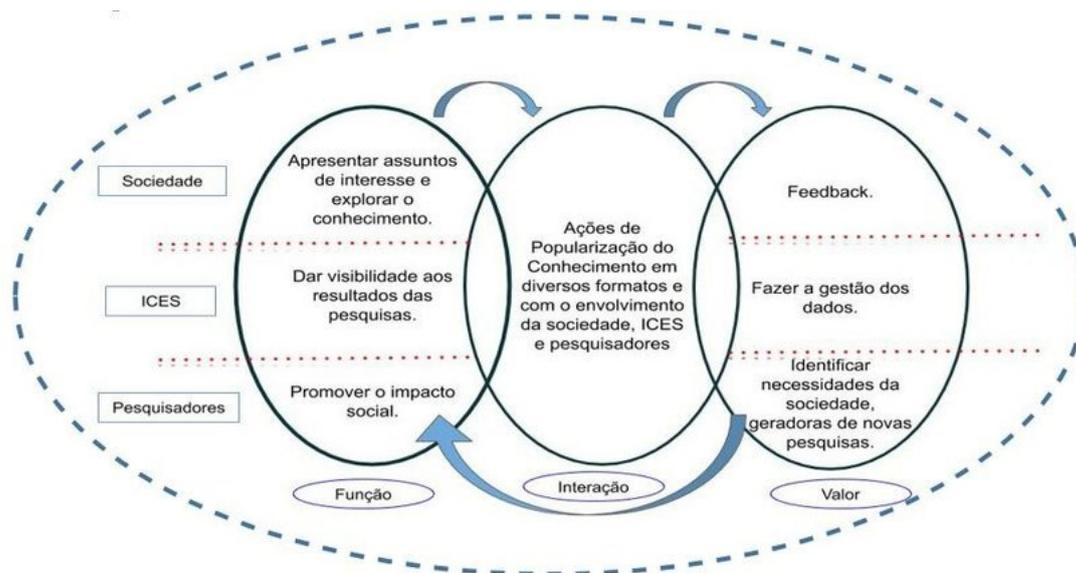
Segundo Caribé (2015, p. 90), a autoria do termo comunicação científica foi “[...] imputada a John Desmond Bernal. No capítulo Comunicação científica do livro *A função Social a Ciência* (1939).” A comunicação para o público leigo seria uma comunicação externa (aos cientistas), sendo ela o processo de educação científica e popularização da ciência.

Por sua vez, o termo popularização da ciência surgiu nos países anglo-fônicos, em alternativa aos termos vulgarização e divulgação, onde estes eram utilizados nos países de línguas de origem latina e caribenhos (Caribé, 2015; Germano, Kulesza, 2007). Nesse cenário, conforme o trabalho de Caribé (2015), a popularização da ciência tem similaridade com o termo divulgação científica e, ainda, como a tarefa de disseminar o conhecimento científico de forma simplificada e apropriada ao público leigo e “desenvolvida como tarefa de pequeno status pela área de educação, por pessoas não especialistas” (Caribé, 2015, p. 94).

Germano e Kulesza (2007) fazem uma complexa busca pelos significados de divulgação científica e popularização da ciência. Sendo assim, em seu trabalho trazem uma grande aproximação entre os termos divulgação e comunicação, em diferentes perspectivas de origem e significação, em que abordam diversos conceitos associados às ideologias de Paulo Freire, principalmente à prática dialógica e à educação libertadora. Considerando essa perspectiva, são colocadas as relações entre discursantes e ouvintes (na comunicação da ciência), contudo, trataremos esse tema na relação dos pesquisadores com o público.

Piccoli e Stecanela (2023) fazem uma revisão sistemática da literatura sobre popularização da ciência, para compreender e explorar o uso do termo, e mostram que, além das relações dos termos com comunicação pública (representadas por modelos), é possível o entendimento que a popularização se utiliza da divulgação, porém não estabelece uma relação de dependência com os meios de comunicação, como a divulgação. Além disso, é dito que a Popularização da Ciência pode ser vista como uma tarefa inerente à pesquisa científica, visto os objetivos para democratização do conhecimento científico.

Assim, apesar das práticas de popularização terem reforçado a ideia de ciência absoluta, é necessário que elas promovam a emancipação dos sujeitos (público leigo), bem como estabeleçam relações horizontais entre os cientistas e a sociedade (Piccoli; Stecanela; 2023; Porfiro; Baldino; 2018; Germano, Kulesza, 2007). Dessa forma, Piccoli e Panizzon (2021) trazem um modelo de Popularização da Ciência:



*Figura 1: Modelo para a popularização do conhecimento científico das universidades para a Sociedade. Fonte: Piccoli e Panizzon (2021, p. 15).*

Este modelo é proposto inicialmente para as Instituições Comunitárias de Ensino Superior, contudo, os autores sugerem que também abrange o contexto das universidades públicas (Piccoli; Panizzon, 2021). Então, retomaremos ao conceito de Comunicação Pública da Ciência (Bucchi; Trench, 2021; Caribé, 2015; Bucchi, 2008), e traremos o modelo de comunicação científica como um bate-papo social sobre ciência (tradução livre) de Bucchi e Trench (2021):

Modelo de base	Disseminação	Diálogo	Participação
Aplicações da Comunicação Científica	Déficit Defesa Promoção Popularização Alcance	Engajamento Consultoria Interatividade Deliberação	Conversa ou bate-papo Apresentação Co criação Filmes e ficção Ciência e Arte
Aspectos relacionados à ciência	Descoberta: conhecimento finalizado	Problemas/Questões: implicações e aplicações do conhecimento	Processos: interpretação e (re)construção do conhecimento
Utilização pelo público	Informação, conscientização, aprendizagem	Questionamento, opinião, discussão	Compartilhamento, criação, usufruto, crítica
Perspectivas sociais (almeçadas)	Alfabetização científica: cientificismo e tecnocracia	Ciência na sociedade: Modo-2, pós-normal, pós-acadêmica	Sociedade na ciência: ciência cívica, ciência cidadã
Orientação			

Figura 2: Estrutura de comunicação científica como um bate-papo social sobre ciência (tradução livre).

Fonte: Bucchi e Trench (2021), p. 8.

Nesse sentido, podemos notar que o modelo de base “Participação” traz características desejadas nas ações de PC na construção do termo para a América Latina e Caribe, como consciência cívica e cidadã acerca desta, assim como engajamento e reconstrução do conhecimento científico. Ainda, é possível notar que o termo Popularização se encontra no modelo de Disseminação, equiparado ao modelo de déficit. Entendemos, todavia, que este modelo se apresenta de forma simplista e idealizada, com margens e brechas para concepções errôneas sobre os cientistas e o seu trabalho. Bucchi (2008) aponta que o modelo de Déficit propaga informações descontextualizadas e desconexas do cotidiano das pessoas em relação ao conteúdo científico, logo, uma prática comunicacional nesse formato pode promover tanto uma visão errada dos cientistas, bem como um entendimento equivocado sobre a ciência e o seu papel social, já que os discursos não estão bem colocados (Silva, 2006).

Contudo, ressaltamos que, como foi abordado anteriormente, a construção do termo Popularização da Ciência, no contexto brasileiro das pesquisas e práticas, assim como na América Latina, tem um significado importante e traz uma perspectiva social e

de conscientização e apropriação popular acerca da ciência e da tecnologia, dessa forma, adotaremos esta visão neste trabalho.

Nesse cenário, ainda, resgataremos a postura dos pesquisadores frente às atividades de Divulgação e Popularização da Ciência, considerando seu contexto formativo.

## **2.2. A Formação dos Pesquisadores, a Construção da Ciência e a Comunicação com o Público**

Considerando as questões que definiram o formato do ensino de Física na educação básica, estas têm uma relação íntima com a construção do conhecimento científico, assim como ele foi divulgado e popularizado (Caribé, 2015).

Nesse contexto, as disciplinas da educação básica acompanhavam os ideais de valorização científica decorrentes da industrialização; e na constituição de 1891, que determinava o ensino laico nos estabelecimentos públicos (Diogo; Gobara, 2007), em que estes ideais tiveram influências do modelo positivista de Auguste Comte (Almeida Júnior, 1979). O formato da época foi instituído por Benjamin Constant Botelho de Magalhães, ministro da instrução, através do decreto n.º 891, de 8 de novembro de 1890, a fim de romper com a instrução humanística do ensino (herdada dos jesuítas e que priorizava o ensino das ciências humanas), incluir as disciplinas científicas, e potencializar a fragmentação dos saberes (Faria; Carneiro, 2020).

Dessa maneira, o currículo escolar da época era denso e extenso e, no tocante ao ensino da Física, as aulas exigiam elevada capacidade de cálculo e de abstração, bem como priorizavam noções gerais (Faria; Carneiro, 2020; Almeida Júnior, 1979). Vale ressaltar que o surgimento da Física Moderna, no início do século XX, trouxe perspectivas diferentes da Física (Pessoa Jr, 2011) e a transposição desses conteúdos no modelo curricular vigente apresentou e apresenta muitas dificuldades (Costa; Barros, 2015; Villani, 1984).

Neste contexto, segundo Villani (1984), Gaspar (2004), Diogo e Gobara (2007) e Moreira (2018), ainda que novos documentos norteadores (LDB, PCNEM, PNC+, etc.) e vieses (CTS, interdisciplinaridade, transversalidade, etc.), eclodissem ao final do século XX e início do XXI, a perspectiva tecnicista de currículo ainda seguiu resistente nas práticas docentes, seja no ensino básico ou superior. Do ponto de vista da comunicação

dos conteúdos, esses ideais tecnicistas acompanham a supremacia da ciência face ao público leigo (Germano; Kulesza, 2007).

Desse modo, a questão sobre a comunicação da ciência na Educação Básica, é ainda bastante relevante em estudos da área de Ensino de Física (Moreira, 2021; Faria; Carneiro, 2020; Moreira, 2018; Rosa; Rosa, 2012; Diogo; Gobara, 2007), e são temas contemporâneos e ainda muito explorados, seja para a formação inicial e continuada de professores ou na aprendizagem contextualizada por parte dos estudantes.

Maricato e Mendes (2015) defendem que hoje o modelo separatista entre cientista e sociedade, que busca colocar a ciência num lugar de neutralidade, já não serve mais, pois não resolve problemas éticos e sociopolíticos desse campo de produção.

Logo, podemos considerar tanto o caráter prático, quanto o viés acadêmico, a fim de explicitar a importância dessas práticas, e de pensar e repensar as estratégias de comunicação conforme o contexto de produção e o contexto em que se deseja a disseminação dos conhecimentos científicos (Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Bucchi, 2008).

Nesse sentido, a justificativa do porquê as pessoas devem se tornar críticas com relação à ciência tomou o peso de que ela está presente na maioria das situações do seu cotidiano, logo, se faz necessário que os indivíduos sejam capazes de opinar sobre diversas questões, como: o uso de tratamentos e remédios, a compra de produtos como eletrônicos e carros, a fim de escolher a opção que melhor se adequa à sua realidade e necessidades a partir de seus conhecimentos quanto à ciência e tecnologia (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Desse modo, a partir do momento que os problemas científicos aumentam em número e em complexidade, aumentam também os desafios enfrentados pelo público para compreensão dessas questões e, assim, a questão de entender sobre ciência, nunca foi tão pronunciada e necessária quanto hoje em dia (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

No contexto da Física, a Divulgação Científica e a Popularização da Ciência estão intimamente ligadas com as pesquisas e práticas em ensino e educação dessa disciplina, seja nos cursos de graduação ou nos trabalhos desenvolvidos na Educação Básica, que podem ser encontrados em publicações vinculadas à Sociedade Brasileira de Física (SBF) (Barros; Miranda; Martins, 2020).

No entanto, quando se centra o olhar sobre os conteúdos dessas atividades, pouco se vê sobre a Mecânica Quântica (Barros; Miranda; Martins, 2020), assim, ainda que existam trabalhos de revisão do desenvolvimento dessa temática no contexto escolar e acadêmico (Sousa, 2021; Rocha; Herscovitz; Moreira, 2018; Pantoja; Moreira; Herscovitz, 2011; Greca; Moreira; Herscovitz, 2001), a DC se encontra apenas como uma ferramenta didática e não há nenhuma reflexão ou proposta sobre o conteúdo no que tange a especificidade dessa prática, mesmo com o discurso da importância da temática de Mecânica Quântica no cotidiano.

### **2.3. A Ciência Acadêmica, a Extensão e os Museus de Ciências**

Os museus deixaram de ser apenas locais de objetos bonitos e colecionáveis e passaram a ser também espaços patrimoniais e com inúmeras possibilidades com relação aos seus valores, propósitos e missões (Van Praët, 2004; Nascimento; Ventura, 2001). Sendo assim, as ações educativas desenvolvidas nesses espaços, são mais que uma simples atividade expositiva para a contemplação, considerando que ao expor um conteúdo há toda a intenção da equipe de curadoria agregada, inicialmente, neste tipo de trabalho, ainda que outras e variadas ações possam ser frutos de um mesmo assunto e de uma mesma exposição.

No tocante às questões postas, considerando a Popularização da Ciência, foi recentemente lançado o DECRETO N.º 11.754, DE 25 DE OUTUBRO DE 2023 (Brasil, 2023) que “Institui o Programa Nacional de Popularização da Ciência, também chamado de POP CIÊNCIA”, que tem como um dos objetivos, em seu Artigo 1º: “desenvolver a cultura científica e estimular a prática da ciência, tecnologia e inovação para promover a inclusão social e reduzir as desigualdades sociais” (Brasil, 2023).

O POP CIÊNCIA aponta como princípio, em seu Artigo 3º “[...] V - a valorização da cultura científica e o fortalecimento da educação formal e não formal” (Brasil, 2023); além de possuir como discurso central no documento: a valorização, manutenção, continuidade e ampliação de ações que promovam a cultura científica, como os centros e museus de ciências, e a realização de feiras e olimpíadas científicas, ações estas que tem forte relação com a Educação Básica e público fora das universidades.

Nesse sentido, é necessário que se formem bons profissionais, para além do conhecimento dos conteúdos específicos de que tratam as exposições, e estes conheçam

as técnicas e tecnologias necessárias para a construção de uma exposição que deixará marcas em seu público visitante, bem como fazer com que ele interaja no nível mais profundo e contribua com a construção e valorização daquele espaço. Logo, consideramos que o espaço do museu é também um local formativo e de infinitas possibilidades para com os conteúdos e a construção da identidade do profissional que passa por este espaço.

Considerando o contexto dos museus de ciências, estes têm uma relação muito íntima com a divulgação da ciência, uma vez que essas instituições costumam estar ligadas aos centros de pesquisa de ciências da natureza (Marandino *et al.*, 2004) e, conseqüentemente, aos ministérios de ciência e tecnologia pelo mundo. No Brasil, este cenário se repete, uma vez que diversas ações de popularização e divulgação científica são propostas nos processos de curadoria para exposições de curta, média ou longa duração, bem como em eventos, palestras, oficinas, entre outras atividades por eles produzidas.

Assim, sabemos que a principal característica dos museus de ciências é que seu patrimônio não são objetos, mas sim o conteúdo científico. Dessa maneira, é importante a equipe de curadoria desenvolva uma exposição, e conseqüentemente uma ação educativa central, que busque focar a atenção do visitante para os conteúdos e suas relações com estes, uma vez que os objetos são ferramentas (Desvallées; Mairesse, 2013) para a representação desses conteúdos de ciências.

É importante deixar claro aqui, que não desvalorizamos nem desmerecemos os valores sociais que os objetos possuem e representam para as pessoas, no entanto, consideramos que é importante a preservação da identidade dos museus de ciências diante de seus propósitos, valores e missões para com o público, sendo assim, o objeto ocupará um papel importante dentro do museu de ciências, mas só ocupará papel central se assim for de vontade da equipe de curadoria sobre o tema. Nesse sentido, o Conselho Internacional de Museus (ICOM) aborda em seu código de ética (ICOM, 2009) oito funções esperadas de instituições ditas museus:

1. Os museus preservam, interpretam e promovem o patrimônio natural e cultural da humanidade;
2. Os museus mantêm acervos em benefício da sociedade e de seu desenvolvimento;
3. Os museus mantêm referências primárias para construir e aprofundar conhecimentos;

4. Os museus criam condições para fruição, compreensão e promoção do patrimônio natural e cultural;
5. Os recursos dos museus possibilitam a prestação de outros serviços de interesse público;
6. Os museus trabalham em estreita cooperação com as comunidades das quais provêm seus acervos, assim como com aquelas às quais servem;
7. Os museus funcionam de acordo com a legislação;
8. Os museus atuam com profissionalismo.

Considerando os princípios descritos acima, muitas se relacionam com os princípios da divulgação/comunicação pública da ciência, onde é preciso definir o público-alvo, a linguagem adequada e outros recursos que farão parte das atividades que vão compor.

Desse modo, é importante que a equipe desenvolva a habilidade de criar rótulos e enunciados cativantes para acesso do público (Hohenstein; Tran, 2007), uma vez que as exposições podem ou não oferecer mediadores. Sendo assim, o objetivo das exposições e demais atividades dentro dos museus de ciências deve contribuir para que o visitante construa relações com os conhecimentos científicos e sociais ali disponíveis e possíveis, que permitam que público possa acessar certos efeitos sociais, como: a melhoria da qualidade de vida, avanço da consciência política, rupturas com o senso comum, etc. (Porfiro; Baldino, 2018), que são objetos tanto relacionados às funções éticas dos museus como às metas de popularização da ciência. Logo, o discurso expositivo disposto deve possibilitar o acesso ao conhecimento científico e cultural, visto que as exposições são o principal meio de comunicação com o público que visita os museus (Achiam, 2014; Marandino, 2016).

Então, é preciso que os profissionais que atuam nos museus de ciências tenham conhecimentos sobre o público que os visita, assim como das problemáticas que esse público vivencia e necessita refletir e opinar, conferindo também ao museu de ciências um espaço para a formação de senso crítico (desde a equipe até o visitante), valores e princípios equivalentes ao que se espera da PC (Piccoli; Panizzon, 2021). Logo, é na construção desse tipo de ação que ficam claras a discussão sobre como será e o que se espera da interação e da relação dos objetos com o visitante (Wagensberg, 1998).

A divulgação da ciência, em geral, em especial nos espaços culturais e na mídia, passam por diversos tratamentos a fim de cativar o público, dessa forma, uma característica que a equipe curadora deve se atentar é em relação à transformação dos

espaços dos museus em locais restritos à possibilidade de diversão, sem qualquer compromisso com o conteúdo e com a epistemologia científica que ele carrega.

Em muitos espaços como os museus e centros de ciência, as mostras e as exposições precisam recorrer aos recursos lúdicos, e o desafio é que fique de experiência para o visitante não apenas o caráter de entretenimento que a vivência de visita a esses espaços lhe proporciona, mas a potencial conscientização para tomada de decisões críticas acerca da ciência e da tecnologia presentes em sua vida (Viladot; Stengler; Fernández, 2016; Mintz, 2005). Dessa forma, enquanto há formação de profissionais que comunicam sobre ciência, é preciso um cuidadoso olhar sobre os conteúdos científicos e o que eles realmente significam.

Outro campo de estudo e prática em que os museus de ciência atuam é o da extensão universitária, quando lotados em instituições de ensino superior e que possuem os fundamentos de suas ações na tríade ensino-pesquisa-extensão. Desse modo, a extensão universitária é um campo de pesquisas e práticas no âmbito da interação do conteúdo acadêmico com o público externo (Bruno, 1999). Assim, se faz necessário um alinhamento de expectativas e ações, em que o museu busque em suas atividades elementos de cada campo de estudo, para o desenvolvimento de suas ações.

Considerando o contexto dos museus de ciências (Marandino *et al.*, 2016) e da divulgação científica (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Bucchi, 2008), as temáticas modernas ou contemporâneas encontram-se no campo dos temas controversos, em que há falta de verba e o desinteresse dos financiadores para construção de obras que operam nessa linha, além de existir barreiras estruturais em relação à própria epistemologia da ciência (Braga; Guerra; Reis, 2000), como: a superação do cientista como vilão (Blanke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014;); e a obscuridade agregada ao tema (Pessoa Jr, 2011; Braga; Guerra; Reis, 2000).

Ademais, os temas de pesquisa nas áreas de educação em museus e divulgação e popularização científica que envolvem a MQ são bastante recentes, pois apesar da MQ ter mais de um século de existência (Braga; Guerra; Reis, 2000), professores, divulgadores, educadores de museus e pesquisadores encontram dificuldades para abordá-la fora do ambiente acadêmico (Pessoa Jr, 2011).

As experiências dos visitantes nos museus são variadas e de diversos tipos (Colombo Jr, 2021) e, considerando que cada pessoa percebe e interage de formas

diferentes com diversas coisas ao seu redor, diante dos aspectos que englobam o contexto das visitas, cada visitante constrói sua própria perspectiva da exposição, ao visitar o museu (Rocha *et al.*, 2021; Contier; Marandino, 2020), trazendo para esse espaço a capacidade de ser um lugar cheio de possibilidades para além da contemplação e observação das exposições. Desse modo, nota-se um valor educativo agregado ao museu, onde cada vez mais essas instituições buscam melhorar seus processos comunicativos e afetivos, para que ali seja, assim como um espaço de contemplação, também um espaço de reconhecimento e apropriação por parte dos visitantes, onde estes, por meio do diálogo e com uma intenção estimulada pelos museus se desenvolvem social e pessoalmente.

Logo, é de extrema importância se pensar os conceitos de objeto, coleções, artefato e ações educativas por parte da própria equipe (Marandino; Contier, 2017) e, assim como os conceitos de patrimônio e cultura humana, qual importância tudo isso tem em um museu e como se relacionam para criar sentidos que terão significados em cada um que puder frequentar o espaço da exposição e do museu.

No que diz respeito à divulgação da MQ, há pouco material disposto tanto como referencial teórico como tentativas de ações e reflexões (Souza; Miranda, 2022), e acredita-se que pouco sentido se faz ao tratar esse tema estritamente no ambiente escolar, visto que várias aplicações da ciência envolvendo a MQ estão presentes a todo o momento na vida social (em celulares, computadores, óculos, etc.).

Contudo, percebe-se, mesmo com algumas tentativas, uma MQ pouco divulgada na sociedade, logo, isto pode ser consequência de sua complexidade e do pouco interesse em tratar deste assunto quanto à sua inserção na sociedade contemporânea (Pantoja; Moreira; Herscovitz, 2011; Pessoa Jr, 2011). Os conceitos e definições sobre princípios e fenômenos são relativamente novos e de difícil compreensão, se comparados aos outros conhecimentos difundidos do campo da Física (como a Mecânica Clássica, o Eletromagnetismo e a Óptica, por exemplo), os quais podem acarretar apropriações distantes daquelas de fato científicas e propostas pela Física. Então, se faz necessário que tal tema seja revisto e explorado com todo o cuidado quando se diz respeito à divulgação e popularização científica realizada para o público geral, e quais aproximações se buscam com o público.

Além disso, também ocorre a questão que a temática de MQ é pouco delimitada, multidisciplinar e abstrata, além de carregada de valores (Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011; Pessoa Jr, 2011) e isso atribui um alto grau de dificuldade para a elaboração de

ações envolvendo essa questão sociocientífica nos museus de ciências (Marandino *et al.*, 2016). Entretanto, abordaremos essa questão específica da MQ em capítulo posterior.

O contexto dos museus de ciências universitários é abordado, pois, a equipe que desenvolveu este trabalho está vinculada ao Museu Dica, do INFIS/UFU; que participa de diversos movimentos nacionais e regionais de DC e PC, bem como atribui estratégias dessas áreas nas suas atividades, sejam elas expográficas, eventos, etc., a fim de fortalecer a comunicação com o público. Dessa forma, na metodologia, apresentaremos em local pertinente o contexto desse museu.

### **3. AS RELAÇÕES DA CIÊNCIA E DA SOCIEDADE FRENTE AOS TEMAS CONTROVERSOS**

#### **3.1. Estratégias e Ferramentas das Pseudociências e sua Influência na Percepção da Ciência pelo Público**

A ciência e a tecnologia estão presentes no cotidiano das pessoas desde o seu surgimento, logo, é preciso ter uma postura crítica para tomar decisões sobre questões científicas e tecnológicas, diante das escolhas realizadas coletiva ou individualmente (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Nesse sentido, é preciso ativar o mecanismo de vigilância epistêmica intrínseco a nós, enquanto seres cognitivos, e comunicativos; tal mecanismo nos respalda enquanto capazes de distinguir se as informações são verdadeiras ou falsas (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

No entanto, essa distinção do que é verdadeiro e do que falso não é tão simples, visto que as pessoas têm diversas crenças e se identificam com elas por diversos motivos, os quais vão ao encontro de seu conforto em assegurar e validar suas concepções prévias aos assuntos (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Além disso, é preciso considerar que em um contexto de comunicação pública, a sociedade tem pouco conhecimento sobre ciência básica e epistemologia da ciência, o que pode acarretar interpretações errôneas e ações equivocadas quanto às decisões sobre ciência e tecnologia em suas vidas, tomando argumentos morais e culturais para tais escolhas (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Desse modo, também é preciso considerar que as temáticas atuais são complexas e com diversas lacunas, o que possibilita brechas para uma identificação negativa diante de vários contextos políticos e sociais (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Ademais, ainda com um olhar para o contexto de comunicação pública da ciência e da tecnologia, visto a complexidade dessas temáticas e o nível de conhecimento do público, há por parte dos cientistas certa resistência em explicitar os enunciados, por considerar que os sujeitos que não fazem parte do meio científico consigam interpretar e assimilar as informações sobre a ciência atual (Bucchi, 2008), e dentro do nosso tema de estudo a atitude mais comum é ignorar e ridicularizar sem nenhum esforço ou iniciativa para o debate público de tal tema (Pessoa Jr, 2011).

Ainda, neste contexto, considerando outros profissionais vinculados às práticas de divulgação e comunicação da ciência e tecnologia, muitos não estão atentos ou interessados em comunicar nos rigores da ciência, visto seus interesses em crescer o número de seguidores ou possíveis retornos financeiros (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Logo, uma comunicação pública da ciência que não é realizada de forma honesta (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Buchhi, 2008), pode levar ao fortalecimento de pseudociências, considerando as preferências do público, visto que as pessoas usam suas crenças e visões de mundo para escolher o que lhe é mais confortável (Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Segundo Hilger (2013) a apropriação dos conhecimentos da ciência não ocorre simplesmente pela sua vulgarização, mas sim pela sua transformação em um conhecimento cujo sentido é relevante para a comunidade que dele se apropria (Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Da Costa; De Sousa; Mazocco, 2010; Bucchi, 2008).

Focando nosso olhar para as pseudociências, segundo Blancke, Boudry e Pigliucci (2017) elas fornecem uma alternativa elaborada e completa às teorias científicas reais sem qualquer astúcia ou design inteligente e sobrevivem com a força dos discursos de seus criadores, se passando por ciência, visto que esta (apesar de pouco compreendida pela sociedade) é bastante prestigiada. Assim, as pseudociências têm pretensões científicas explícitas e são claramente usadas em seus argumentos, como: títulos acadêmicos, linguagem e fórmula científica e matemática, livros com uma impressionante bibliografia compilada de literatura científica, gráficos, entre outros recursos, a fim de contornar nossa vigilância epistêmica e assim, buscar se passar por ciência (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Desse modo, no contexto de estudo em como comunicar é preciso um olhar cuidadoso para as fontes e para o público, a fim de elaborar propostas que estejam em um contexto de comunicação dialógico (Bucchi, 2008; Dickson, 2005) para a promoção do raciocínio sobre o conhecimento e seus processos de produção e, em seguida, haver uma desconstrução e reconstrução para a superação nesse raciocínio dos conceitos errôneos a fim de provocar uma mudança conceitual e de atitudes frente ao que é ou não ciência (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Nesse sentido, é preciso entender como os indivíduos e coletivos entendem e aceitam a ciência, para então propor de comunicá-la com questão sociocientíficas (Marandino *et al.*, 2016) e superar as possíveis controvérsias provocadas pela existência

das pseudociências. Assim, Sinatra, Kienhues e Hofer (2014) elencam quatro tipos de controvérsias a serem superadas na relação entre ciência e público:

- i) Lançamento de forma frágil de um fenômeno ainda pouco compreendido; ii) Existência de indivíduos preocupados que julgam evidências complexas e contraditórias sobre uma temática e suas relações e implicações no cotidiano; iii) Existência de um vilão (o cientista) por trás de todo o novo enredo; e iv) Vítimas inocentes (a população) à mercê do vilão e de seus interesses obscuros. (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014, p. 127, tradução livre)

Isto posto, entendemos que esses elementos não podem ser desconsiderados nos processos de Divulgação Científica e de Popularização da Ciência, pois uma atitude autoritária e unilateral pode, ao contrário do que se pretende, fortalecer a relação entre público e pseudociência.

Logo, é preciso entender: qual o contexto de produção científica e pseudociência e os vários fatores que tornam a imitação cultural da ciência uma estratégia lucrativa a ser adotada (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017); as crenças que cada uma dessas pessoas e/ou grupos tem referente aos outros temas que não são nem ciência, nem pseudociência, a fim de elaborar estratégias de DC e PC que, ao contemplar tais aspectos, atinjam o público de maneira eficaz de modo que os indivíduos e coletivos não sejam influenciados de maneira negativa frente à aceitação da ciência e reconhecimento de sua importância.

### **3.2. Compreensão de Fenômenos Científicos: Possibilidades com a Teoria dos Campos Conceituais**

A atividade de divulgação científica compreende um espaço de ações em que se tem o desejo de comunicar temáticas que permeiam o nicho da pesquisa científica – com cientistas em centros de pesquisa e universidades –, para um contexto fora deste (onde o público-alvo é chamado de não especialistas ou público leigo) (Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Bucchi, 2008).

Dessa maneira, entendemos que o papel da DC é manter as pessoas que estão fora da esfera acadêmica e da pesquisa científica informadas e atualizadas acerca dos avanços científicos e tecnológicos, e como eles impactam em suas vidas. Já o contexto de Popularização da Ciência, ainda que com estratégias (que podem ser similares ou diferentes) busca mostrar qual o papel dos indivíduos e coletivos frente à ciência e tecnologia disposta atualmente; algo parecido com o que se almeja com a comunicação pública da ciência (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Desse modo, para que a DC e PC aumentem suas chances de sucesso, é de extrema importância, a partir do público que se deseja atingir, definir quais as estratégias e a linguagem que serão empregadas na comunicação dos conceitos científicos apresentados à sociedade (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Mintz, 2005).

Sendo assim, quando assumimos o compromisso de divulgar e popularizar a ciência, ao escolher o público-alvo, é de extrema necessidade que esteja claro o nicho que esse público pertence e como será a associação da linguagem utilizada com o contexto dele, para ser tocado com a ação realizada (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Nesse sentido, é importante ressaltar que a Divulgação Científica não é um processo neutro e a ideia de público “geral” para o desenvolvimento dessas ações é ingênua e, muitas vezes, improdutiva.

Então, argumentamos que, nos estudos acerca de como comunicar ciência e tecnologia, é interessante que se tenha um olhar cuidadoso para as fontes de informação e para o público-alvo, buscando elaborar propostas que estejam em um contexto de comunicação voltada para um modelo dialógico (Bucchi; Trench, 2021; Bucchi, 2008). É interessante que esse modelo de comunicação dialógico contemple e acolha as experiências do público, bem como permita explorar os limites de validade das crenças do senso comum, a fim de evitar o surgimento de preconceitos e juízos de valor negativo para com o conteúdo científico.

Neste contexto, a Teoria dos Campos Conceituais e as ideias propostas no texto de Vergnaud (1990), podem ajudar a compreender aspectos relevantes para a criação de um ambiente em que uma mudança conceitual e, posteriormente, de atitudes, seja possível, como destacado por Sinatra, Kienhues e Hofer, (2014) e Blancke, Boudry e Pigliucci (2017), e os sujeitos se tornem críticos diante da ciência e da tecnologia disposta em seu cotidiano. Acreditamos, portanto, que se deva estabelecer um caminho para promover o raciocínio sobre o conhecimento e seus processos de produção e, assim, favorecer uma desconstrução e reconstrução dos conceitos do senso comum que permita a aproximação desses indivíduos de conceitos científicos.

A Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990) aborda elementos essenciais sobre os conceitos (e os conjuntos destes), como eles se formam e agregam ao cognitivo de cada indivíduo, bem como isso pode produzir uma mudança conceitual e decorrente

mudança de postura e atitudes em cada pessoa. Na obra de Vergnaud (1996) é explícita a sua base teórica em trabalhos de: Vygotsky, que tinha como foco a abordagem do papel da linguagem e das formas simbólicas na conceitualização; e de Piaget, que se baseava nas estruturas lógicas do pensamento, e o desenvolvimento das operações suportadas por essas mesmas estruturas.

Contudo, a Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990) empreende-se em resolver problemas específicos que abrangem um mesmo campo conceitual. Neste cenário, nosso campo conceitual de base será o da Mecânica Quântica, onde buscamos compreender todos os aspectos deste, enquanto área da ciência, logo é necessário refletir sobre a sua construção, assim como as relações dentro e fora da ciência, para uma análise do ponto de vista de PC e DC que se aproxime de algo assertivo.

Sendo assim, segundo Alfonso-Goldfarb (1994) todos têm uma noção do que é ciência, mesmo que essa noção seja mínima ou insuficiente, e isso fica evidente quando termos relacionados à ciência, como: “científico”, “cientificamente”, “cientista”, entre outros, aparecem em determinados assuntos, diálogos, notícias, etc. e, de alguma forma, chama a atenção do leitor/ouvinte. Nesse sentido, a ciência, ainda que pouco compreendida pela população, é algo que oferece credibilidade para informações, produtos e processos. No entanto, as pessoas – individual ou coletivamente – tendem a interpretar os conceitos científicos a partir de suas crenças e/ou experiências pessoais, interferindo na forma como ela participa de suas vidas (Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Essa relação do público com a ciência, mediado por crenças e por visões de mundo ingênuas (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) abrem espaço para o estabelecimento e a propagação de pseudociências que, com uma roupagem científica, não tem compromisso com os rigores da ciência.

Segundo Vergnaud (1990), os campos conceituais estão dispostos em esquemas no cognitivo de cada pessoa, e sua origem provém do conceito de esquema de Piaget (Vergnaud, 2007). Os invariantes operatórios, que podem ser do tipo “conceitos em ação” ou “teoremas em ação”, são as entidades que favorecem a construção dos esquemas conceituais quando aplicados e mobilizados no confronto do sujeito com a situação. Nesse sentido, os “teoremas em ação” são invariantes do tipo proposicional, que buscam a generalização de uma regra ou de uma propriedade capaz de explicar uma situação (e constituem uma importante etapa para a construção do conhecimento no campo conceitual acessado); já os “conceitos em ação” são atribuídos aos objetos (reais ou

imaginários), características ou mesmo valores considerados importantes agregados à ocorrência vivida (Vergnaud, 2019).

Neste contexto, Vergnaud (2007), quando reflete sobre a aprendizagem significativa, aponta que Piaget, Vygotsky e Ausubel abordaram de forma frágil a importância da relação da construção de um esquema com a vivência de uma situação. Logo, existem algumas razões que o motivaram estudar os campos conceituais, considerando os autores mencionados, uma vez que “sem esquemas e sem situações não se pode compreender o desenvolvimento do pensamento” (Vergnaud, 2007, p. 288, tradução livre):

- Não se pode estudar o desenvolvimento de um conceito de maneira isolada, porque sempre está inserido em um conjunto, formando um sistema.
- A conceitualização é um processo que faz parte da atividade e é necessário, portanto, captar as conceitualizações que operam nos esquemas, tanto se são explícitas quanto implícitas.
- Em uma perspectiva de desenvolvimento, um conceito é um triplo de conjuntos: um conjunto de situações, um conjunto de invariantes operatórios, um conjunto de formas linguísticas e simbólicas.

Diante disso, os esquemas conceituais podem ser classificados como únicos (que levam às condutas automatizadas na resolução de problemas) ou variáveis (que possuem uma estrutura um pouco mais complexa, onde diversos esquemas competem para coexistir e então para progressivamente se tornarem únicos, e levam as mesmas condutas que estes).

O esquema conceitual único é um conjunto de conceitos que fazem sentido para os sujeitos e, verdadeiros ou não, colaboram para a sua tomada de decisão. Nos esquemas conceituais variados, por sua vez, o conjunto de conceitos pode não fazer necessariamente sentido (ou dialogam entre si) do ponto de vista do sujeito. Desse modo, esses esquemas passam por uma competição entre eles, antes de serem validados (pelo sujeito), e isso leva algum tempo e diversas etapas para que então se tornem progressivamente únicos e possibilitem a conduta de resolução de problemas (Vergnaud, 1990).

Nesse sentido, fizemos o seguinte esquema para tal representação e para compreensão da Teoria dos Campos Conceituais quando em ação no cognitivo dos sujeitos/indivíduos para o nosso contexto de aplicação (DC e PC):

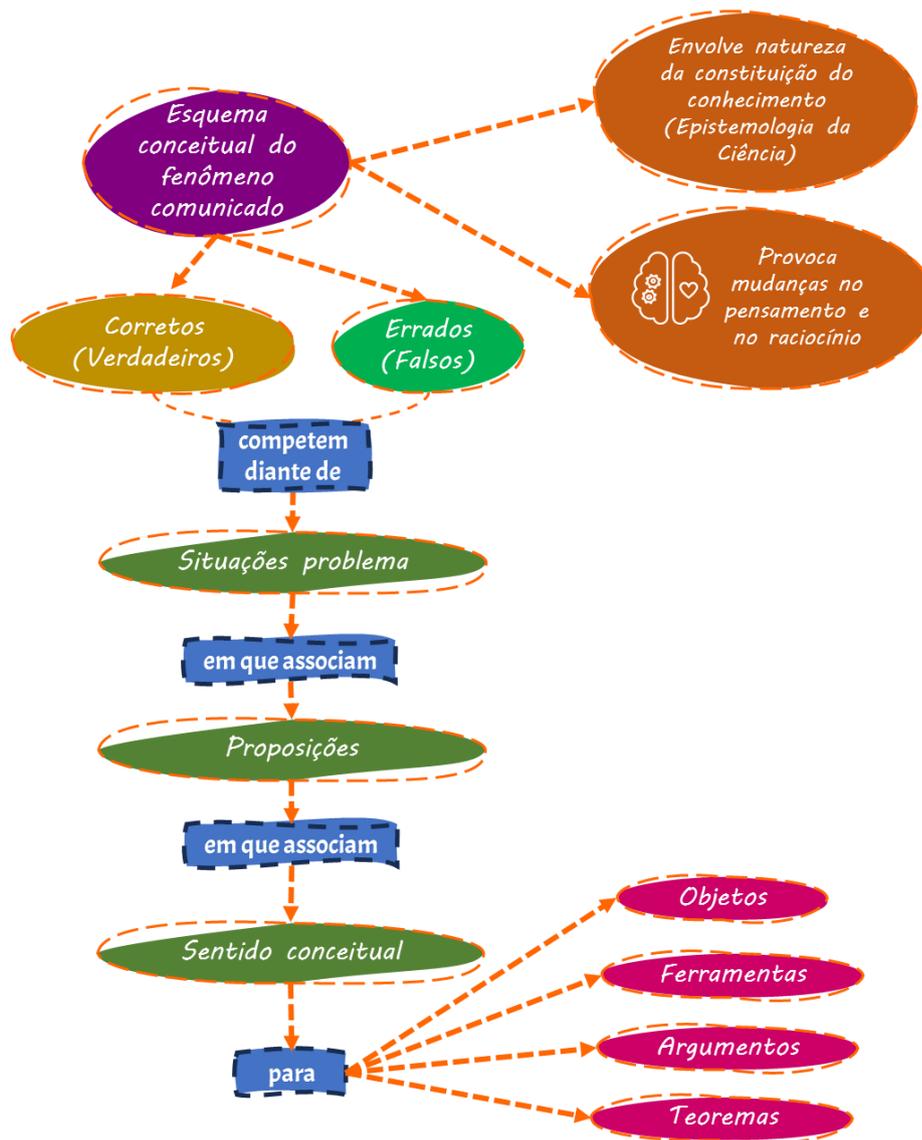


Figura 3: Sobre a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990) na DC e na PC. Fonte: Autor.

Isto posto, as situações e a motivação para a criação de um pensamento envolvendo os esquemas:

Na mesma situação de vida, seja na vida escolar ou profissional, desenvolvem-se competências em vários registros: os gestos, os conhecimentos e competências científicas e técnicas, a interação com os outros, as competências linguísticas e as competências afetivas. (Vergnaud, 2007, p. 288, tradução livre)

Nesse sentido, entendemos que a formação de novos esquemas conceituais, no cenário da aprendizagem de conteúdos, a MQ é passível de contextualização e construção sentidos no público, pois, é uma temática que está presente no cotidiano das pessoas, logo, estas devem saber tomar decisões críticas acerca das influências dessa ciência em suas

vidas (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Isto posto, a preocupação do profissional que realiza a DC e a PC com esse processo pode contribuir para que o esquema conceitual único formado possa ser adequado para a compreensão da ciência, levar à detecção de notícias falsas e fontes não confiáveis (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) e, quem sabe, promover alguma mudança conceitual. Do contrário, os conceitos novos, provenientes das ações de DC e PC, podem ter um efeito contrário e, no processo de competição com outros esquemas conceituais, dar origem ou fortalecer ideias pseudocientíficas, ou de negação à ciência.

### **3.2.1. A Formação dos Esquemas Conceituais e Aproximações Epistemológicas da Divulgação Científica e da Popularização da Ciência**

A população em geral possui pouco conhecimento em ciência básica e epistemologia da ciência, além de levarem em consideração fortemente suas concepções culturais e morais para a tomada de decisões frente à ciência e à tecnologia presentes em seu cotidiano (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Esse fato é influenciado pela formação dos indivíduos e seu contato com a ciência; e que a Educação Básica, a DC e a PC voltam-se especialmente para alguns setores da elite econômica (Moreira; Massarani, 2002). Desse modo, tem-se uma “falta” de conhecimento estrutural e, mesmo extremamente dependentes e dominantes da comunicação, as pessoas são enganadas pelas pseudociências e não ciências (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Desse modo, sabe-se que vários são os desafios para entender o que é ciência (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Alfonso-Goldfarb, 1994), e devem ser levados em consideração os espaços e os locais em que ocorre a comunicação desse tipo de conhecimento para as demais camadas sociais, além dos especialistas (Ferreira, 2015; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Massarani; Moreira, 2009).

Nesse sentido, de modo geral, os profissionais de DC e PC buscam elaborar estratégias que possam contribuir para que esses indivíduos considerem a ciência como base para a sua tomada de decisão. No entanto, qualquer processo que busque contribuir para a mudança conceitual precisa considerar como os indivíduos compreendem os fatos que acontecem ao seu redor (cognição epistêmica), e como suas crenças colaboram para suas interpretações – ou compreensões – de mundo (crenças epistêmicas) (Sinatra;

Kienhues; Hofer, 2014), já que o desenvolvimento de competências científicas e técnicas não está desconexo ao desenvolvimento de demais competências do conhecimento disponível da vida humana (Vergnaud, 2019).

As crenças epistêmicas podem ser gerais ou específicas. As gerais dizem respeito ao julgamento que cada indivíduo faz sobre determinado assunto, onde, por exemplo, não consideram que seja passível de questionamentos as informações passadas e ditas verdadeiras por autoridades, ou ainda, que informações de uma área se sobrepõe em detrimento de outras (por exemplo, que as informações da igreja invalidam os conhecimentos científicos). As crenças epistêmicas específicas dizem respeito ao que os indivíduos julgam de maneira diferente, mesmo referindo-se a uma mesma área de conhecimento (ou áreas com princípios comuns, como na ciência de maneira geral), por exemplo, “confio nas cirurgias, mas não acredito na eficácia de vacinas”.

Nesse cenário, buscamos nas ideias dos campos conceituais, propostos por Vergnaud (1990), o apoio para podermos refletir qual é o papel da DC e da PC no processo de formação da cultura científica e, eventualmente, na promoção de uma mudança conceitual. Sugerimos aqui que a cognição epistêmica (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) do indivíduo é composta por um conjunto de campos conceituais (Vergnaud, 1990) que se relacionam com as diferentes situações e problemas com que os indivíduos convivem.

Segundo Vergnaud (1990), os campos conceituais estão dispostos em esquemas no cognitivo de cada pessoa e podem ser classificados como únicos (que leva às condutas automatizadas na resolução de problemas) ou variáveis (que possui uma estrutura um pouco mais complexa, onde diversos esquemas competem para coexistir e então para progressivamente se tornarem únicos, e levam as mesmas condutas que estes).

O esquema conceitual único é um conjunto de conceitos que fazem sentido para os sujeitos e, verdadeiros ou não, colaboram para a sua tomada de decisão. Nos esquemas conceituais variados, por sua vez, o conjunto de conceitos que não faz necessariamente sentido (ou dialogam entre si) do ponto de vista do sujeito. Desse modo, eles passam por uma competição entre eles, antes de serem validados (pelo sujeito), e isso leva algum tempo e diversas etapas, como: reflexão, exploração, dúvidas, exclusão, êxito e descontextualização, para que então se tornem progressivamente únicos e possibilitem a conduta de resolução de problemas (Vergnaud, 1990).

Dessa maneira, não devemos pensar que a formação dos esquemas seja um processo em que o fim é ter produto na formalização de conceitos, mas sim, formar “um conjunto de invariantes operatórios utilizáveis em ação” (Vergnaud, 1990, p. 9, tradução livre), o que corrobora com as propostas de mudança conceitual (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) e vigilância epistêmica (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Nesse sentido, entendemos que o papel da DC e da PC não pode limitar-se a oferecer novos conceitos aos sujeitos, pois esses seriam incorporados a um esquema conceitual variado, uma vez que será para esse indivíduo, um conceito novo que precisa dialogar com os outros conceitos que ele já tem a respeito da temática. Desse modo, o processo de elaboração de ações de DC e PC deve (além de oferecer conceitos novos), considerar (e colaborar com os sujeitos) nas etapas de validação dos esquemas variados para a formação de um novo esquema único.

Entendemos que a formação de novos esquemas no contexto da ciência – em particular da MQ, já que esta é uma temática que está presente no cotidiano das pessoas – pode contribuir com a compreensão da ciência, levar à detecção de notícias falsas e fontes não confiáveis (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) e, quem sabe, promover alguma mudança conceitual. Do contrário, os conceitos novos, provenientes das ações de DC e PC, podem ter um efeito contrário e, no processo de competição com outros esquemas conceituais, dar origem ou fortalecer ideias pseudocientíficas.

### **3.2.2. Cognição Epistêmica e Campos Conceituais: Possíveis Aproximações**

As temáticas científicas contemporâneas são bastantes complexas e com muitas lacunas, assim, abrindo diversas brechas para a discussão errônea no âmbito político e social que permeiam (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014), permitindo que esquemas errôneos sejam privilegiados em detrimento de esquemas corretos (Vergnaud, 1990).

Para Vergnaud (1990), os esquemas conceituais são considerados situações e somente são posteriormente considerados conceitos e teorias. Acreditamos que durante a formação desses esquemas conceituais, enquanto variáveis, deve-se buscar a superação de preconceitos e conceitos errôneos em relação ao raciocínio científico (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Dessa maneira, a cognição epistêmica (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014), quando ativada corretamente no indivíduo, influencia na forma como este compreende e

interpreta as alegações científicas e, em seguida, na tomada de decisões frente às questões sociocientíficas. Portanto, considerando a formação de esquemas (Vergnaud, 1990), aqui se justifica o porquê esse processo deve ser bem trabalhado no público leigo, de forma que estes criem mecanismos para avaliar as informações que recebem tanto de cientistas como de outras pessoas e profissionais que comunicam ciência, configurando numa boa vigilância epistêmica, onde são criadas condições para avaliar as fontes e o conteúdo propagado (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Logo, quando uma atividade se propõe a ativar uma boa cognição epistêmica é preciso que as crenças epistêmicas (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014), ou seja, aquelas que cada um traz consigo durante e a partir de suas vivências, sejam confrontadas com os conhecimentos científicos diante de uma situação-problema do cotidiano (Vergnaud, 1990). Essa construção e reconstrução, apoiadas nos conhecimentos prévios do leigo, permite que: ele reflita acerca dos conhecimentos que já possui e dos novos que foram apresentados; que ele descontextualize e explore os limites de validade de cada um; assim, colocando suas dúvidas em processo de busca por respostas, onde acarretará um processo de exclusão e validade; levando ao êxito na escolha do esquema adequado, de forma que haja a integração das informações recebidas acerca do problema a ser resolvido com expressões decorrentes dos esquemas e teorias científicas.

Assim, quando o sujeito recebe a informação e ela passa pela fase de competição dos esquemas variados, os conteúdos desses esquemas, no caso os conceitos e os teoremas, são chamados de invariantes operatórios, que podem ser do tipo proposicional ou função proposicional, em que o segundo pode construir o primeiro (Vergnaud, 1990). As funções proposicionais não estão condicionadas a serem verdadeiras ou falsas como as proposições em si, dessa forma, a distinção entre um especialista e um não especialista (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) deve buscar elementos que se agreguem durante a fase das funções proposicionais, para que então se tornem proposições, de fato.

Durante o trabalho de se apresentar invariantes operatórios na fase dos esquemas variados, ainda sobre as funções proposicionais, as práticas de DC e PC devem desenvolver nos leigos o que se chama de meta-perícia, em que podem se apoiar quanto à verificação e à validade de especialistas, conforme a posse de credenciais, como diplomas e experiência de trabalho (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) e daí com as

proposições bem estabelecidas, distinguir um falso e um verdadeiro (Vergnaud, 1990) propagador do discurso da ciência.

No contexto da existência dos campos conceituais variados, cada crença está sujeita a um determinado contexto e, obviamente, ninguém está livre de preconceitos, e isso vale até mesmo para os cientistas. Desse modo, a questão não é se existe um viés (sempre existe), mas quanto, de onde vem, como se pode tomar consciência a partir de um raciocínio motivado (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) e corrigi-lo diante das práticas e pesquisas de DC e PC. Logo, entender como os indivíduos percebem a ciência contribuir para a superação de barreiras da compreensão pública que se tem sobre ciência e tecnologia e permite a criação de estratégias de comunicação que atinjam os indivíduos e coletivos de forma efetiva.

Apesar de parecer óbvio e fácil a distinção entre especialistas e não especialistas, a tendência cognitiva das pessoas pode estar vinculada a objetivos direcionais que buscam nos esquemas aquelas crenças e regras que possam apoiar a conclusão desejada, podendo isso ser ligado ao querer pertencer a um grupo social específico ou simplesmente pelo fato de se confiar na fonte de informação (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Quando confrontados com os esquemas variados (Vergnaud, 1990), é possível que os indivíduos expressem e reconheçam um desentendimento ou conhecimento limitado sobre determinado assunto científico, fazendo que as crenças, quando uma não há uma boa ação de divulgação da ciência, se convirjam e estabilizem em torno de atrativos culturais (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Nesse sentido, é importante superar o poder das crenças pseudocientíficas que buscam transmitir informações relevantes para um conjunto de mecanismos mentais ativados no cognitivo do sujeito quando ele recebe a informação, onde, a escolha de esquemas adequados para a reflexão sobre a questão científica proposta é necessária, de modo que reflitam, reconheçam e se abram para os conhecimentos contraditórios às suas crenças. Assim, quando não especialistas mencionam características científicas em seus discursos, ainda que as pessoas reconheçam "científico" como um termo de louvor epistêmico para todos os fins, que significa "forte, confiável, bom", elas consigam reconhecer a autoridade epistêmica em discursos de verdadeiros cientistas e especialistas.

### **3.2.3. Desafios na Mudança Conceitual a partir de Novos Esquemas Conceituais**

Considerando os tópicos discutidos nas seções anteriores, os planejamentos e a execução de atividades de DC e PC não é tão simples, visto que o nem o produto, nem o processo desse tipo de ação, enquanto educativa, é algo assertivo, tendo em conta as especificidades dos públicos e dos espaços que podem ocorrer (Ferreira, 2015; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Massarani; Moreira, 2009; Bucchi, 2008).

Nesse sentido, aqui propomos reflexões considerando as metas para uma mudança conceitual a partir da transformação de um esquema conceitual variável em único, de modo que este esquema predominante seja a favor do entendimento correto do público leigo para com a ciência.

Desse modo, na teoria dos campos conceituais, na formação de esquemas conceituais para o entendimento de leis e teorias, é muito importante que se busque em paralelo à compreensão da história da ciência (Vergnaud, 1990). Logo, reconhecer esse pouco entendimento sobre ciência básica que o público leigo em geral tem (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014), é de extrema importância para o planejamento de uma ação educativa no campo da DC. No entanto, como já foi mencionado anteriormente, não suficiente, é preciso também buscar mecanismos dentro das ações que confrontem as crenças já existentes no público em que se deseja comunicar e alinhar a insuficiência de suas crenças para a compreensão dos conteúdos científicos; também é preciso mostrar que o reconhecimento desse tipo de conhecimento não interfere ou impede que ele continue a ter crenças em conhecimentos que não sejam os científicos (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Assim, buscando suporte na natureza de constituição do conhecimento, ou seja, em saberes epistemológicos, e nos mecanismos de transformação do modo como um sujeito leigo pensa e raciocina sobre os assuntos científicos em seu cotidiano, pode-se propor uma atividade que possibilite uma mudança conceitual epistêmica de um indivíduo ou coletivo, que a ação de DC e/ou PC atinja. No contexto dos campos conceituais, é equivalente quando um esquema conceitual variável se torna único em favor de uma postura crítica e correta acerca da ciência.

Logo, entende-se ser importante estimular que o público aprenda e desenvolva mecanismos de vigilância epistêmica (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) a partir de uma conceitualização que permita dialetizar corretamente sobre concepções empíricas e

teóricas das situações problemas reais que eles vivenciam (Vergnaud, 1990). Dessa maneira, no processo motivado de reestruturação do conhecimento é importante que se utilize de símbolos e linguagens que permitam a ruptura e a filiação dos saberes na competição dos esquemas variáveis, de modo que haja a superação de resistências em motivos sociais, motivacionais ou afetivos, pois, as pessoas não estão interessadas na verdade imparcial, mas em encontrar e se apoiar em crenças que fazem sentido intuitivo (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Sinatra, Kienhues e Hofer (2014, p. 133, tradução livre) propõem quatro perfis de mudanças conceituais e de atitudes:

- i) *Pró-justificado*: é o perfil que representa o melhor cenário, em que o público reconhece e aceita os conhecimentos científicos, bem como as sugestões de mudança de atitudes propostas pelos cientistas e instituições que estes falam por elas;
- ii) *Pró-injustificado*: é quando o sujeito tem uma atitude favorável acerca de uma temática, mas possui um conhecimento equivocado acerca dos conhecimentos que a envolvem;
- iii) *Contra-justificado*: quando os indivíduos entendem e reconhecem os conhecimentos científicos, no entanto, tem atitudes contrárias a estes devido aos valores de crenças ou preferências por acatar discursos de grupos políticos que são favoráveis; e
- iv) *Injustificado*: onde os sujeitos têm tanto o conhecimento bem como atitudes contrárias em relação à ciência e suas recomendações.

Considerando esses quatro perfis, a pesquisa de público é de extrema importância, para que se reconheça os limites das ações de DC e PC, e que tipo de estratégias serão adotadas para favorecer a mudança conceitual para um tipo Pró-justificado, onde os sujeitos possuem esquemas conceituais únicos e significados corretos considerando os conhecimentos científicos. Além disso, nessa etapa de planejamento e reconstrução das ações educativas na divulgação científica consideramos ser imprescindível uma parceria com a educação formal e a com as mídias de informação e comunicação. Desse modo, é possível atingir não apenas o público leigo, mas também as pessoas caracterizadas como pseudocientistas, para que no jogo de formação de proposição e, posteriormente, esquemas, se construa um sujeito crítico com relação à ciência e a presença desta no cotidiano.

## 4. A MECÂNICA QUÂNTICA E O PÚBLICO: A EXTRAPOLAÇÃO DE CONCEITOS E O MISTICISMO QUÂNTICO

### 4.1. A Física no Contexto do Misticismo Quântico

Segundo Pessoa Jr (2011), a Mecânica Quântica desde o seu surgimento tem interpretações e associações para além do contexto da Física, originando um fenômeno descrito como “misticismo quântico” (Pessoa Jr 2011; De Souza Cruz, 2011; Marin, 2009).

Neste contexto, o misticismo quântico se caracteriza como um fenômeno sociocultural que entende que a Mecânica Quântica é capaz de explicar a mente e a consciência (Pessoa Jr 2011; De Souza Cruz, 2011; Marin, 2009). Além disso, esse olhar místico para a Mecânica Quântica busca, nos conceitos científicos dessa ciência, significados e valores que dê suporte ao conteúdo místico (Machado; De Souza Cruz, 2016).

Pigozzo (2021, p. 19-21), em sua pesquisa, faz uma busca por trabalhos que definem o misticismo quântico diante de alguns aspectos, onde se faz presente 14 trabalhos e podem ser divididos em três grupos segundo as definições para o misticismo quântico:

- i) Mente, subjetividade e consciência;
- ii) Aspectos religiosos, espirituais ou de filosofias orientais;
- iii) Pseudociência, paranormalidade, apropriação da ciência. Salienta-se que essas classificações,

Segundo o próprio autor, essas definições/classificações se sobrepõem e podem até gerar definições híbridas diante do escopo de cada obra.

De acordo com Marin (2009), o misticismo quântico foi iniciado por Wolfgang Pauli a partir de seu entendimento de que a consciência era o que originava a interpretação dos fenômenos ocorridos no mundo quântico, influenciado fortemente por Schopenhauer e seu misticismo oriental. Tais ideias tiveram, de início ou sempre, fortes críticas e questionamentos por cientistas da época, como Albert Einstein, Max Planck, Niels Bohr, Werner Heisenberg, entre outros (Marin, 2009), que tentavam “combater” o misticismo dentro da Física.

No entanto, no contexto da comunidade da Física atual e nas bibliografias dos cursos de graduação e pós-graduação em Física (Santos, 2012) - seja no contexto de

formação de cientistas, educadores ou divulgadores - ao analisar o caráter e a dimensão dos conceitos e definições propostos pela Física não encontramos abordagens que citam esse tipo de relação da Mecânica Quântica, no contexto de produção e ensino da ciência, para os fenômenos da mente e corpo, principalmente em escalas macroscópicas, onde estas podem ser suportadas pelas proposições da Física Clássica.

Neste contexto, considerando o surgimento da Mecânica Quântica, o misticismo quântico surgiu paralelamente a esta (Pessoa Jr, 2011; Marin, 2009) e se tornou tão popular que pode ser encontrado em diversos materiais e sites na internet (De Souza Cruz, 2011), além de ser apropriado por diversos profissionais que não são necessariamente da área da Física (Pessoa Jr, 2011). Dessa forma, considerando a popularidade do assunto, se faz necessário um olhar cuidadoso para o misticismo quântico e como a Mecânica Quântica é comunicada e divulgada na sociedade, visto a importância de que o público compreenda os benefícios e as limitações das informações científicas e, assim, apreciem as contribuições da ciência no nosso modo de vida moderno e contemporâneo, além de colaborar para uma tomada de decisões de forma crítica, fazendo jus à presença e importância em seu cotidiano (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Desse modo, voltamos nosso olhar para o contexto de produção da ciência, onde é possível distinguir as diversas visões de mundo propostas e defendidas pelos filósofos naturais – e mais tarde pelos filósofos da ciência – (Pessoa Jr, 2011; Braga; Guerra; Reis, 2000). Assim, dentro da própria MQ há diversas interpretações de uma mesma teoria e, embora cheguem aos mesmos resultados do ponto de vista operacional da Física, o fator processual para esse fim está associado a diversas perspectivas e contextos filosóficos e históricos que os Físicos estão inseridos (Pessoa Jr, 2011).

O misticismo quântico se apropria, portanto, de interpretações da Mecânica Quântica elaboradas no contexto da Física e da Filosofia, e como ele aparece para o público tem seus pilares em diferentes olhares de mundo (Pessoa Jr, 2011). Assim, segundo Pigozzo (2021), é possível dividir os trabalhos que tentam definir o misticismo quântico como favoráveis, neutros ou desfavoráveis sobre discussões, ou comparações, desse tipo de fenômeno com a ciência.

Entendemos que esses olhares sugerem uma crise de significação, onde as relações entre a teoria Quântica e a cultura necessitam de um olhar mais cuidadoso de como esses

aspectos do misticismo quântico se apresentam como ciência e adquirem validade perante a sociedade (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

Neste contexto, Pessoa Jr (2011) propõe as principais teses do misticismo quântico que podem ser encontradas com mais detalhes em seu trabalho sob o olhar de diversas formas de interpretação e aplicações desses fenômenos, utilizando os conceitos e definições da teoria quântica e, a partir disso, apresenta um típico argumento místico quântico. Esses argumentos podem colaborar para refletir sobre as estratégias de comunicação da Mecânica Quântica, aproximando o profissional de DC e PC e o cientista do público, na busca de se estabelecer uma comunicação dialógica.

#### **4.2. A Relação entre os Pesquisadores e o Misticismo Quântico**

Segundo Bucchi (2008), os cientistas não são passivos no processo de comunicar ciência para o público, de modo que se envolvem em várias atividades desse tipo, desde ações na mídia com o apoio de jornalistas, ou mesmo em materiais desenvolvidos para o público, por meio de blogs e outras redes de divulgação científica, e ainda no desenvolvimento de materiais didáticos. Contudo, Massarani *et al.* (2023) apontam diversos argumentos que condicionam a pesquisa em divulgação científica como um campo pulverizado e mencionam que muitos pesquisadores que publicam na área fazem esse tipo de estudo de forma secundária às suas outras linhas de atuação.

Apesar disso, a formação pedagógica, assim como a formação em comunicação da ciência, muitas vezes, não é contemplada nos currículos da graduação ou pós-graduação das ciências da natureza (Brownell; Price; Steinman, 2013; Bucchi, 2008). Todavia, esse tipo de preparo garante aumento significativo na capacidade comunicativa de cientistas em formação, bem como na compreensão pública da ciência por eles e na percepção de seus papéis nessa dinâmica de levar ciência ao público externo ao ambiente de desenvolvimento de sua pesquisa (Webb *et al.*, 2012).

É necessário frisar que não defendemos que a DC e PC sejam atividades secundárias dos cientistas/pesquisadores. Contudo, mesmo com pesquisadores dedicados nesta área, especificamente, é necessário que essas práticas sejam incorporadas nas etapas de produção científica desses sujeitos, seja como forma de compreensão e possível colaboração com o campo da Divulgação e Popularização da Ciência, seja para a

aproximação desse sujeito com o público leigo; público este que não tem relação direta com o espaço de trabalho do pesquisador.

Neste contexto, considerando os argumentos colocados e, retomando aos conceitos de DC e PC colocados no Capítulo 1, refletiremos sobre o cenário para a Mecânica Quântica. Isto posto, é preciso considerar dois aspectos: i) a comunicação dos conteúdos no contexto da Educação, da Divulgação e da Popularização desse campo da ciência; e ii) o discurso e a postura dos físicos quanto às práticas de comunicação do conteúdo para o público leigo.

Souza e Miranda (2022) trazem em sua pesquisa a importância e o papel da DC para a comunicação da Mecânica Quântica, logo, destacam que:

Na atualidade, todo tipo de informação circula na sociedade, inclusive por meio das redes sociais e internet, portanto, é preciso ocupar esses espaços para difundir a MQ e seus fundamentos, aceitos pela comunidade científica na contemporaneidade. Nesse sentido, os produtos da pesquisa são exemplos relevantes pois, além de apresentar alguns dos principais conceitos fundamentais, expõem o que de fato é estudado pela teoria, afastando interpretações equivocadas ou mal intencionadas. (Souza; Miranda, 2022)

Dessa forma, temos uma MQ pouco difundida e comunicada na sociedade, algo que deve ser revertido para que os conhecimentos se tornem mais acessíveis ao público, e com o devido reconhecimento dos produtos advindos da ciência, que estão presentes em suas vidas (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Apesar de alguns materiais existentes, as tentativas de transposição e recontextualização da MQ ainda se apresentam de forma escassa (Souza; Miranda, 2022; Machado; De Souza Cruz, 2016), mesmo no caso do Ensino de Física (Sousa, 2021; Rocha; Herscovitz; Moreira, 2018; Pantoja; Moreira; Herscovitz, 2011; Greca; Moreira; Herscovitz, 2001).

Isto posto, retomamos para a construção de um conteúdo a ser colocado para o público, considerando a transposição dos conceitos e fenômenos de forma apropriada (Souza; Miranda, 2022) e a adequada contextualização histórica e filosófica da MQ (Freire Júnior, 2021; Pigozzo, 2021; Machado; De Souza Cruz, 2016).

Contudo, de acordo com Freire Júnior (2021), existe por parte dos próprios físicos uma má vontade em abordar e discutir questões filosóficas relacionadas à MQ, principalmente, aquelas sobre as interpretações diversas, implicando até mesmo em quem

o faça certo comprometimento de oportunidades de trabalho e exclusão no campo profissional (Pigozzo, 2021).

Pontuamos, todavia, que discutir questões sobre a história e a filosofia das ciências, não é uma tarefa fácil e recorreremos ao trabalho de Martins (1998), que analisa o livro de Marcelo Gleiser, intitulado “A dança do universo: dos mitos de criação ao big-bang”, aponta diversos conceitos físicos equivocados, e adverte:

Há um ponto curioso, que quero ainda assinalar. Conversei com alguns colegas (físicos) que tinham lido livro de Gleiser e nenhum deles havia percebido o grande número de erros que ele contém. Pode ser que minha leitura da obra seja excessivamente crítica, mas não posso evitá-lo (trata-se do mesmo estilo crítico que inspirou o saudoso professor Pierre Lucie a escrever a série de livros Física com Martins e eu). Acredito na importância da seriedade e do rigor, não apenas na pesquisa, mas também no ensino e na divulgação científica. (Martins, 1998)

Concordamos com a consideração dessa pesquisa, uma vez que apresentações equivocadas da ciência podem gerar percepções de diversos tipos, além de uma compreensão errônea do que é de fato aquela ciência (Souza; Miranda, 2022; Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Ademais, chamamos a atenção que Marcelo Gleiser também é um físico, e isso não lhe garantiu a produção de um material de DC adequado, segundo a análise de Martins (1998), o que corrobora com os dizeres de Brownell, Price e Steinman (2013) e Webb *et al.* (2012) acerca da importância de se abordar práticas de comunicação da ciência durante a formação em pesquisa para pós-graduandos.

Dessa forma, trazemos o segundo aspecto, que diz respeito à postura do pesquisador em Física (e seu Ensino e Divulgação) frente à relação da sociedade com a MQ, que muitas vezes pode estar equivocada quanto à interpretação dos conceitos e fenômenos.

Nesse cenário, resgatamos a postura dos pesquisadores frente as atividades de DC e PC, considerando seu contexto formativo. Bucchi (2008) aponta que o modelo de Déficit propaga informações descontextualizadas e desconexas do cotidiano das pessoas em relação ao conteúdo científico, logo, uma prática comunicacional nesse formato pode promover tanto uma visão errada dos cientistas, bem como um entendimento equivocado sobre a ciência e o seu papel social, já que os discursos não estão bem colocados (Silva, 2006).

Freire Júnior (2021) evidencia que, no contexto da Mecânica Quântica, desde a década de 1950, os físicos estão distantes de debates filosóficos sobre esse tema, principalmente aqueles que discutem as implicações das diferentes possibilidades de interpretação da MQ. Desse modo, as discussões filosóficas sobre a construção da teoria Quântica, foram apropriadas pelos filósofos e seus programas de pesquisa e pós-graduação (Freire Júnior, 2021).

A formação em Física, seja na Educação Básica ou Superior, tem uma construção arraigada no positivismo (Almeida Júnior, 1979), o que permitiu um distanciamento de ciências que não fossem as exatas ou da natureza, de modo que ainda fosse construída determinada desvalorização das práticas desses conhecimentos. Segundo Villani (1984), Gaspar (2004), Diogo e Gobara (2007) e Moreira (2018), essa filosofia de atuação ainda perpetua por parte dos físicos, demonstrando ideais tecnicistas e certo discurso de autoridade que reforça a supremacia da ciência face ao público leigo (Germano; Kulesza, 2007).

No contexto do misticismo quântico, Pessoa Jr (2011, p. 295) elenca cinco diferentes posturas dos cientistas e dos educadores frente aos personagens e práticas que atuam nessa área:

- a) Grupos com tendências místicas que defendem o misticismo quântico (nas ciências naturais ou nas ciências humanas, estes em maior número), que podem estar bem fundamentados, ou não, de acordo com o nível de conhecimento que possuem, se são de áreas correlatas;
- b) Grupos em que alguns não defendem, mas respeitam; que defendem a transposição de conhecimentos para outras áreas; ou que acreditam que já tiveram experiências místicas, contudo, não defendem em público;
- c) Grupo que ignora, ridiculariza em conversas particulares, mas não critica em público;
- d) Grupos de céticos que fazem críticas às pseudociências e seus praticantes, porém, não criticam práticas religiosas; também descartam visões realistas;
- e) Grupos com atitude pluralista, que reconhece diversas interpretações da MQ, caso não sejam contraditórias ou refutáveis; ou defendem o estudo da MQ para fundamentar o misticismo, ainda que acreditem que esses temas não tenham correlação.

Pessoa Jr (2011) comenta que a atitude mais comum é ignorar ou ridicularizar, o que remonta parte do argumento de abstenção dos cientistas frente às práticas de comunicação da ciência, seja na Educação ou na Divulgação e Popularização da Ciência. Para Bucchi (2008), atitudes como as relatadas sobre o comportamento dos cientistas estão relacionadas diretamente na Comunicação Pública da Ciência, com o modelo de Déficit, em que os cientistas evitam falar com o público, além de uma prática difusionista, por considerar que os sujeitos não terão capacidades ou conhecimentos suficientes para compreender o real significado daquele tema científico, e ainda por desconhecimento da importância e da necessidade da participação popular para com esse campo.

Logo, considerando os apontamos colocados, é necessário tanto uma formação adequada para o divulgador, seja ele cientista, educador, jornalista profissional ou amador; e que, além do domínio de técnicas de comunicação, tenham também o domínio e senso crítico acerca do conteúdo que seja divulgado e popularizado. Assim, é necessário, também, um trabalho de conscientização dos cientistas sobre a importância política e social de comunicar seu trabalho de pesquisa à sociedade, uma vez que existem políticas públicas que determinam e orientam sobre esse tipo de ação.

## **5. DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

Este trabalho tem o objetivo de explorar as relações dos pesquisadores do INFIS/UFU com a Divulgação Científica de forma geral, e da Mecânica Quântica mais especificamente, no contexto da extensão universitária.

Nesse sentido, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa (Lüdke; Andre, 2015), em que foram realizadas entrevistas semiestruturadas (Poupart, 2008) com alguns tópicos norteadores, a partir de questões e hipóteses de interesse. Entendemos que o trabalho também se apresenta como um Estudo de Caso (Yin, 2005), uma vez que os personagens entrevistados deste trabalho estão inseridos no contexto das atividades do INFIS/UFU, e as ações desenvolvidas decorrentes das análises deste trabalho serão alocadas no Museu Dica, órgão do INFIS, e de acesso a todos os professores, estudantes e técnicos da unidade.

A seguir, apresentamos o contexto metodológico deste trabalho, bem como o desdobramento de cada etapa que subsidiou a construção da pesquisa e do produto educacional.

### **5.1. Contexto da Pesquisa: O Instituto de Física da UFU**

O Departamento de Ciências Físicas foi criado em junho de 1981, e este era responsável pela oferta de disciplinas básicas de Física para os cursos de Engenharias, Matemática, Química, Agronomia, Biologia, Mestrados em Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica. O departamento era formado por três áreas distintas: Física, Engenharia de Materiais e Resistência dos Materiais, e possuía 27 docentes, dos quais 15 eram da área da Física; o nome do Departamento perdurou até o ano 2000. Logo mais, entre anos de 2000 e 2005 chamou-se Faculdade de Física, e a partir de 2005 até atualmente, se consolidou com o nome de Instituto de Física.

O Instituto de Física possui, hoje, três cursos de graduação: Física – Licenciatura, Física – Bacharelado (antigo curso de Física de Materiais) e Física Médica – Bacharelado, criados em 1995, 2005 e 2009, respectivamente. Em 2002, iniciou-se o programa de pós-graduação em Física, com o curso de Mestrado, já o curso de Doutorado em Física começou somente em 2008. Em 2013, foi criado o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, administrado em um consórcio entre o próprio INFIS

e outras unidades acadêmicas da UFU, como: Instituto de Química, Faculdade de Matemática e o Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal.

O Instituto de Física possui 13 laboratórios, grupos, núcleos e órgãos coordenados pelos professores e com participação efetiva de outros professores, estudantes de graduação e pós-graduação. Atualmente, o INFIS possui 51 professores efetivos, os quais três estão no campus Patos de Minas, e dois no campus Monte Carmelo; os demais se encontram nos campi de Uberlândia, mais especificamente no campus Santa Mônica. Esses professores atuam nas áreas de Física da Matéria Condensada, Física das Radiações Ionizantes, Ensino de Física e Divulgação e Comunicação da Ciência.

Ainda, neste contexto, o INFIS possui diversas ações de ensino, pesquisa e extensão, as quais estas são realizadas e coordenadas por docentes e técnicos da unidade acadêmica, pelos estudantes de graduação e pós-graduação, bem como podem ser consultadas, caso registradas no Sistema de Informação de Extensão (Siex<sup>2</sup>) da UFU. Nesse sentido, as ações podem ser programas, projetos, eventos, prestação de serviços, entre outros.

No cenário do INFIS/UFU, considerando as últimas políticas para as ações de extensão, a unidade possui uma Coordenação de Extensão (COEXT/INFIS/UFU) que regula as atribuições desse tipo, e um órgão complementar, o Museu Dica, que dentre as várias atividades de ensino e pesquisa, também atua como órgão de extensão, uma vez que dispõe de interação e atividade com o público externo à UFU. Isto posto, destacamos que o Museu Dica realizou um levantamento e avaliação técnica das ações de extensão encontradas no Siex, no período de 2009 a 2021 (Barros, 2021, p. 29), e neste relatório é possível ter um panorama de todas as ações do Infis que foram realizadas e devidamente registradas do sistema de ações de extensão.

Ainda, no mesmo contexto, o INFIS/UFU realiza a Semana da Física, que é uma ação de extensão criada em 2003, e que inicialmente se chamava Mostra da Pós-Graduação, porém, em 2005 passou a incluir estudantes de graduação e com o nome atual; contudo o evento só foi realizado regularmente e com o formato atual a partir do ano de 2010.

---

<sup>2</sup> <https://www.siex.proexc.ufu.br/buscarExterno>

Dessa forma, o INFIS/UFU possui duas ações de extensão voltadas especificamente para meninas e mulheres, sendo uma o Programa “Meninas da Física”<sup>3</sup>, criado em 2017, que oferta diversas atividades e em sua maioria voltadas para a Divulgação Científica e o Ensino de Física com participação de mulheres; a outra é o Projeto “Tem Menina do Circuito”, que iniciou em 2014 na Universidade Federal do Rio de Janeiro, e na UFU em 2019, por intermédio de professores do INFIS/UFU em Uberlândia e em Monte Carmelo.<sup>4</sup> Uma terceira ação criada em 2023, com foco em extensão, possui o registro como Programa “Astronomia na UFU”.

Já em 2019 foram aprovados dois projetos do Programa de Educação Tutorial (PET) para os cursos de Física – Licenciatura<sup>5</sup> e Física Médica – Bacharelado<sup>6</sup>, que realizam diversas ações de extensão, como (mini)cursos, mostras, cine debates, entre outras, seja singularmente ou em parceria com outros órgãos e ações do próprio INFIS e da UFU.

Considerando as ações direcionadas especificamente à estudantes de graduação de licenciaturas, o INFIS ainda conta com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid)<sup>7</sup> e Programa de Residência Pedagógica (PRP)<sup>8</sup> que, além das práticas voltadas ao ensino e à vivência escola, realizam atividades de cunho extensionista e de divulgação científica com as escolas da educação básica.

### **5.1.1. O Museu Diversão com Ciência e Arte**

O Museu Diversão com Ciência e Arte (Dica), enquanto órgão complementar do INFIS/UFU, possui um espaço de exposições no Parque Municipal Gávea, em Uberlândia-MG em que busca criar condições para a discussão de temas relacionados à Física, Química e Educação Ambiental. Além disso, esse museu é responsável pela organização de outras ações que buscam aproximar a relação da ciência com o público e colaborar para a promoção da cultura científica em Uberlândia e região (DICA, 2023).

---

<sup>3</sup> <https://linktr.ee/meninasdafisica>

<sup>4</sup> <https://temmeninacircuito.wordpress.com/tem-menina-no-circuito-minas-gerais/>

<sup>5</sup> <https://petfisicaufu.wordpress.com/o-pet/>

<sup>6</sup> <https://petfiscamedica.wixsite.com/petfismed>

<sup>7</sup> <http://www.prograd.ufu.br/servicos/programa-institucional-de-bolsa-de-iniciacao-docencia-pibid>

<sup>8</sup> <http://www.prograd.ufu.br/servicos/programa-de-residencia-pedagogica>

Dessa maneira, O Museu Dica trabalha para que a relação entre a sociedade e o conhecimento científico seja mais próxima, através da realização de diversas ações interativas de ciência, tecnologia e arte (Viladot; Stengler; Fernández, 2016; Mintz, 2005).

Nessa perspectiva, destacamos o papel do museu na realização de ações para a aproximação entre ciência e sociedade, para além das exposições, apoiados em dois princípios estabelecidos pelo código de ética do *International Council of Museums* (ICOM, 2009):

- i) O princípio quatro (iv), que reforça a ideia de que é necessário criar condições para que a comunidade se aproxime do museu, ampliando seu público e apresentando seus objetivos, que, no caso de um museu de ciências, relaciona-se com a promoção da cultura científica;
- ii) O princípio cinco (v), que estabelece o papel extensionista do museu, para além de suas exposições, como os eventos de PC, sem esquecer que “Estes serviços devem ser realizados de forma a não comprometer a missão do museu” (ICOM, 2009), como estabelecido por esse mesmo princípio.

A equipe do Museu Dica faz parte da comissão Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) em Uberlândia, em parceria com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) e o Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberlândia; em que foi responsável pela coordenação nos anos de 2009 a 2022. Faz parte do Sistema de Museus da UFU (SIMU/PROEXC/UFU) e conta com diversos parceiros em Uberlândia e região.

No contexto de existência do museu, enquanto órgão complementar e à disposição do INFIS/UFU (assim como de seus docentes, técnicos administrativos em educação, estudantes de graduação e de pós-graduação), para a realização de atividades de DC e PC, a fim de fortalecer o eixo da Extensão Universitária, que é papel da unidade acadêmica vinculada, destacamos a missão do Museu Dica de:

Ser um espaço de democratização e divulgação do conhecimento científico, de forma dialógica, envolvente e divertida; estimulando o desejo pela ciência, o desenvolvimento de pensamento crítico e a reciprocidade de saberes (entre acadêmico e popular e entre diversas áreas), por meio da organização de ações expositivas, educativas e culturais e da promoção de intercâmbio com instituições pares. (DICA, 2023)

E seus objetivos estratégicos, em especial, os que foram destacados abaixo:

**1. Fortalecer o reconhecimento/valorização do Museu Dica no INFIS.**

2. Garantir uma coordenação permanente para o setor educativo.
3. Garantir o aumento da equipe mínima de bolsistas e monitoras/es (de 4 para 6).

**4. Tornar-se um parceiro atraente para divulgação e desenvolvimento de projetos de investigação junto ao INFIS.**

5. Garantir uma programação diversificada e criativa de ações educativas e culturais.
  6. Promover o desenvolvimento e realização de ações expositivas, educativas e culturais em parceria com os museus do SIMU.
  7. Alcançar uma rubrica exclusiva para o Museu DICA no planejamento orçamentário anual da UFU.
  8. Estreitar vínculos com pesquisadoras/es de outras unidades acadêmicas da UFU.
  9. Estreitar relação com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU).
  10. Fortalecer a identidade institucional do Museu Dica e da UFU no Parque Municipal Gávea.
  11. Criar vínculos com comunidades do entorno do Parque Municipal Gávea.
  12. Estreitar vínculos com professoras/es da educação básica.
  13. Fortalecer a imagem institucional do Museu Dica na cidade de Uberlândia.
  14. Promover o desenvolvimento e realização de ações expositivas, educativas e culturais em parceria com instituições pares (centros e museus de ciências).
- 15. Prospectar novas fontes de recursos.**
16. Implantar o projeto de requalificação Praça de Ciências - Museu DICA.
  17. Implantar um projeto e programa permanente de Acessibilidade Comunicacional e Educação Inclusiva.
  18. Estruturar parcerias de cooperação técnica com museus do SIMU; órgãos e unidades acadêmicas da UFU; instituições pares. (DICA, 2023, p. 24, Grifos nossos)

**5.1.1.1. O Produto Educacional: Contribuições do Museu Dica**

Conforme indicativo da área de Ensino da CAPES (área 46):

Produtos educacionais podem ser categorizados segundo os campos da Plataforma Sucupira como: [...] artigos em revistas técnicas ou de divulgação [...] páginas de internet e blogs [...] cursos de curta duração e atividades de extensão [...] exposições diversas [...] atividades de divulgação científica e outras [...] produtos de comunicação e divulgação científica e cultural (artigo em jornal ou revista, programa de rádio ou TV. (BRASIL, 2019, p. 10)

Desse modo, considerando as possibilidades de produtos educacionais, consonante com os profissionais da área que podem cursar esse tipo de pós-graduação strictu sensu, assim como o público-alvo dos produtos:

Para os cursos de Mestrado e Doutorado Profissional, destaca-se a produção técnica/tecnológica na Área de Ensino, entendida como produtos e processos educacionais que possam ser utilizados por professores e outros profissionais envolvidos com o ensino em espaços formais e não formais. (BRASIL, 2019, p.10)

Neste contexto, segundo Bomfim, Vieira e Deccache-Maia (2018) uma das missões dos mestrados profissionais é desenvolver trabalhos que contribuam com as expectativas regionais e os objetivos de seus Projetos Político Pedagógicos; apesar de todas as fragilidades e lacunas que ainda se encontram nesse tipo de curso de formação, principalmente, àquelas relacionadas à melhora de números e com uma visão frágil de educação. Desse modo, considerando RESOLUÇÃO SEI Nº 14/2018, DO CONSELHO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO que “Dispõe sobre o novo Regulamento do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, com inserção do anexo único (grade curricular).”, em seu Art. 2º (UFU, 2018, p. 2) é dito que um dos objetos do programa é contribuir com “a inserção da educação científica e tecnológica nos espaços da educação formal e não formal” e ainda sobre os trabalhos de conclusão de curso, CAPÍTULO XI (UFU, 2018, p. 10), que essas práticas possam contribuir para uma prática educacional transformadora, inclusive em espaços não formais de ensino.

Considerando os espaços não formais na área de ciências da natureza, estes têm uma relação muito próxima com a popularização/divulgação/comunicação pública da ciência (Moreira; Massarani, 2002). Dessa maneira, os museus de ciências têm o conteúdo científico como seu patrimônio (Van Praët, 2004) e as ações que são desenvolvidas nesses espaços buscam agregar ao público-alvo conscientização e reconhecimento do valor da ciência na sociedade, desde quando foi instituída como campo de trabalho.

Outro campo de estudo e prática que os museus de ciência atuam, é o da extensão universitária, quando lotados em instituições de ensino superior e que possuem os fundamentos de suas ações na tríade ensino-pesquisa-extensão. Desse modo, a Extensão Universitária é um campo de pesquisas e práticas no âmbito da interação do conteúdo acadêmico, com o público externo. Assim, se faz necessário um alinhamento de expectativas e ações, em que o museu busque em suas atividades elementos de cada campo de estudo, para o desenvolvimento de suas ações.

Neste contexto, o material apresentado no Apêndice 2, busca, além de agregar características relacionadas ao campo de ação dos museus de ciências universitários,

contribuir com a construção de material educacional no âmbito dos espaços não formais para a Extensão Universitária, a DC e a PC. Ademais, as características importantes que conduziram a elaboração do material serão discorridas ao longo deste trabalho.

## 5.2. Participantes da Pesquisa

Para o convite aos professores do INFIS/UFU (Yin, 2005) para a participação na pesquisa tivemos o apoio do Programa de Pós-graduação em Física (PPGFIS) que colaborou com os e-mails dos estudantes e diálogo com os professores, assim como na possibilidade de que o autor da pesquisa participasse da disciplina de Mecânica Quântica I, no PPGFIS (Lüdke; Andre, 2015). A participação nessa disciplina possibilitou maior contato com os estudantes dentro do contexto da Mecânica Quântica no curso de pós-graduação em Física. Além disso, colaborou para favorecer alguma adesão, visto que a maioria dos participantes foram colegas da própria disciplina cursada.

Dessa maneira, foi realizado o envio de convite para participação na pesquisa para 33 discentes de Pós-graduação em Física (mestrado e doutorado) e para 51 professores do INFIS/UFU (não foram desconsiderados os professores substitutos). Destes, nove são professores e sete são estudantes (sendo, três de mestrado e quatro de doutorado) aceitaram o convite para a participação na pesquisa.

Entre os que não participaram existem três contextos especiais: uma pesquisadora é orientadora deste trabalho; dois pesquisadores entraram em contato com a equipe dizendo que não se sentiam confortáveis em falar sobre o assunto (Mecânica Quântica e/ou Divulgação Científica); e os demais não responderam. Os perfis dos pesquisadores que participaram da pesquisa estão organizados nas tabelas a seguir. Para preservar o anonimato comprometido com o Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE: 39005120.0.0000.5152) ao longo das análises e discussões, identificamos os participantes desta pesquisa, divididos em dois grupos, sendo um de docentes do Instituto de Física da UFU (tabela 1) e o outro de discentes do programa de Pós-Graduação em física da UFU (tabela 2).

*Tabela 1 Lista dos Docentes Pesquisadores do INFIS/UFU que participaram da pesquisa*

<b>Docentes</b>	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PQ5	PQ6	PQ7	PQ8	PQ9
<b>Idade (anos)</b>	45	44	39	38	55	43	58	50	46

*Tabela 2 Lista dos Estudantes de Pós-Graduação em Física do INFIS/UFU que participaram da pesquisa*

<b>Discentes</b>	EM1	EM2	EM3	ED1	ED2	ED3	ED4
<b>Nível de formação (cursando)</b>	Mestrado	Mestrado	Mestrado	Doutorado	Doutorado	Doutorado	Doutorado
<b>Idade (anos)</b>	24	27	27	26	27	29	28

As identificações são compostas por duas letras, que indicam o nível de formação e atuação profissional de cada um (PQ – Docente Pesquisador; EM – Estudante de Mestrado; ED – Estudante de Doutorado), seguido por um número qualquer, porém que se limitasse ao número de participantes daquele nível. Dessa forma, é importante ressaltarmos que alguns dados não serão associados diretamente ao seu portador, pois, é possível que devido à especificidade da informação seja possível a identificação do candidato.

Logo, optamos que dados de cunho social ou como: “tempo de docência/atuação profissional”, “local onde cursou graduação”, “local onde cursou pós-graduação” (exceto os pós-graduandos da UFU contemporâneos à pesquisa), “área/linha de pesquisa da Física em que atua”, serão dados expressos para caracterização do espaço amostral da pesquisa, porém, sem associação com qualquer um deles, ou com seus respectivos códigos que criamos para identificá-los.

A seguir, apresentaremos alguns dados, a fim de registrar o contexto social do INFIS/UFU, assim como da construção do corpo discente e docente (origens, cenário de formação, atuação profissional), que se dispôs a participar da pesquisa, e contemporâneo a esta.

Nessa linha, dos 16 participantes da pesquisa, nos orientando por critérios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>9</sup> para etnia/cor/raça, um professor

<sup>9</sup> <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63405.pdf>

se identificou como amarelo, e dois estudantes (um do mestrado e um do doutorado) como pardos; todos se identificaram como cisgênero e orientação heterossexual. Ainda sobre o gênero, dos professores entrevistados, dois são do gênero feminino e sete do gênero masculino, já no contexto dos estudantes de pós-graduação, apenas um dos estudantes de mestrado pertencia ao gênero feminino, os demais (seis), tanto do mestrado como do doutorado, pertenciam ao gênero masculino.

Em vista disso, todos os tratamentos, ao longo das discussões, serão realizados em um só gênero e utilizado a neutralidade das palavras quando cabível. Ademais, é necessário frisar que a escolha pelo gênero masculino como “neutro”, advém da maioria da composição de gênero dos participantes e, longe de expressar vanglória para tal hegemonia, mas sim chamar a atenção para a realidade de cursos de Física e sua composição de pessoal.

### **5.3. Instrumentos de Coleta e Construção de Dados**

Para a construção dos dados deste trabalho foram realizadas entrevistas semiestruturadas (APÊNDICE 1), no período de março de 2021 a maio de 2021. As entrevistas foram realizadas pelas plataformas de reunião Skype Meet e Google Meet e gravadas em áudio e/ou em vídeo, conforme a disponibilidade de participante. No entanto, com um dos participantes que estava com dificuldades de acesso à internet, foi realizada pessoalmente e a gravação ocorreu pelo programa “Gravador de Voz”<sup>10</sup>, do desenvolvedor *quality apps*. Reforçamos que, uma vez que a entrevista foi realizada durante o período da pandemia de Covid-19, foram observadas as normas de segurança, sendo realizada em local aberto, com uso de máscara e mantendo a distância adequada.

### **5.4. Metodologia de Análise dos Dados**

A análise dos dados foi realizada utilizando alguns princípios da técnica Análise de Conteúdo de Bardin (2011), que nos permite, a partir de uma leitura flutuante, organizar os dados a partir de teorias *a priori* (Bardin, 2011; Yin, 2005); todavia, não seguimos a rigor o desenvolvimento da técnica, o que nos permitiu uma ferramenta de análise que fosse mais adequada à metodologia e ao contexto da pesquisa. Dessa maneira,

---

10

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.media.bestrecorder.audiorecorder&pcampaignid=web\\_share](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.media.bestrecorder.audiorecorder&pcampaignid=web_share)

a partir da unitarização das falas dos participantes da entrevista (Poupart, 2008), separar o conteúdo da leitura flutuante em unidades de registros, amparadas em unidades de contexto. Assim, uma vez que as unidades de análise (registro e contexto) foram criadas, foi possível agrupá-las e categorizá-las segundo a proximidade e o distanciamento de seus significados descritos (Lüdke; Andre, 2015), e gerar teorias *a posteriori* embasadas nas categorias reveladas, como etapa de interpretação dos dados para então ancorá-los ao referencial teórico (Bardin, 2011; Yin, 2005).

Neste contexto, para a organização dos dados foi realizada a audição de cada gravação, como parte da leitura flutuante; a unitarização que foi caracterizada pelos intervalos de tempo das falas em cada entrevista (por exemplo: uma unidade de registro compreendia entre 00h10min15s e 00h11min26s), então, os intervalos de tempo após identificados foram agrupados e categorizados conforme seus contextos (Bardin, 2011). Dessa forma, foram feitas as transcrições dos traços relevantes, à medida que foram identificados os trechos em que os participantes responderam ou mencionaram aspectos relacionados aos itens de interesse (Lüdke; Andre, 2015; Yin, 2005).

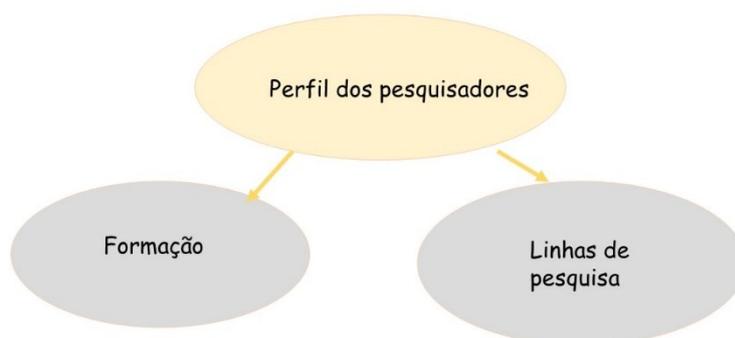
Para organizar as análises, os capítulos abaixo representam nossa categorização *a priori* dos dados, a partir dos tópicos da entrevista (Apêndice A):

- a) PERFIL DOS PESQUISADORES;
- b) RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM O FAZER DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA;
- c) RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM APROPRIAÇÕES INDEVIDAS DA MECÂNICA QUÂNTICA (O MISTICISMO QUÂNTICO).

Posteriormente, considerando cada tema de discussão com os entrevistados, surgiram categorias de análise que serão sustentadas por suas respectivas unidades (de análise e de contexto) e pelo referencial teórico construído, a fim de gerar a discussão da investigação realizada.

## 6. PERFIL DOS PESQUISADORES

As informações disponíveis neste capítulo, relacionadas ao perfil dos pesquisadores participantes dessa pesquisa, são organizadas em duas categorias (Figura 4) e trazem aspectos importantes das formações e atuações, bem como nos permitem ter um panorama sobre esses pesquisadores.



*Figura 4 O perfil dos pesquisadores discutido nesse capítulo se organiza em duas categorias: Formação e Linhas de Pesquisa.*

Acreditamos que esse panorama pode contribuir para nossas reflexões acerca de suas percepções em relação à divulgação científica no contexto da extensão universitária, bem como o ensino e divulgação da Mecânica Quântica.

Não abordaremos, em algumas subcategorias, a relação do dado com o pesquisador; visto que algumas informações estão carregadas de especificidades, e sua identificação, mesmo com os códigos preparados para os participantes da pesquisa elencados neste trabalho, pode favorecer a quebra de anonimato e possível prejuízo à pesquisa no Comitê de Ética que aprovou o projeto (CAAE: 39005120.0.0000.5152).

### 6.1. Linhas de Pesquisa

Nesta seção traremos uma visão geral sobre as áreas de atuação dos docentes participantes da pesquisa, enquanto pesquisadores do INFIS/UFU, bem como as linhas das pesquisas desenvolvidas pelos discentes de Pós-Graduação participantes. Assim, a partir das falas sobre os trabalhos em andamento nas entrevistas, organizamos três categorias para organizar essas áreas de atuação: (i) Educação/Ensino de Física / Física

Médica; (ii) Física Estatística e Métodos Matemáticos / Sistemas Fortemente Correlacionados; e (iii) Estrutura Eletrônica e Simulações Computacionais / Óptica/Fotônica / Informação Quântica, como apresentado na tabela 3.

Destacamos que Educação/Ensino de Física e Física Médica estão agrupadas em uma única categoria não pela relação de aproximação entre as duas áreas, mas pelo distanciamento das outras no contexto das pós-graduações do INFIS/UFU, uma vez que essas duas linhas estão fora do Programa de Pós-Graduação em Física, por motivos desconhecidos e que exigiriam análise adequada no documento orientador de APCN e de avaliação de área na Capes, entre outros relacionados. Em uma consulta aos documentos que orientam os programas de pós-graduação da área de Física/Astronomia<sup>11</sup> e que conduzem a avaliação quadrienal destes, é notado o discurso da interdisciplinaridade e o apoio ao desenvolvimento de linhas de pesquisa que corroboram com os conteúdos de Física, bem como fortalecimento de uma estrutura nesse sentido, como: espaço físico, laboratórios multimeios, pesquisadores qualificados e produtivos e o destino dos egressos. Desse modo, nos documentos de avaliação constam programas que desenvolvem atividades de pesquisa na área de Ensino, História e Divulgação da Física (a exemplo do Programa de Pós-Graduação em Física, do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo<sup>12</sup>). E, ainda, o Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Ensino de Física (SBF), que consta na Área de Avaliação “Física/Astronomia”<sup>13</sup> na Plataforma Sucupira, da Capes.

Tabela 3: Quantidades de participantes por Temática/Linha de Pesquisa

Educação/Ensino de Física / Física Médica	Física Estatística e Métodos Matemáticos / Sistemas Fortemente Correlacionados	Estrutura Eletrônica e Simulações Computacionais / Óptica/Fotônica / Informação Quântica
---	--	--

<sup>11</sup> <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/colegio-de-ciencias-exatas-tecnologicas-e-multidisciplinar/ciencias-exatas-e-da-terra/astrofisica>

<sup>12</sup> [https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/grupo-de-fisica-teorica-fci/?rowid\\_grupo=28](https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/grupo-de-fisica-teorica-fci/?rowid_grupo=28)

<sup>13</sup>

[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewPrograma.jsf?popup=true&cd\\_programa=33283010001P5](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewPrograma.jsf?popup=true&cd_programa=33283010001P5)

3	7	6
---	---	---

Todos os participantes falaram sobre suas pesquisas e a relação com a MQ, bem como impactos e aplicações, destacando considerar ser esse um assunto de extrema relevância para a comunicação/divulgação com a comunidade. Como exemplo desses relatos, destacamos três falas:

*“A teoria de matrizes aleatórias é **relacionada** com Mecânica Quântica porque a primeira grande **utilização** dela foi pelo físico Eugene Wigner que foi para estudar núcleos atômicos e de certa forma podemos pensar que foi uma **utilização aplicada** para Mecânica Quântica.”* (Participante1<sup>14</sup>, Grifos nossos)

*“**sempre pensando em materiais** semicondutores e dispositivos spintrônicos e computação quântica, dispositivos semicondutores para **produção de tecnologia** e segue na mesma linha, usando ferramentas, técnicas e **abordagens e motivações diferentes**, materiais diferentes, abordagens diferentes, **mas os fundamentos são os mesmos.**”* (Participante2<sup>15</sup>, Grifos nossos)

*“Sou um físico teórico, o que faço hoje é diferente que fiz no mestrado e doutorado, poderia chamar de física-matemática o que fiz no mestrado e doutorado, a **motivação** que estava por trás quando estava no mestrado e doutorado era **estudar modelos e fazer a Mecânica Estatística, descrever a Física de baixa energia desses modelos** e que esses modelos são a hamiltonianas quânticas e, para entender ele, **a gente tem que assumir que está valendo a Mecânica Quântica.**”* (Participante3<sup>16</sup>, Grifos nossos)

A questão sobre o desenvolvimento de pesquisa, em qualquer que fosse a etapa da formação, foi colocada para todos os participantes, e todos eles responderam com êxito como é o desenvolvimento de seus trabalhos. Acima, escolhemos trechos que melhor articulam e exemplificam o que constatamos; dessa forma grifamos, em cada fala, os trechos que representam um consenso sobre do que se trata a pesquisa, que tipo de aplicação ela possibilita, e quais elementos epistemológicos essas atividades apresentam como forma de se aproximar da Mecânica Quântica.

Neste cenário, chamamos a atenção para os discursos que relacionam a MQ com cada pesquisa desenvolvida, demonstrando que as ações de trabalho em seu fazer ciência carrega princípios, fenomenologia e a interpretação proveniente da MQ. De fato, o interesse na MQ foi intenso, com a possibilidade de uma nossa forma de enxergar os

---

<sup>14</sup> Identificação não revelada para preservar o anonimato.

<sup>15</sup> Identificação não revelada para preservar o anonimato.

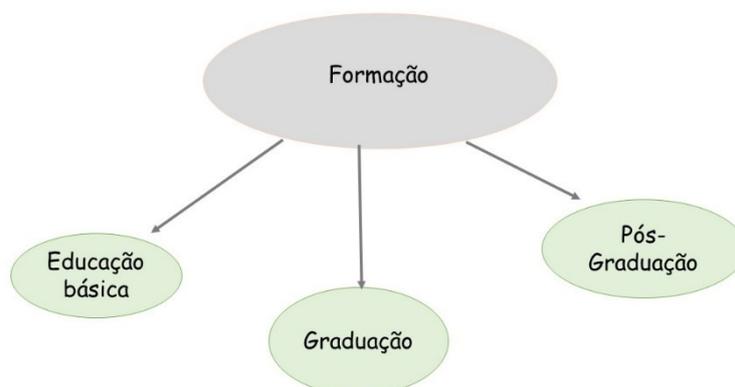
<sup>16</sup> Identificação não revelada para preservar o anonimato.

fenômenos da natureza e possibilitou muitos avanços científicos que contribuíram para o desenvolvimento tecnológico das gerações que vivem desde o século XX (Freire Júnior, 2021). Esse argumento pode ser respaldado enquanto contemporâneo, considerando que o nosso público-alvo (em formação ou já consolidado) trabalha com questões de pesquisa e desenvolvimento que devam ser inéditas (exceto para o contexto dos mestrados, contudo, muitos conseguem tangenciar essa característica).

Nesse sentido, acreditamos que esse panorama de atuação evidencia a relevância das falas desses pesquisadores nos capítulos seguintes, acerca da divulgação científica e da relação do público com essa ciência.

## 6.2. Formação dos Pesquisadores

Organizamos nossas discussões sobre as formações dos pesquisadores participantes considerando os três diferentes níveis de ensino: educação básica; graduação e pós-graduação (Figura 5).



*Figura 5. Esquema da organização das discussões acerca da formação profissional dos pesquisadores.*

A formação profissional dos pesquisadores entrevistados abrange contextos amplos e múltiplos, mesmo entre os estudantes de pós-graduação. Esses contextos se diferenciam ou se aproximam uns dos outros, e ainda corroboram com questões recentes colocadas pelas pesquisas em Ensino de Física, ao nível básico ou superior, no que diz respeito à formação de professores e aos documentos norteadores curriculares da região que cada um se formou.

### 6.2.1. Educação Básica – A Física no Ensino Médio

No contexto da educação básica, dos 16 entrevistados, apenas um docente frequentou o ensino médio em instituição particular. Nesse sentido, ao menos no INFIS/UFU, fica evidente a prevalência de egressos de escolas públicas na área de pesquisa em Física.

Em relação aos métodos e conteúdos estudados ao nível médio, a maioria dos pesquisadores relatou ter estudado apenas Física Clássica, sem ter qualquer contato com a Física Moderna antes da graduação, salvo os casos de pesquisadores mais jovens ou que concluíram o ensino médio em outro país. Nesse contexto, apenas um dos docentes e dois pós-graduandos tiveram contato com Física Moderna na Educação Básica, sendo que os três foram estudantes da escola pública. Desses, apenas o docente mencionou especificamente a Mecânica Quântica. Nesse sentido, considerando o contexto do Ensino Médio, 14 entrevistados mostraram entendimento insuficiente do que seria a Física enquanto finalizavam esta etapa da formação, e dois participantes mencionaram que não tinham noção do que seria esse campo do conhecimento, antes de entrar na graduação:

*“Cursei o Ensino Médio numa escola dita de elite [...] era uma escola extremamente tradicional e antiquada, e apesar de ser uma escola de elite, o que era ministrado eram conteúdos de Física para Engenharia, com carrinhos com vento, eletricidade, resistores e coisas do tipo, um conteúdo mais para Engenharia do que Física. Fora que não tive Física Moderna, ou nenhum conteúdo de Física interessante. [...] nesse tempo dois amigos passaram para Física, um na U\*\*\*<sup>17</sup> e outro na U\*\*\*<sup>18</sup>, e já estavam fazendo primeiro ano de Física, aí quando recuperei o contato percebi que tinha coisas mais interessantes que Física para fazer no curso.” PQ3*

*“Gostava mais de matemática, porque conseguia fazer as contas e não era bom em Física, apesar de gostar de ciência de modo geral. Ao escolher o curso de graduação, optei por licenciatura em Física, pois achei que seria mais fácil conseguir emprego como professor [...]” ED1*

Desse modo, as possibilidades de interação com outros conteúdos são desejadas para a Física e seu ensino, todavia, acreditamos que isso não deve distorcer o que é a Física e o que ela estuda, bem como o papel da matemática e suas relações com outras ciências no campo de aplicações. Neste contexto, outras considerações sobre a Educação Básica foram observadas nas falas dos pesquisadores:

*“Havia apenas um professor de Física na cidade e a experiência foi ruim. Passei os 3 anos [do Ensino Médio] estudando escalas termométricas. Apesar da pouca experiência com a Física, gostei da matéria, pois gostava muito de*

---

<sup>17</sup> Nome omitido para anonimato.

<sup>18</sup> Nome omitido para anonimato.

*matemática. [...] não vi nada de Mecânica, nem Clássica, e não foi isso que me motivou a fazer Física.” PQ1*

*“No ensino médio, não vi Física Moderna, apenas Clássica, pois não deu tempo, e os problemas eram muito simples e não eram trabalhadas as grandezas físicas, apenas os módulos e a manipulação das equações com os valores fornecidos pelo professor. Achei o contato com a Física muito estranho, porque os professores pareciam despreparados, e os alunos não tinham interesse.” ED2*

*“No Ensino Médio, tive uma Física sem experimentos, por desinteresse do professor, não sei, e pela escola não possuir um laboratório. O professor trabalhou conceitos e não muito a matemática, e o meu interesse de fazer Física, foi por causa do interesse por questões de Astronomia.” EM2*

*“A Física básica foi péssima, os professores eram fracos, ensinavam conceitos errados, foi bastante desapontador [...].” PQ7*

Na fala dos participantes, encontramos críticas à atuação dos seus professores na educação básica, tanto na forma de ensinar, considerando que o ensino da Física foi muito insuficiente (como relatado pelos pesquisadores PQ3, PQ1, ED2, EM2) ou até mesmo em termos de conteúdo, relatando episódios em que foram ensinados conceitos errados (de acordo com PQ7). Desse modo, esses pesquisadores evidenciaram problemas na formação inicial e continuada de professores, bem como no comprometimento com sua atuação profissional.

Além disso, alguns deles disseram ter tido, nesse nível de ensino, pouco ou nenhum contato com materiais de DC (que serão melhor tratados no capítulo específico para essa temática), feiras de ciências, o que pode dificultar ainda mais uma percepção ampla e crítica sobre essa ciência, para além das fórmulas e contas exigidas nas aulas.

#### **6.2.1.1. Algumas Reflexões sobre o Ensino de Física em Nível Médio**

Assim, para nos apoiar nas reflexões advindas dessas e outras falas, consideramos importante evidenciar questões que definiram o formato do ensino de Física na educação básica. As disciplinas escolares acompanhavam os ideais de valorização científica decorrentes da industrialização; e na constituição de 1891, que determinava o ensino laico nos estabelecimentos públicos (Diogo; Gobara, 2007), sendo estes ideais fortemente inspirados no modelo positivista de Auguste Comte (Almeida Júnior, 1979). Esse formato foi instituído por Benjamin Constant Botelho de Magalhães, ministro da instrução, no decreto n.º 891, de 8 de novembro de 1890, que visava romper com o perfil de ensino humanista (herdado dos jesuítas e que priorizava o ensino das ciências humanas), incluir as disciplinas científicas, e potencializar a fragmentação dos saberes (Faria; Carneiro, 2020).

O currículo escolar estabelecido nesse momento apresentou-se bastante extenso e, no tocante ao ensino de Física, as aulas se resumiam a noções gerais, além de exigirem elevada capacidade de cálculo e de abstração (Faria; Carneiro, 2020; Almeida Júnior, 1979). Vale ressaltar que o surgimento da Física Moderna, no início do século XX, trouxe perspectivas diferentes da Física (Pessoa Jr, 2011) e a transposição desses conteúdos no modelo curricular vigente apresentou e apresenta muitas dificuldades (Costa; Barros, 2015; Villani, 1984).

Neste contexto, segundo Villani (1984), Gaspar (2004), Diogo e Gobara (2007) e Moreira (2018), ainda que novos documentos norteadores (LDB, PCNEM, PNC+, etc.) e vieses (CTS, interdisciplinaridade, transversalidade, etc.), eclodissem ao final do século XX e início do XXI, a perspectiva tecnicista de currículo ainda seguiu resistente nas práticas docentes, seja no ensino básico ou superior. Essa questão é ainda bastante relevante em estudos da área de ensino de Física (Moreira, 2021; Faria; Carneiro, 2020; Moreira, 2018; Rosa; Rosa, 2012; Diogo; Gobara, 2007), e são temas contemporâneos e ainda muito explorados, seja para a formação inicial e continuada de professores ou na aprendizagem contextualizada por parte dos estudantes.

Assim, ainda que neste trabalho não trataremos de questões curriculares, percebemos nas falas dos pesquisadores que a falta de conteúdos da Física Moderna e o modelo de ensino tecnicista podem contribuir para que os estudantes do Ensino Médio tenham uma visão distorcida da Física, o que para Vergnaud (2007; 1990) se relaciona com a formação de esquemas errôneos privilegiados em detrimento de esquemas corretos, ressaltando que esses pesquisadores mencionaram que a escolha pelo curso não tem relação com o que aprenderam no Ensino Médio, apesar de manter ligação com outros aspectos de suas vivências.

Nesse sentido, fica um questionamento importante sobre a formação de pesquisadores na área de Física. Quais os motivos que fizeram com que esses pesquisadores fizessem a graduação na área? E, não menos importante, o que aconteceu no processo de formação que fez com que eles seguissem para o caminho da pesquisa, levando-os para a pós-graduação?

Os motivos que levaram os entrevistados a cursar Física, são diversos: identificação com a área, gosto pela matemática (resultante do tipo de ensino que tiveram); contato com materiais de DC (como livros, programas de televisão e

participação em feiras de ciências), escolhas pessoais, etc. Já sobre as escolhas na pós-graduação não foram mencionadas.

Dessa forma, o percurso no Ensino Médio, releva muito sobre o tipo de ensino que tiveram, quando usam argumentos de que não compreendiam bem o que seria a Física, ou quando realizaram críticas sobre a didática do professor, corroborando com questões sobre o Ensino de Física quando dito sobre a superficialidade da discussão conceitual e a presença forte da matemática (Freire Júnior, 2021; Moreira, 2021; Faria; Carneiro, 2020; Moreira, 2018; Rosa; Rosa, 2012; Diogo; Gobara, 2007; Vergnaud, 1990). Ainda sobre o Ensino Médio, mesmo para profissionais com longo tempo de carreira, é difícil fazer uma transposição e uma recontextualização adequadas, sem comprometer o real sentido do tema (Martins, 1998).

Entendemos, também, que essa desconexão entre a Física do Ensino Médio e as escolhas profissionais desses pesquisadores sugere dificuldades de que jovens se interessem pela área, pela profissão de pesquisador.

Entendemos ser importante repensar o ensino de Física e a formação de professores na educação básica. Nesse sentido, acreditamos ser fundamental criar mecanismos que permitam a formação adequada de professores e trazer reflexões contemporâneas para a sala de aula.

Além disso, os relatos dos participantes da pesquisa evidenciaram, além das questões relacionadas ao ensino de Física na escola, que eles não tiveram contato com atividades não formais de educação relacionadas com a Física. Obtiveram, no nível médio, pouco ou nenhum contato com materiais de DC (que serão melhor tratados na seção específico para essa temática), feiras de ciências, o que pode dificultar ainda mais uma percepção ampla e crítica sobre essa ciência, para além das fórmulas e contas exigidas nas aulas.

Assim, defendemos a necessidade do estabelecimento de ações de DC e PC que permitam aos estudantes do ensino médio e toda população, o contato com conteúdos contemporâneos da Física (como a Mecânica Quântica, tanto do ponto de vista conceitual quanto o e seu impacto tecnológico na vida cotidiana). Além disso, aproximar a população do universo da ciência e dos cientistas desde muito cedo pode ser uma estratégia importante para que as pessoas compreendam o trabalho dos cientistas e possam valorizar

a pesquisa e a ciência de maneira geral ou, mais especificamente, contribuir apresentar aos jovens essa opção de carreira profissional.

### 6.2.2. Graduação

No cenário de graduação identificamos que os pesquisadores advêm de diversas instituições do país e da América do Sul, onde observamos uma prevalência de instituições localizadas na região sudeste do Brasil, seguidos pela região nordeste.

Isto posto, sobre os cursos de graduação, todos os participantes destacaram questões relacionadas ao curso, à disciplina de Mecânica Quântica (pela consciência do contexto desta pesquisa), e às atividades que realizaram nesse período de formação. Assim, considerando a multiplicidade de falas necessárias para contextualizar as discussões abordaremos, primeiramente, os registros dos estudantes de pós-graduação em Física:

*“Apesar de ser um curso de licenciatura, possuía um currículo bem completo, mesmo com algumas coisas que poderiam ser melhoradas, daí consegui fazer um curso próximo do que seria a grade de um curso de Física bacharelado. [...] Quando fiz a disciplina de Mecânica Quântica pela primeira vez senti um misto de ‘o que tá acontecendo aqui?’ com ‘isso é muito legal’, e a parte mais difícil era aceitar o acontecimento de um fenômeno daquela natureza, já que na parte matemática não tive nenhuma dificuldade.” EM1*

*“Na graduação tive uma dificuldade inicial com o curso, pois os conceitos e a matemática envolvida não foram bem trabalhados. [...] Participei como ouvinte de uma apresentação de Física Moderna que envolvia o Museu Dica. [...] A parte conceitual de MQ é de extrema importância, senti muita falta agora que cheguei na pós-graduação” EM2*

*“Quando escolhi o curso, optei por licenciatura em Física por considerar que seria mais fácil conseguir emprego como professor [...] fiz a disciplina de MQ I que era obrigatória, e depois MQ II e estatística que é correlacionada de alguma forma, como optativas. Também fiz a disciplina de Prática de Ensino de Física e o foco era Física Contemporânea” ED1*

*“Fiz uma transição, onde comecei a estudar por conta própria, pois primeiro comecei a entender os conceitos matemáticos, para depois conhecer os conceitos físicos [...] tive muita dificuldade, tinha um grande distanciamento entre o que vi no ensino médio e o que via na graduação. Mas, algumas disciplinas, como Introdução a Física e uma disciplina de matemática básica me ajudaram. [...] Comecei a fazer IC e aí estudei mais sobre MQ, mais especificamente sobre os postulados. Mas, só consegui entender os conceitos de MQ de fato, quando fiz a fase II da disciplina na graduação, e depois no mestrado, mas antes era tudo muito obscuro, muito distante, e o que se tinha era uma visão matemática.” ED2*

*“O primeiro contato com MQ que tive foi na IC, [...], pois o curso não tinha MQ, só um curso de Física Moderna, e daí estudei por conta própria pra fazer o TCC. De primeira não entendi nada, dei bastante trabalho pro meu orientador, porque não tive álgebra linear. Porque o curso de licenciatura era mais leve, já que tinha muita gente que trabalhava e não tinha condições de*

*acompanhar o curso. Álgebra linear foi tirada do currículo pelo índice grande de reprovação. Tive muita dificuldade com MQ.” ED3*

*“Meu primeiro contato com MQ foi no intercâmbio, em uma disciplina de fundamentos de Física Moderna, foi um choque no começo. Depois do intercâmbio passei a gostar do curso e compreender melhor a carreira. Desisti da transferência para a engenharia, e formei em Física – Licenciatura.” ED4*

Dessa forma, o participante EM1 trouxe a questão curricular, onde relaciona a qualidade da formação com a quantidade de disciplinas de Física que cursou, e apesar de não aparecer nesse trecho da fala, a opção pelo grau de licenciatura da graduação, se deve pela única disponibilidade perto de sua residência. Nesse mesmo sentido, ED1 falou sobre o mercado de trabalho como critério para escolha do grau (bacharelado ou licenciatura) do curso de graduação em Física.

Não pretendemos explicar sobre a estrutura dos cursos de Física neste trabalho, contudo, chamamos à atenção para o contexto da escolha e do desenvolvimento profissional dos ingressos no grau licenciatura que, de acordo com Rodrigues (2016), que aponta este aspecto num estudo sobre evasão do curso de Física Licenciatura na UFU, traz reflexões no que tange à desvalorização profissional do graduado em licenciatura e, conseqüentemente, o prestígio maior em carreiras como às engenharias, a facilidade ou a dificuldade com os conteúdos de Física, o julgamento quanto à qualidade desses conteúdos (mais fracos ou mais completos), e a qualidade da relação com os professores. Esses fatores podem estar relacionados com o desconhecimento do que seja a Física, como foi apontado pelos participantes, acima, sobre os critérios de escolha para o curso de graduação, assim nas possibilidades de atuação que o físico tem em suas diversas especialidades e graus de formação, seja na licenciatura ou no bacharelado, seja em modalidades quanto à abordagem básica, aplicada, educacional ou comunicacional.

Nesse sentido, também atrelado ao aspecto curricular, todos os participantes relataram surpresa quanto à novidade com a Física que não fosse a Clássica e, com exceção de EM1, tiveram dificuldades seja com a matemática relacionada ao conteúdo, seja com as questões conceituais para compreender os fenômenos. Além disso, relataram sobre conhecimentos em disciplinas que seriam necessárias para o entendimento de MQ, como uma boa formação de Matemática básica e de Álgebra Linear, todavia, em algumas formações essas disciplinas não são ministradas e, quando são, apenas em caráter optativo (cenário existente até mesmo para a MQ na estrutura curricular).

A política pública que norteia o currículo dos cursos de Física em qualquer grau e classificação no Brasil vem do Parecer CNE/CES n.º 1.304/2001, aprovado em 6 de novembro de 2001, e determina as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (Brasil, 2001). Este documento traz quatro perfis da profissão (Físico – pesquisador, Físico – educador, Físico – tecnólogo e Físico – Interdisciplinar) que norteiam a formação profissional na área, mas que para todos eles existem aspectos comuns colocados no documento:

O físico, seja qual for sua área de atuação, deve ser um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em Física, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais e deve estar sempre preocupado em buscar novas formas do saber e do fazer científico ou tecnológico. Em todas as suas atividades a atitude de investigação deve estar sempre presente, embora associada a diferentes formas e objetivos de trabalho. (Brasil, 2001, p. 3)

Logo, ainda que questões específicas de cada perfil sejam contempladas, existem características comuns ao conteúdo aprendido nesses cursos, relacionadas às competências essenciais e habilidades gerais que devem ser aprendidas em todas as modalidades de formação (MEC, 2001). Assim, o argumento de que um curso de licenciatura não tem boa base de conteúdo é preocupante, já que ainda com os aspectos educacionais envolvidos, o conteúdo de Física deve ser atualizado e consistente, de modo que não haja diferenciação na bagagem científica e tecnológica relacionada a essa área do conhecimento, se comparado aos demais perfis.

Neste contexto, trazemos as falas dos professores:

*“Todas as provas eram com matemática, nunca tive que escrever um texto durante o curso de graduação.”* PQ1

*“Gostava da história do Newton, mas não a Física, achava muito chato... Quando veio estrutura da matéria, que era a primeira introdução à Quântica, achei muito bonito, assim como Eletromagnetismo, mas a MQ mexeu com a minha cabeça, pois aquela coisa de que não tinha mais uma posição absoluta, uma partícula podia ser vista como onda, e pensei ‘que ciência inexata que é essa ciência exata?’”* PQ5

*“Na graduação, a partir do terceiro ano, comecei a estudar Mecânica Clássica e Caos, e por um livro que comprei por impulso, chamado ‘O fim das incertezas’, do Ilya Prigogine, e gostei muito, pois explica o caos muito bem, isso me fascinou.”* PQ6

*“Comecei a fazer IC na parte de epistemologia, estudei um pouco de Thomas Khun, depois fiz um trabalho sobre a Física de Einstein, no centro de lógica da U\*\*\*<sup>19</sup>. Foi o primeiro contato com a Filosofia da Ciência.”* PQ7

*“Comecei a ver em física moderna 1 e 2 e depois Mecânica Quântica 1 e 2, a partir do segundo ano do curso.”* PQ8

---

<sup>19</sup> Nome omitido para preservar o anonimato.

*“Quando cheguei na graduação, tive uma disciplina de Física Moderna e duas de MQ, tive um excelente professor. [...] Cursei dez disciplinas de laboratório, onde duas eram de física moderna, com experimentos de MQ. Nesses experimentos, quando se vê como eles são feitos, é possível perceber que não são uma coisa abstrata, e palavras como estranho, esquisito, essa é uma coisa que não se deve usar quando se fala de MQ, é algo que se deve evitar quando fala para as pessoas, pois não tem nada de estranho, são experimentos que são realizados todos os dias.” PQ9*

Os docentes também trouxeram aspectos de surpresa com o conteúdo de MQ, exceto PQ9, que ressaltou a importância de não associar termos como “esquisito” ou “estranho” quando falamos de MQ ou de ciência de modo geral, pela imagem negativa que pode ser construída desse conhecimento. As estruturas curriculares também são diversas, e mesmo quando não contempladas as disciplinas de interesse para a sua formação, eles buscaram em outros cursos, ou mesmo aprender por conta própria.

Nesse sentido, PQ9 e PQ7 apontaram aspectos relevantes sobre a composição curricular de seus cursos, como a existência de laboratórios para visualização e aprendizagem de fenômenos e possibilidade de atuação com Filosofia/Epistemologia da Física. Dessa maneira, quando abordamos as questões de importância para o ensino de Física (Moreira, 2021; Faria; Carneiro, 2020; Moreira, 2018; Rosa; Rosa, 2012 Diogo; Gobara, 2007), os trabalhos mencionavam diversos recursos didáticos para a aprendizagem da Física, sejam em abordagens teóricas ou experimentais e, ainda, a importância da compreensão da história e filosofia da ciência para o entendimento do conhecimento físico, onde esses aspectos colaboram para a construção do conhecimento no cognitivo de quem aprende, bem como para a compreensão de como a ciência é feita e pode estar presente no cotidiano das pessoas.

As falas acima, contemplam alguns aspectos referentes à formação nos cursos de graduação, seja no contexto dos estudantes de mestrado e doutorado, que possuem relações sociais e curriculares próximas, seja no contexto dos diferentes pesquisadores que se formaram na graduação há 10, 15, 20 ou até mesmo 30 anos atrás. Sendo assim, durante o relato sobre a formação profissional na graduação, apenas os estudantes da pós-graduação mencionaram a participação em ações do PIBID ou em ações pontuais de DC e PC, entretanto, não relataram ações vinculadas diretamente aos seus temas de pesquisa ou de seus orientadores.

No cenário da pós-graduação, dos docentes, também não foi mencionado sobre atuação em atividades de DC, contudo 2 pesquisadores que trabalham com Ensino de Física, tem sua formação profissional nas áreas de Física básica ou aplicada, e apenas no

pós-doutorado ou anos após a atuação como docente é que mudaram suas áreas profissionais. Chamamos a atenção para a mudança profissional mesmo quando a carreira parece estar consolidada ou em fase avançada da formação (mestrado e doutorado), que acontece tanto no contexto dos estudantes de pós-graduação como dos docentes.

Os docentes ainda relataram a insuficiência da formação durante a graduação, em que na pós-graduação buscaram por complementos e disciplinas que deveriam ter cursado. Assim, voltamos para a formação nos cursos de Física, na Educação Superior, e a problemática da priorização ou exclusão de conteúdos de seus currículos, que merece um olhar cuidadoso, uma vez que essas escolhas podem gerar lacunas e problemáticas na atuação profissional.

### **6.2.3. Pós-Graduação**

Assim como na graduação, os docentes advêm de diversas regiões do país e da América do Sul, com prevalência de instituições localizadas na região sudeste do Brasil, seguidos pela região nordeste.

Nesse sentido, em relação aos docentes, quando realizaram a escolha pelos cursos de pós-graduação, já o fizeram com o conhecimento do que é a Física, e que tipo de trabalho poderiam desenvolver no progresso da carreira profissional. Dessa maneira, muitos continuaram com os trabalhos que já haviam desenvolvido na Iniciação Científica durante a graduação.

Em relação aos pesquisadores mestrandos e doutorandos, podemos trazer algumas reflexões sobre a abordagem da Mecânica Quântica na pós-graduação da Física (PPGFIS) do INFIS/UFU.

Neste contexto, os participantes discentes mencionaram suas pesquisas e a relação com a MQ. Além disso, o autor dessa dissertação (mestrando) matriculou-se na disciplina de Mecânica Quântica I, no PPGFIS. Esse acompanhamento permitiu perceber alguns aspectos sobre a formação concebida: a relação dos conceitos e interpretação dos fenômenos, a matemática utilizada pareceu mais conexa do que a disciplina vista na graduação; os aspectos conceituais e fenomenológicos traduzidos permitem melhor compreensão da Física e de sua epistemologia; e o material didático utilizado pelo professor parecia mais técnico, contudo, existem diversos livros didáticos que podem ser utilizados como material de apoio, ou mesmo como livro de estudo.

Além dessas impressões, abordamos três colocações: a primeira está relacionada a fala de um dos discentes, que diz sobre a dificuldade de entendimento do conteúdo, e que acha isso ser pelo fato de que na graduação a relação entre os conceitos, fenômenos e métodos matemáticos não foram bem trabalhos, porém, reconheceu melhor a conexão destes, mesmo com a complexidade do conteúdo. Voltamos mais uma vez nas questões curriculares, e na importância da aproximação do conteúdo de Física na formação de qualquer que seja o perfil ou nível (MEC, 2001).

A última questão trazida no contexto dos discentes, sobre a pós-graduação, se revela na fala de um dos estudantes:

*“Nas pesquisas eles pensam em mudar um material ou alguma coisa mínima, com os mesmos métodos pra ver se sai um resultado diferente, mas nada com foco em ter utilidade de fato. Com relação aos orientadores, a real preocupação deles não é com o aprendizado e a formação do pesquisador, mas se você vai ter algum resultado para publicar para que seja mostrado na hora da avaliação dos recursos recebidos. [...] Chega um momento, que eles parecem que não estão nem com interesse de sair da zona de conforto.”*  
(Discente<sup>20</sup>)

Percebemos, na fala desse discente, certa frustração para com o curso de pós-graduação, a atuação dos professores/orientadores e com a pesquisa desenvolvida. Essa reação do estudante sobre a trajetória na pesquisa, quando aponta aspectos que não são contemplados, porém, são passíveis de importância, como: a qualidade da formação profissional do pesquisador em Física, e a relevância da sua pesquisa (ainda que essa importância não foi revelada se na própria pesquisa ou no contexto social). Mais uma vez, aqui, apelamos para a atenção quanto ao currículo da formação superior (neste caso, da pós-graduação) e a construção do pesquisador, que devem ser aspectos prioritários nas políticas e constituição de documentos regulatórios desses cursos.

Outro aspecto levantado, sobre a formação profissional e a dificuldade de acompanhamento dos conteúdos na pós-graduação, está relacionado às políticas de ingresso e permanência, pois o estudante revelou que, além da dificuldade de acompanhamento na disciplina proporcionada pela formação na graduação, também se deve à necessidade de trabalhar para de sustentar e manter em Uberlândia. De fato, tanto as políticas de permanência, como a disponibilidade de bolsas no contexto do PPGFIS são limitadas, essa colocação mostra a necessidade de uma política pública que auxilie e facilite a formação dos discentes de pós-graduação, já que para a sua atuação é

---

<sup>20</sup> O estudante não foi identificado para preservação do anonimato.

fundamental que se dedique às disciplinas e um tempo de qualidade à pesquisa que será desenvolvida.

Voltamos nosso olhar para a formação profissional, no cenário em que esses pesquisadores (pós-graduandos e em atuação) devem realizar atividades de DC e PC; sendo esta demanda advinda de políticas governamentais relacionadas à Extensão Universitária (Brasil, 2018) para o funcionamento e manutenção da pós-graduação e da pesquisa científica. Dessa maneira, consideramos que este tipo de ação deva ser de responsabilidade não apenas dos programas de forma isolada, mas é necessário que a Universidade de modo geral (inclusive os profissionais que estudam e trabalham diretamente com a Extensão), norteie esse tipo de atividade, considerando sua missão, visão e valores de existência.

## 7. RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM O FAZER DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A partir dos diálogos com os pesquisadores, considerando também as reflexões apresentadas no capítulo anterior, organizamos nossos olhares sobre a visão desses personagens sobre a Divulgação Científica.

Dessa forma, abordaremos três categorias sobre suas percepções: a importância, as possibilidades e as dificuldades de divulgação da MQ, no contexto da extensão universitária, com o intuito de entender as capacidades de interação entre os pesquisadores e a sociedade (figura 6).



*Figura 6: Categorias sobre as relações dos entrevistados com a Divulgação Científica na área a Física e seu ensino*

Destarte, encontramos alguns pontos de convergência e divergência entre suas definições (de extensão universitária e divulgação científica), no entanto, com esse primeiro olhar não ficou claro como diferenciam ou aproximam esses conceitos. Essa conjunção de significados pode ter relação com o contexto universitário, que aproxima as práticas de divulgação científica com as ações de extensão, uma vez que consideram a ação de divulgação científica a principal possibilidade de ações de extensão universitária a ser desenvolvida pela Física.

Assim, a partir de agora, trataremos especificamente da DC, mesmo em momentos que nas falas dos participantes ela é mencionada como extensão universitária.

Nesse sentido, a partir das falas dos pesquisadores, organizamos três categorias para a análise de suas relações com a divulgação científica, que buscam: i) razões que

levam os pesquisadores a perceber a importância da divulgação científica; ii) ações e estratégias para a divulgação científica; e iii) questões que dificultam a divulgação científica e aproximação entre o público e a ciência.

### 7.1. Importância da Divulgação Científica na Física

A categoria sobre a importância da divulgação e/ou extensão universitária dos conteúdos de Física, em especial o de Mecânica Quântica, nos revelou quais são as motivações, do ponto de vista dos pesquisadores, para serem realizadas ações que informem a sociedade, em algum nível, sobre esses temas de ciências. Desse modo, foram encontradas seis subcategorias com argumentos que as fundamentam, conforme a Tabela 4 a seguir.

*Tabela 4 Subcategorias relacionadas às falas dos pesquisadores sobre a importância da divulgação científica e da extensão universitária*

<b>Importância da divulgação científica/extensão na Física</b>	<b>Pesquisadores</b>
Valor e importância C&T na sociedade	3
Aproximação da sociedade e universidade	8
Combate à negação da ciência	5
Combate à pseudociência	9
Obrigatoriedade pelos órgãos de fomento	1

A primeira subcategoria diz respeito ao uso de produtos advindos de avanços científicos e tecnológicos, dessa forma, como podemos ver na fala dos seguintes pesquisadores:

*“Considero uma das coisas mais fundamentais, [...] o porquê se faz, pra desenvolver, pra pesquisar técnicas, pra desenvolver novos materiais que tem aplicação em semicondutores, em dispositivos que são fundamentais pra inovação tecnológica do país.” PQ3*

*“[...] você pode levar lá o conhecimento de instalar uma água... um coletor solar, se isso é rentável ou não, você pode levar o conhecimento e fazer projetos [...] muitas pessoas usam da cura quântica para ganhar dinheiro, e ao falar disso com as pessoas usam da ciência.” PQ2*

*“[...] já que é Universidade Federal e recebe recurso público, é melhor falar com todos, e mesmo no início sendo difícil, o alcance será grande e pode*

*mudar a ideia que as pessoas têm de que o micro-ondas contamina a comida, que a vacina muda o DNA e vira jacaré, pulseira quântica é boa.” ED4*

Nessas falas, notamos visões que se fundamentam através da existência de equipamentos tecnológicos na vivência da sociedade, no entanto, PQ3, não mencionou um produto de uso direto por parte da sociedade, assim como os outros pesquisadores. Contudo, notamos características sobre a importância da conscientização das pessoas com relação à Física, tanto num aspecto econômico e desenvolvimentista como em uma relação direta entre produtos da ciência e da tecnologia e indivíduos da sociedade civil.

Nesse sentido, comentaram sobre tecnologias (e produtos desta) de uso das pessoas, e que mesmo a longo prazo, é de extrema importância que os cidadãos aumentem seu interesse por Física e se conscientizem sobre o valor dessa ciência na sociedade (Bucchi, 2008; Moreira; Massarani, 2002).

Desse modo, além da aproximação pelo uso, foi relatado também a importância da aproximação com o contexto de produção na ciência, no cenário brasileiro:

*“Num país como nosso, é o mínimo que a universidade tem que fazer, e por fazermos pouco, é por isso a situação atual, principalmente em relação aos ataques do governo. [...] os ataques à universidade cessaram, devido ao desvio de foco com o surgimento do corona vírus.” PQ1*

*“[...] às vezes ficamos muito fechados na academia e deixamos de apresentar o que tá acontecendo para fora e falta isso nos pesquisadores, as pessoas que estão estabelecidas no campo para conversarem com a sociedade. Às vezes isso atrapalha no apoio ao financiamento das pesquisas, pois uma vez que as pessoas não conhecem não sentem vontade de participar.” EM1*

*“[...] eu sempre achei muito importante a divulgação científica por dois motivos: porque esse tipo de conhecimento tem que ser estendido o máximo possível, falar com as pessoas sendo fiel à parte científica, mas, sem os jargões e equações que não vão entender e isso é algo que todos poderiam ter a oportunidade de conhecer; e o outro ponto é que a ciência pode ser usada de forma errada se esse espaço não for ocupado por pessoas científicas, e ele vai ser ocupado por pessoas que não tem conhecimento suficiente e isso se reflete numa região local ou global.” EM3*

Nesse sentido, nas falas acima que ilustram essa subcategoria, é característica a estrutura da importância, assim como justificativas do porquê ter essa preocupação no contexto universitário e das consequências sociais da falta de comunicação com o público externo à comunidade acadêmica.

O participante PQ1, citou a relação do governo com as universidades, em que estas foram atacadas constantemente<sup>21</sup>, principalmente em relação à conduta exercida no ambiente acadêmico e falta de conhecimento do funcionamento da universidade pública brasileira. Santos e Almeida Filho (2008), ao comentarem sobre a necessidade da reforma universitária no século XXI, trazem conceitos e análises que refletem sobre o desmonte da universidade no cenário da globalização neoliberal e fenômenos político-ideológicos que visam destruir a instituição que reflita num modelo emancipatório e democrático para a sociedade.

Três pesquisadores (EM3, ED4, PQ7), trouxeram panoramas em que os professores/cientistas ocupem os espaços para falar de ciência e sejam sujeitos de referência para a sociedade quando tratados de assuntos desse tipo. Desse modo, essas ações podem contribuir para a desconstrução de esquemas conceituais errôneos (Vergnaud, 1990), que consolidam o modo como as pessoas enxergam os cientistas, que tipo de autoridade e reconhecimento esse ser tem para tratar de assuntos da ciência, bem como esse tipo de *status* e o vínculo com alguma instituição o garante como um sujeito capacitado para dar algum parecer no campo científico e tecnológico frente à sociedade civil (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

Um último aspecto nas falas de EM3, que também ilustra as opiniões de PQ5 e PQ6, é sobre a capacidade de comunicação com o público leigo, para que este compreenda assuntos da ciência e da tecnologia, de modo que esta seja simplificada. Nesse contexto, trazemos que simplificar o conteúdo, se reduz a uma visão simplista do trabalho de Divulgação Científica, pois ainda que haja recontextualização e transposição, ou seja, estratégias de linguagem que facilitem o processo de compreensão do público, é necessário garantir que o esquema conceitual formado na sociedade, seja equivalente e

---

<sup>21</sup> <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2019/12/12/em-evento-no-tocantins-jair-bolsonaro-diz-que-aluno-de-universidades-brasileiras-faz-tudo-menos-estudar.ghtml>

<https://www.camara.leg.br/noticias/623281-weintraub-tera-que-explicar-declaracoes-de-que-ha-plantacoes-de-maconha-em-universidades>

<https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Politica/noticia/2021/08/ministro-da-educacao-defende-que-universidade-deveria-ser-para-poucos.html>

<https://noticias.uol.com.br/colunas/andre-santana/2023/10/14/pandemia-e-ataques-na-gestao-bolsonaro-afastaram-jovens-das-universidades.htm>

<https://sindcefetmg.org.br/mais-um-ataque-de-bolsonaro-universidades-publicas/>

<https://www.redebrasilatual.com.br/saude-e-ciencia/cientistas-estudo-ataques-bolsonaro-liberdade-universidades/>

respeite os campos originais da teoria científica comunicada, com seus conceitos e características (Vergnaud, 1990). Sendo assim, é preciso uma conscientização para com os pesquisadores sobre importância de um profissional especializado em transposições do conteúdo científico para acessibilidade do público leigo, considerando que por mais que a linguagem não seja carregada de termos técnicos, a temática não perca sua complexidade (Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Vergnaud, 1990) e deixe aberturas para confusão com o senso comum e/ou apropriações indevidas por apropriações de esquemas conceituais errôneos, assumindo um perfil de mudança conceitual e de atitudes do tipo *INJUSTIFICADO* (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Vergnaud, 1990).

Assim, foi mencionado sobre o contexto da negação da ciência, onde foram apontados temas que contrapõem o que dizem as pesquisas em algumas áreas do conhecimento, relacionadas à Física ou não.

*“Essa anticiência, essa negação, é uma consequência dessa falta [...] da gente se expor, da gente falar sobre ciência [...] deixarem os profissionais da área falarem de Quântica.”* PQ5

*“As discussões do Brasil, hoje em dia com o governo, está minando a posição do Brasil, por exemplo, sobre vacinas: apesar do país ter infraestrutura boa, não estamos vacinados como deveriam.”* PQ7

*“Acha que não tem momento melhor para provar que é importante, porque tem pessoas que acreditam que a vacina... dá vontade de xingar todo mundo... É através de divulgação científica que você mostra que de fato vacina tem eficácia, pelo menos pareceu uma coisa tão trivial, embora tenha um monte de idiota que refute isso, a Terra não é plana. É nela que você consegue levar as pessoas que estão fora do meio acadêmico para dentro dos assuntos que a gente trabalha, que a gente já tá familiarizado.”* ED3

Logo, foram mencionadas a onda negacionista que o país vive e que se intensificou muito com a entrada do chefe de governo de 2020. Assim como mencionamos acima ao analisar a subcategoria de aproximação da sociedade e da universidade, o projeto para desmonte da universidade está conectado ao modelo de sociedade que o governo vigente almeja (Santos; Almeida Filho, 2008). Dessa forma, considerando que a maioria da produção científica é realizada nas universidades, é comum haver uma provocação de aversão à ciência na sociedade, visto que chefes de governo tem grande visibilidade e seguidores (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Logo, é importante estimular que o público leigo desenvolva mecanismos de vigilância epistêmica (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017) a partir de uma conceitualização que permita comunicar corretamente sobre concepções empíricas e teóricas das situações-problema reais que o público vivencia (Vergnaud, 1990).

Isto posto, foram abordadas questões como a crença na Terra Plana que busca confrontar os conhecimentos da Física; as questões místicas associadas à Física, como a relação constantemente feita entre Astronomia e astrologia, ou ainda o emprego de termo como “magnético” e “quântico” para validar e reforçar a eficácia de produtos; e principalmente, as polêmicas que rodeiam o assunto das vacinas, que foram tomaram o centro das atenções desde o início da pandemia mundial de Covid-19, com início em 2019, mas que se intensificou no ano seguinte.

Essas questões são tratadas nos trabalhos de Sinatra, Kienhues e Hofer (2014) e de Blancke, Boudry e Pigliucci (2017), em que podemos destacar tanto o tempo que essas polêmicas existem na sociedade, bem como se organizam em movimentos para negar ou para ser uma opção ao argumento científico. Destacamos os exemplos citados pelos participantes da pesquisa, como: o caso do movimento terraplanista, que tem origem filosófica e teísta, mas que a partir de transformações e concepções sociais se tornou uma ideologia de negação da ciência (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017); o movimento antivacina que reforça características nocivas das vacinas em seres humanos (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014); a astrologia que também teve origem filosófica e mística, no entanto, busca se reforçar enquanto ciência; e a validação de produtos por apropriações de termos científicos que não tem correlação verídica com o objeto ofertado aos consumidores. Todos esses aspectos trazem questões de rupturas e invariantes operatórios (Vergnaud, 1990) acerca dos conhecimentos de âmbito pseudocientífico, ou negacionista, ou que utilizam desses dois recursos para se afirmarem enquanto válidos (a exemplo do terraplanismo).

## **7.2. Possibilidades para a Divulgação da Mecânica Quântica**

Nessa categoria, listamos as possibilidades elencadas pelos pesquisadores durante as entrevistas, em que elas estão ligadas tanto aos recursos tecnológicos audiovisuais e parcerias intra e interinstitucionais. Sendo assim, identificamos falas dos pesquisadores em que eles falaram sobre ações e recursos possíveis para fazer a divulgação da Mecânica Quântica. Dos 16 participantes, 14 falaram sobre esse tema e deram sugestões de que consideram viável para a atividade. Desse modo, separamos em algumas subcategorias temáticas, conforme a tabela (Tabela 5).

*Tabela 5 Subcategorias relacionadas às falas dos pesquisadores sobre as possibilidades para divulgação científica e para a extensão universitária*

<b>Possibilidades para a Divulgação da Mecânica Quântica</b>	<b>Pesquisadores</b>
Envolvimento dos pesquisadores com a divulgação científica	7
Criação e ampliação de canais e espaços de comunicação em museus, departamentos acadêmicos e administrativos, rádio, TV, internet, etc.	3
Parcerias (inter)institucionais para a relação dessas atividades	7

### **7.2.1. Envolvimento dos Pesquisadores com a Divulgação Científica**

A primeira categoria que iremos discutir se relaciona ao envolvimento dos pesquisadores com as ações de divulgação científica, em que 7 dos entrevistados expressaram a relevância do profissional que trabalha com ciência ter contato direto com a sociedade.

Desses sete que mencionaram essa importância, três (EM1, ED4 e PQ4) enfatizaram sobre que os docentes com maior tempo de profissão deveriam ser os responsáveis por protagonizar a divulgação científica na academia. A justificativa para a indicação de que a responsabilidade pela DC deveria ser de pesquisadores mais estabelecidos (com maior tempo de pesquisa) se dá por diversas razões, como maior experiência e por isso mais domínio para falar sobre os temas de ciência; já estarem estabelecidos na carreira e por isso o trabalho de divulgação científica não prejudicaria a construção de um currículo de pesquisa, considerado mais relevante; pesquisadores mais velhos possuem mais credibilidade ao falar com o público; responsabilidade social. Alguns desses olhares podem ser exemplificados pelas falas abaixo:

*“[...] às vezes ficamos muito fechados na academia e deixamos de apresentar o que tá acontecendo para fora e falta isso nos pesquisadores, as pessoas que estão estabelecidas no campo para conversarem com a sociedade.”* EM1

*“[...] nada impede, que um professor da Física, por exemplo... Né, um professor da Física, vá até o Dica, por exemplo, e fique uma tarde lá explicando pras crianças que chegam lá, alguns conceitos básicos de Física. Não precisa ser só os monitores, não deveria ser só os monitores, deveriam ser professores, entendeu? O cara que tá chegando no final da carreira, o cara tem a obrigação, na minha opinião, de ir lá.”* PQ4

*“Se for alguém mais antigo, seria bom, porque eles têm "autoridade", mas a maioria não quer participar. Mas seria bom, que mesmo não comandando um*

*projeto desse tipo, que participassem de alguma forma em conjunto com os jovens que tem mais facilidades com as tecnologias e as redes sociais.” ED4*

De fato, é necessário que alguma credibilidade seja incorporada e esteja transparente na comunicação com o público, de modo que favoreça aspectos de confiabilidade de forma correta, durante as ações de divulgação científica (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014). Contudo, nem sempre a aparência idosa do pesquisador garante que ele passe confiabilidade, segundo os estudos sobre confiabilidade do público na ciência (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Massarani; Moreira, 2009). Além disso, é necessário certo cuidado com essas afirmações, uma vez que se pode reforçar estereótipos sobre os cientistas que não são desejáveis. Mais um aspecto dos argumentos sobre os pesquisadores experientes realizarem as ações de divulgação científica, associados à sua carreira consistente, remete à produtividade acadêmica, em que os mais velhos já não têm a mesma pressão e responsabilidade por produção como os pesquisadores mais jovens.

Além disso, EM1, ED4 e PQ4 trouxeram a questão de que cientistas que já estejam consolidados no campo da pesquisa são os mais aptos e até obrigados a desenvolver atividades de contato com o público leigo. De fato, os pesquisadores tendem a não falar com o público (Bucchi, 2008) por diversos motivos, contudo, identificamos nessas falas certo etarismo, mas não podemos afirmar até que ponto esse tipo de sugestão é dada pelos pesquisadores mais velhos serem mais experientes no domínio de conceitos específicos para comunicar com as pessoas, ou por já existir nesses cientistas alguma consolidação de carreira, se considera obrigatório que eles desenvolvam atividades de divulgação científica para que os mais jovens se dediquem à pesquisa, deixando os mais jovens livres para a produção científica.

Em nosso ponto vista, é de extrema notoriedade e relevância que alguém experiente se envolva com as ações de divulgação científica e/ou extensão universitária. Todavia, se considerarmos o que foi colocado, os pesquisadores mais velhos reduziriam sua produção e envolvimento com a ciência para realizar as atividades e divulgação científica, assim, do ponto de vista de contemporaneidade das pesquisas, a sociedade pode nunca ter acesso ao que é produzido de novo nas instituições, o que marca a desconstrução de um modelo dialógico e participativo em relação à construção da ciência, ou da resolução de problemas contextualizados (Vegnaud, 1990), ou seja, que sejam oriundos da presença da ciência e da tecnologia na sociedade. Dessa forma, se revela contraditório

ao argumento, também colocado por esses pesquisadores, sobre despertar o interesse da sociedade em financiar desenvolvimento científico e tecnológico, já que a situação colocada não permitiria a sociedade em contato com a ciência produzida na atualidade.

Acreditamos que as questões acima merecem um olhar cuidadoso, tanto do ponto de vista dos que ocupam a carreira profissional, como do papel do docente não apenas na pesquisa, mas também no ensino e na extensão (estas em que as atividades de divulgação estão intimamente ligadas), onde documentos legislativos da esfera federal ou mesmo regimentos e estatutos da universidade não fazem essa distinção sobre a importância da execução das atividades, sejam elas de ensino, pesquisa ou extensão.

Nesse sentido, destacamos a pressão sofrida pelos pesquisadores em início de carreira para a produção (numérica) de artigos científicos. Esses fatores são importantes para que eles possam conseguir empregos em instituições de pesquisa (no caso dos pós-graduandos) e para possuírem reconhecimento na área, para os docentes:

Mas, enfim, o que fica claro é que a ditadura numérica não é exatamente positiva, pois inibe a produção de material para um público mais amplo, faz muita gente desvalorizar a atividade didática e gera a produção de muita coisa inútil. Contudo, o mais grave é que, certamente, não é o critério mais isento e perfeito para julgar a capacidade de um pesquisador. (Bertonha, 2009)

Outro ponto considerado por um dos participantes para o envolvimento deles com a divulgação científica, é que se leve o trabalho desenvolvido para os ambientes de amigos e familiares, como forma de sensibilizar, popularizar e normalizar a atividade acadêmica.

*“Um desafio que eu sempre tentei, é falar pra minha família, né? – Que não tem nada a ver com Física, nenhum foi fazer Física – ‘Que que cê faz, PQ5?’, sentado ali tomando uma cerveja. Difícil, né? Uma pergunta difícil pra falar, pra um leigo, né? Mas é uma coisa que eu sempre brincava e tentava: ‘E aí, que que cê entendeu?’. Pra ver o que que a pessoa tinha entendido daquilo que eu falei. As vezes até dava certo, o cara entendia alguma coisa, às vezes, o cara não entendia nada [...]. Não é fácil fazer isso, mas tem que ser feito! Tem que falar!” PQ5*

*“Num país como nosso, é o mínimo que a universidade tem que fazer, e por fazermos pouco, é por isso a situação atual, principalmente em relação aos ataques do governo. [...]o governo se aproveitou da percepção da sociedade insatisfeita em relação à arrogância dos professores-pesquisadores, o pessoal estava se sentindo oprimido por não ter contato [...] as pessoas não tinham coragem de entrar na universidade, pois nós da universidade vivemos sempre dentro de uma bolha e pagamos o preço disso hoje.” PQ1*

Por último, ainda na mesma linha, dois entrevistados (PQ1 e ED4) trouxeram sobre a acessibilidade dos pesquisadores para a sociedade e falaram sobre a importância deles deixarem o seu “pedestal” e se tornarem mais acessíveis ao público, corroborando com as perspectivas de popularização da ciência colocadas pela literatura e o papel no

cientista neste processo (Piccoli; Stecanela; 2023; Piccoli; Panizzon, 2021; Porfiro; Baldino; 2018; Germano, Kulesza, 2007). Concordamos com essa crítica para a reeducação dos docentes das universidades, contudo, pontuamos que isso se deve à proposta de universidade (Santos; Almeida Filho, 2008) e, conseqüentemente, para o cargo de docente e suas respectivas atividades ligadas não apenas à pesquisa, mas também ao ensino e à extensão, e à responsabilidade de retorno social desse profissional diante do regulamento ideológico dessa tríade (ensino-pesquisa-extensão).

### **7.2.2. OS Pesquisadores numa Perspectiva de Popularização da Ciência**

A segunda temática para essa categoria é a de *Criação e ampliação de canais e espaços de comunicação em museus, departamentos acadêmicos e administrativos, rádio, TV, internet, etc.*, em que um dos pesquisadores falou sobre a criação de um departamento específico para atuar com a demanda em questão, e que esse departamento fique responsável por atuar dos meios de comunicação. Nesse sentido, o participante EM1 acrescentou sobre utilizar novas redes sociais para atingir o público.

*“A DC tem que entrar muito onde as pessoas estão, por exemplo, já vi muitos médicos nutricionistas entrando no Tiktok, e ver como pode contribuir e levar conhecimento para as pessoas, para que elas conheçam a verdade e quanto mais as pessoas conhecem, tende ter menos gente que acredite em charlatanismo, mas não vai conseguir acabar com isso, pois há gente até da Física que é charlatão. A contrapartida a pessoa tem, pois a pessoa terá outro ponto vista.”* EM1

De fato, essa é uma pontuação importante, contudo na universidade há a Diretoria de Comunicação Social (Dirco) (De Sousa; Almeida, 2020), ligada à reitoria, que possui a Coordenação de Divulgação Ciência, onde essa unidade concede suporte às atividades de DC e PC que são oferecidas neste canal.

A UFU é uma grande universidade, e com uma estrutura bem complexa e volumosa, isso pode impactar no conhecimento sobre a sua organização por dos docentes, discentes e técnicos. Contudo, é necessário criar estratégias para aproximar esses sujeitos e serviços (Bucchi; Trench, 2021; Silva, 2006), e garantir que seja realizado um uso com qualidade, de suas estruturas de DC e PC (Brownell; Price; Steinman, 2013; Webb *et al.*, 2012; Silva, 2006), na comunicação com o público universitário e não universitário.

Por fim, mencionamos a situação do Museu Dica, mais uma vez, que atua como um órgão de extensão do INFIS/UFU, contudo, não parece haver reconhecimento e/ou confiabilidade dos pesquisadores, quanto às potencialidades de parcerias e realização de

ações, no campo de difusão da ciência (Amaral; Juliani, 2020) e as potencialidades de espaços que ela possa ocorrer (Nascimento Filho; Pinto; Sgarbi, 2015).

### **7.2.3. Parcerias (Inter)Institucionais e com outros Profissionais para a Realização dessas Atividades**

A subcategoria que trata de *Parcerias (inter)institucionais para a realização dessas atividades* envolve falas de três entrevistados, onde colocaram a coordenação de atividades de DC por órgãos superiores da UFU (mencionou a Reitoria), realização de eventos nas unidades, nos museus de ciências (destacando o Museu Dica do Instituto de Física como um espaço de DC e PC), parcerias com a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o desenvolvimentos de políticas públicas por órgãos do governo.

*“É muito importante que tenha mais pessoas fazendo isso, por exemplo, o Dica, e o empenho da Silvia que desenvolve as atividades sem apoio da maioria dos colegas, desde 2010 que acompanho.”* ED4

*“Em termos de divulgação, acho que, agora que é obrigatório, institucionalizado, que devem ter metas e isso vai contribuir com mostrar para a sociedade do ponto de vista de recebimento de recursos e prestação de contas, funcionando como motivador. A instituição tem que ter um projeto de como fazer, para realizar de forma institucional [...]”* PQ7

*“Já falei com vários reitores [...] a UFU tinha que ter um departamento voltado, né, pra mídia... Pensando na mídia, pra levar o que que é feito dentro da universidade pra fora [...] já falei muitas vezes isso, tem que investir num departamento de... eu chamaria algo mais de divulgação, de mídia mesmo, fazer outdoors de ciência, quantos reais custa um outdoor? Que que custa isso pra universidade? Acho que ir nos meios de comunicação, promover isso... A nível institucional [...]”* PQ5

As políticas públicas e o incentivo às parcerias institucionais são de grande relevância (Ferreira, 2015), considerando que estabelecido diretrizes para a regulamentação das atividades acadêmicas, principalmente de processos de avaliação incorporados às essas atividades, ajudam no desenvolvimento, melhoramento e aumentos das ações. Contudo, apenas isso não é o suficiente, tanto do ponto de vista das várias atividades que competem aos órgãos administrativos, e o trabalho social que está relacionado às atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Além disso, identificamos nas falas de dois pesquisadores a importância da aproximação da universidade e as escolas, envolvendo alunos e professores da educação básica e alunos e ex-alunos da Física, sendo que muitos são docentes na educação básica. Nesse sentido, destacam os professores da educação básica sejam precursores do conhecimento produzido na universidade para os seus estudantes.

*“[...] seria uma boa oportunidade da universidade estar junto da escola para trabalhar uma Física mais contemporânea.” ED4*

*“O melhor seria formar melhor os estudantes da graduação, e seria muito bom aprender a ouvir melhor, pois hoje, ouvimos pouco as pessoas. O fato de não ouvir, não sabemos onde está o que deveríamos trabalhar, pois senão não há uma reflexão sobre as necessidades das ações, e a atividade é preparada do gosto do organizador.” PQ1*

*“Acho que tem grupos distintos: professores do ensino médio, alunos do ensino médio, adultos em geral. Os professores da universidade podem contribuir através da formação de mão de obra especializada, como os licenciandos. Acredito que esteja fazendo minha parte dando aula na licenciatura, entendo o contexto das pessoas que fazem esse curso, tento não os encher de matéria, mas fazer com que acreditem que podem entender toda a disciplina.” PQ7*

Consideramos essa perspectiva muito importante, uma vez que a universidade forma profissionais que tem contato direto com a sociedade (Silva, 2006), mais especificamente na Física, a licenciatura permite que esses professores levem os saberes e conhecimentos da Física para seus estudantes e, estes, posteriormente levem para seus conhecidos. Ainda que seja importante fazer divulgação científica para públicos não escolares, um dos maiores públicos das atividades de Extensão, DC e PC é o público escolar.

Nesse sentido, a Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990) pode contribuir fortemente, considerando que o conhecimento científico deve chegar com a mesma qualidade e teor de informações, seja dentro ou fora das escolas e universidades, ainda que sejam empregados diversos recursos didáticos, a depender do público e do espaço em que essas ações são desenvolvidas (Viladot; Stengler; Fernández, 2016; Pechula, Gonçalves e Caldas, 2013; Mintz, 2005).

É importante destacarmos que apenas dois entrevistados enxergam o Museu Dica como espaço que pode ser utilizado pelos pesquisadores, para a realização de atividades de DC e PC, no contexto da Extensão Universitária. Isso evidencia que o próprio Dica necessita investir no fortalecimento de sua imagem na unidade acadêmica que faz parte (o INFIS/UFU) e traçar estratégias para que os pesquisadores o vejam como um local de apoio às suas necessidades quanto à Extensão (logo, quanto à DC e PC). Contudo, o INFIS/UFU também deve se responsabilizar quanto ao fortalecimento dessa imagem, considerando a filosofia do Museu Dica enquanto órgão complementar da unidade e à serviço de todos que dela fazem parte, sejam os docentes, discentes e técnicos administrativos.

### **7.3. Dificuldades para a Divulgação Científica e da Mecânica Quântica**

Na categoria que organiza as dificuldades para a divulgação da MQ (Tabela 6), identificamos aspectos da percepção do pesquisador com a sua relação com a divulgação científica/extensão e das relações entre o público e a ciência.

*Tabela 6: Classificação das subcategorias elencadas pelos pesquisadores ao falar das dificuldades de realizar divulgação da Mecânica Quântica*

<b>Dificuldades para a divulgação da Mecânica Quântica</b>	<b>Pesquisadores</b>
MQ não tem apelo para a população	1
Preconceito, por parte dos físicos, com ciências humanas e sociais	1
Limitações dos pesquisadores para falar com o público leigo	8
Limitações do público para compreensão de temas complexos da ciência	2

Nesse sentido, como pode ser observado na Tabela 1, a maioria considera que os pesquisadores da área de Física possuem limitações para falar com o público leigo. A subcategoria que mais aparece é a de “Limitações dos pesquisadores para falar com o público leigo”. Acreditamos que essa visão vai ao encontro a ideia destacada anteriormente, na categoria de participação dos pesquisadores em ações de divulgação científica, de que seria necessário existir pessoas preparadas especificamente para o trabalho de divulgação.

Nas falas dos entrevistados foi destacada a importância de realizar ações de comunicação com o público, porém, ao serem questionados sobre suas relações com essas atividades, alguns disseram não realizar, ou por falta de tempo, ou por entender que seja necessária uma equipe especializada que coordene as ações de divulgação científica e/ou extensão. O discurso sobre o tempo que falta para atuar em práticas desse tipo, também é manifesto nos estudantes, que pontuaram que práticas de pesquisa e ensino são prioridades em relação a essas atividades e, com isso, há falta de tempo para que essas ações estejam nas práticas profissionais dos professores e até mesmo em parte das atividades dos pós-graduandos.

*"[...] muita gente faz muita coisa de divulgação, mas ninguém chama isso de divulgação e muita gente simplesmente não fazia [...] e a gente tá apanhando e aprendendo, [...] e você começa a ler as coisas que são feitas por aí, não são legais; tem essa questão de, assim, o povo, é gente curiosa que chega e talvez não trabalhou na área e aí fala coisas como 'esquisito', 'estranho', e aí não... isso passa uma mensagem que não é legal para as pessoas [...] tem coisas que*

*são muito boas e tem coisas que são preocupantes [...] e aí vem um outro lado, porque a linguagem que o pessoal usa pra fazer pesquisa é outra coisa, então muita gente que sabe muita Quântica, que estaria em capacidades de publicar muita coisa, não consegue falar, não consegue descer da Torre de Marfim, então é um desafio [...].” PQ9*

*“Um desafio que eu sempre tentei, era, por exemplo, era falar pra minha família, né, que não tem nada a ver com Física, nenhum foi fazer Física, 'O que você faz P5?', sentado ali, tomando uma cerveja, é uma pergunta difícil, falar com um leigo, né? [...] às vezes até dava certo, mas às vezes o cara não entendia nada, eu pensava 'P\* que p\*<sup>22</sup>! Tô ruim como docente!'. Mas é sempre um desafio falar com um leigo o que que você faz de pesquisa em Física.” PQ5*

*“Eu não tenho uma prática de extensão constante, [...] demanda um tempo que às vezes a gente não tem. Mas considero importante.” PQ3*

*“É que são coisas diferentes, uma coisa é a pessoa falar que quer se dedicar a fazer extensão, para isso você tem que fazer os projetos e montar algo, se alguém montar um projeto de extensão em escolas e me chamar eu faria tranquilamente, como meu tempo é limitado não consigo organizar um projeto de extensão.” PQ8*

Nesse contexto, entendemos que o ambiente científico e o processo de formação dos cientistas não contribuem para que os pesquisadores da área estejam preparados ou disponíveis para as ações de divulgação científica (Brownell; Price; Steinman, 2013; Webb *et al.*, 2012). A rotina de trabalho dos pesquisadores é bastante intensa e envolve atividades de ensino e pesquisa priorizadas por esse corpo profissional.

Além disso, como também já foi destacado anteriormente, há uma pressão numérica por publicação (Bertonha, 2009). Desse modo, não há por parte da universidade um esforço para que os profissionais se conscientizem e exerçam também o papel da extensão, que está ligada as práticas de DC e PC no contexto universitário.

Além disso, o discente D4 disse acreditar que existe preconceito por parte dos pesquisadores da área da física com a área de ciências humanas e sociais como a filosofia, a psicologia, entre outras, dificultando o diálogo com divulgadores e outros profissionais para favorecer os processos de comunicação pública da ciência.

*“Os professores falam que quando um físico quando se torna divulgador científico, é porque ele não sabe física, algo que é muito arcaico e não tem lógica. E isso, remete que muitas vezes os pesquisadores não têm condições de fazer essas práticas e, quando veem alguém fazendo, preferem criticar do que apoiar. E os Físicos não aceitam que estão errados de diversos aspectos.” ED4*

Este aspecto, segundo Alfonso-Goldfarb (1994), vem de um processo de desvalorização de determinadas áreas do conhecimento no contexto das ciências naturais,

---

<sup>22</sup> Linguagem de expressão

em que tópicos que englobam história e filosofia das ciências, por exemplo, foram deixados de lado na formação de profissionais na universidade por serem considerados desnecessários ao cientista da natureza, o que vai ao encontro das ideias de Vergnaud (2019; 2007; 1990), onde a história e a filosofias das ciências devem fazer parte da construção dos esquemas conceituais. Ainda, nessa linha, esse processo decorre da instauração de ideais positivistas no campo das ciências, em que, para além das concepções das ciências humanas que entrelaçam o conhecimento das ciências da natureza, era valorizado uma racionalidade e método científicos, balizados pela matematização e pelo empirismo, que transformavam as ciências da natureza em ciências dotadas da verdade e livres de concepções pessoais e metafísicas.

Um dos pesquisadores acredita que as questões relacionadas aos fundamentos da MQ não são interessantes e “chamativas” o suficiente para atrair o interesse das pessoas fora dos cursos de Física; assim, não vê sentido na abordagem dessa temática com o público:

*“Se você vai fazer divulgação de Ciências Biológicas, do jeito que o Kleber, lá da UFU, faz, é um negócio lindo e extremamente valorizado, ou que o Átila [Iamarino] faz é lindo e extremamente valorizado, agora fazer divulgação de Mecânica Quântica, de Estado Sólido, de Física avançada no Brasil, aí é outra coisa... E o problema não é que Física é difícil ou que Mecânica Quântica é confuso, o problema é que ninguém entende o porquê que a gente faz aquilo. E as pessoas não entendem o porquê que a gente faz aquilo não porque a gente não consegue explicar ou porque é difícil de explicar, porque basicamente se eu for te falar pra que eu faço Mecânica Quântica, pra que eu faço Estado Sólido, pra que eu faço a minha pesquisa, pra desenvolver, pra pesquisar técnicas, pra desenvolver novos materiais que tem aplicação em semicondutores, que tem aplicação em dispositivos, que são fundamentais para a inovação tecnológica do país. O Brasil não faz inovação tecnológica, a gente tava vendo o rolo da CEITEC que agora, a única referência que a gente tem de grande porte, não é a única do Brasil [...], mas a maioria não são de conhecimento nem dos físicos do Brasil [...] e aí, isso que é muito ruim, porque o nosso patamar de divulgação científica do Brasil tá muito longe de querer falar pra um brasileiro como é legal trabalhar com um isolante topológico ou com semicondutores, materiais inovadores, sendo que a gente não tem uma indústria nem para fazer os materiais tradicionais [...] e a cultura de não investimento é que isso é papel dos EUA, da China, que são muito melhores que a gente, vamos falar de soja que é mais interessante.” PQ3*

Dessa forma, ainda podemos ver um certo desânimo sobre os conteúdos de Física, onde o professor classificou-os como desinteressantes para serem realizados a DC com o público leigo. Além disso, ainda há a questão de que alguns pesquisadores consideram que o público não tem conhecimentos suficientes para compreender os assuntos relacionados à ciência.

É necessário comentar que, segundo o referencial teórico que embasa as questões da divulgação científica (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011; Da Costa; De Sousa; Mazocco, 2010; Bucchi, 2008), é necessário que o conteúdo seja trabalhado de forma que atinja o público, e é preciso também que seja realizado por um profissional que detenha os conhecimentos tanto da ciência que será comunicada, quanto das técnicas de tornar o conteúdo acessível sem prejudicar seu real significado. Contudo, talvez essa perspectiva não seja do conhecimento dos professores, visto que a divulgação científica ainda é pouco valorizada enquanto campo de pesquisa e enquanto prática (Bucchi, 2008).

Esses apontamentos corroboram com as reflexões de Bucchi (2008; 1996) de que os cientistas não costumam se comunicar diretamente com o público, pela ideia de que este não compreenderá por falta de conhecimento científico, conforme os pesquisadores a seguir.

*“Eu nunca tive oportunidade, assim, nunca fui atrás... 'Oportunidade' não é a palavra, eu nunca houve o ensejo, nunca se sugeriu essa possibilidade de fazer divulgação científica, isso eu acho complicado, como eu dizia: a população brasileira lê muito pouco [...] é difícil você chegar na população.” P6*

*“[...] a educação básica no Brasil, a matemática aqui está com um nível muito baixo [...], quando não isso, você enquanto ser humano fica exposto a qualquer maluquice que vê [...] vai ter que vir uma revolução muito grande para resolver isso.” P9*

Esses elementos evidenciam a necessidade de aprimorar a relação entre os pesquisadores da área e os processos de divulgação científica, onde é necessário utilizar-se de uma concepção de colaboração a respeito dos conhecimentos das áreas de interesse (Física, Divulgação Científica e Popularização da Ciência) para a comunicação com o público leigo. Nesse sentido, Vergnaud (1990) menciona a construção de proposições verdadeiras como propulsor do avanço no conhecimento, semelhante ao que acontece na construção da ciência pelos cientistas. Desse modo, promover discussões e construir parcerias podem ser soluções para a superação de preconceitos e resistências a respeito do uso da divulgação científica como estratégia para o fortalecimento da visão social sobre a Física, e nas respectivas consequências desse fenômeno, como: o apoio nos financiamentos públicos, ampliação das parcerias nas escolas e até mesmo a atração de profissionais para as carreiras nas áreas das ciências físicas.

Acreditamos que esse olhar para a formalização de uma estrutura de divulgação científica dentro do contexto universitário, pode ser uma oportunidade de permitir ao público conhecer as pesquisas e o trabalho de pesquisadores e, nesse sentido, concordamos com Sinatra, Kienhues e Hofer (2014) de que não apenas a ciência e seus conteúdos devem ser apresentados ao público, mas devemos promover discussões e aproximações sobre o fazer ciência, uma vez que como a ciência é abordada e os seus valores chegam à sociedade pode interferir na relação e no significado dela em suas vidas.

## 8. RELAÇÃO DOS PESQUISADORES COM AS APROPRIAÇÕES INDEVIDAS DA MECÂNICA QUÂNTICA (O MISTICISMO QUÂNTICO)

A Física, em especial a Mecânica Quântica (MQ), possui várias relações multidisciplinares e interdisciplinares em vários contextos no meio social e acadêmico. Desse modo, os assuntos científicos e tecnológicos têm aparecido recorrentemente na mídia de diversas formas, em vários dias e horários, e em programas, matérias e/ou propagandas de muitos meios de comunicação, com ideias e propósitos bastante variados, conforme a filosofia, a ideologia e/ou as práticas adotadas pela fonte que propaga os conteúdos (Massarani; Moreira, 2009; Dickson, 2005).

De acordo com Sinatra, Kienhues e Hofer (2014) essas diferentes e muitas abordagens da ciência e da tecnologia têm atingido o público cada vez mais e permitido que as pessoas formem opiniões e tomem decisões, diante da influência e presença de temáticas variadas em sua vida, principalmente pela internet que, apesar de ter sido um meio de comunicação criado para uso entre cientistas, acabou se popularizando e se estendendo para pessoas de diversos níveis sociais e intelectuais em todo o mundo (Bucchi, 2008; Epstein, 1998).

No contexto da Mecânica Quântica, destacamos apropriação de termos e conceitos científicos para o estabelecimento do conceito de misticismo quântico como um fenômeno cultural, desde o início dessa ciência (Saito, 2021; Saito, 2019; Pessoa Jr, 2011). Pessoa Jr (2011) destaca que o pano de fundo desse fenômeno “inicia-se examinando as quatro grandes tradições naturalistas que antecederam o surgimento da física quântica e que foram por ela modificadas”<sup>23</sup>.

O “misticismo quântico”, em linhas gerais, consiste em interpretações da Teoria Quântica que se inserem na tradição do naturalismo animista (com seu idealismo

---

<sup>23</sup> Diferentes Tradições Naturalistas de acordo com Pessoa Jr (2011, p. 280-282):

- Naturalismo Animista (ou romantismo) que “considera que a natureza é imbuída de uma espécie de alma, semelhante à alma humana, ou uma espécie de sentido, finalidade ou racionalidade, semelhantes aos nossos”.
- Visões naturalistas, subjetivistas, religiosas, segundo o qual a realidade do mundo objetivo depende das características, formas e explicações que lhe são atribuídas pela subjetividade humana.
- Realismo materialista, que “defende que a consciência humana é na verdade apenas uma manifestação da matéria ou de entidades físicas (energia, campos, etc.), e que na morte do corpo, a alma desaparece.”.

transformador) ou que adotam um idealismo subjetivista, ou ainda que partem de elementos religiosos. Trata-se de uma atitude que atribui uma conexão íntima entre a consciência humana (ou a espiritualidade) e os fenômenos quânticos.

Como resultado de nossas buscas, em textos na internet (Barros, Sousa, Martins, 2021) que buscam explicar as relações da Mecânica Quântica com a Cura Quântica, é possível encontrar diversos termos da Física usados para explicar as aproximações da MQ com a Cura Quântica, afastando-se da visão científica e aproximando-se da pseudociência.

Assim, vários pontos observados nas falas dos entrevistados vão ao encontro do que diz Blancke, Boudry e Pigliucci (2017), sobre as duas formas em que as pseudociências se relacionam com a ciência:

- a) negando e fazendo oposição ao que a ciência propõe ou;
- b) se posicionando como conhecimento equivalente que se apropria dos mesmos limites de validação da ciência-alvo.

A oposição à ciência é observada no caso da Terra Plana. Destacamos que essas temáticas também foram mencionadas pelos pesquisadores, no entanto, não nos aprofundamos nesses outros temas, mantendo o foco nas falas voltadas à mecânica quântica.

Já a ideia de apropriação dos limites de validação nas questões cotidianas (Vergnaud, 2019; Vergnaud, 1990) da ciência alvo é o que encontramos na MQ. Nesse caso, destacamos ainda, que para as interpretações equivocadas que se utilizam dos conceitos da Física, Pessoa Jr (2011) destaca as questões relacionadas ao fato de que diferentes pessoas têm diferentes formas de ver o mundo e o funcionamento da ciência, o que favorece esse tipo de apropriação indevida.

Desse modo, a Mecânica Quântica saiu de seu contexto científico, como área da Física com aplicações tecnológicas em diversos campos do conhecimento, para ter o uso de seus conceitos apropriados em contextos de saúde (medicina, psicologia) e religiosos:

O fenômeno cultural do misticismo quântico é um fenômeno complexo e multifacetado, que toca em diversas questões que envolvem desde a natureza da ciência e as fronteiras entre o conhecimento científico e o não científico, passando por questões filosóficas e de fundamento da FQ, até as suas implicações para a ciência e para a EC. (Saito, 2021, p. 1126)

Nesse contexto, os resultados apresentados neste capítulo focam em duas questões centrais, que consideramos essenciais para o entendimento sobre a relação dos pesquisadores com o misticismo quântico. São elas: i) Relações com o Misticismo Quântico; e ii) Perspectivas de aproximação.

### 8.1. Relações com o Misticismo Quântico

As apropriações da Mecânica Quântica pelo público podem ser consideradas um fenômeno cultural (Saito, 2021; Saito, 2019; Pessoa Jr, 2011), de modo que o termo “quântico” saiu do espaço acadêmico e pesquisa na área de física, emprestando conceitos para diversos setores da nossa sociedade (Saito, 2021).

Nesse contexto, buscaremos compreender as relações entre os participantes da pesquisa e os discursos sobre mecânica quântica fora do ambiente acadêmico. Estamos interessados em saber se esses pesquisadores reconhecem as apropriações indevidas da MQ, em especial o conceito pseudocientífico da cura quântica e, além disso, como eles se posicionam quando confrontados com esse assunto.

A partir das entrevistas, identificamos que a proximidade dos participantes da pesquisa com esse tipo de público, que tem interesse na cura quântica e assuntos desse tipo, varia desde muito próximos, como amigos e familiares, até pessoas fora do círculo de convivência de cada um.

Dois dos entrevistados (ED3 e PQ1), relataram que as pessoas evitam falar sobre esses conteúdos, e que isso pode estar conexo com a sua formação e postura frente a essas temáticas; PQ1 ainda cita o conhecimento das pessoas à sua volta sobre não possuir crenças religiosas:

*“Não tive contato, mas fico sabendo quando as pessoas comentam. As pessoas ao meu redor não costumam falar comigo sobre esses assuntos, por eu não ter religião. Não tenho muita paciência para conversas com envolvam misticismo, mesmo na família, se intimidam em falar comigo sobre esses assuntos. Costumo ter contato por professores que contam me contam as coisas.”* PQ1

*“Se eu conheço? Sim. Tem pessoas não tão distante do meu convívio que mexem com isso. Acho que assim, as pessoas normalmente não me procuram pra falar porque, assim, é... Como no meu meio, você não tem assim, tantas pessoas que são cientistas, doutor em Física, em Química, ou mesmo graduado. Então, assim, a sensação que eu tenho, que eu chego nos lugares, eu falo ‘ah, o cara é doutor em Física’ a pessoa já [expressão que remete a encolhimento] murcha [...] normalmente quando vem com esses assuntos, eu já vi o pessoal pra lá, eu chego, o pessoal: Opa! Muda o assunto.”* ED3

Além de PQ9, PQ3 também relatou que recebe constantemente e-mails, mas tem o costume de ignorar:

*“Não, pessoas místicas, claro, tamo cercados delas, cura quântica, não ninguém nunca veio falar comigo... Alguns e-mails, mas a gente ignora, mas eu nem sei de quem foi e não respondi obviamente.” PQ3*

As falas desses entrevistados vão ao encontro de outros registros de comportamentos padrões de pesquisadores e educadores da área de Física e ensino de Física (Saito, 2021; Pessoa Jr, 2011) e de Comunicação Pública da Ciência Bucchi (2008). Ignorar questionamentos relacionados ou estabelecer-se como combativo e impaciente ao assunto afastando interlocutores são atitudes comuns e dificultam aproximações nessa área (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011).

Acreditamos que esses comportamentos se apresentam como proteções utilizadas pelos pesquisadores no intuito de concentrarem-se em suas pesquisas e olhares específicos da Física, discutidos com seus pares. As discussões sobre o tema com o público leigo, principalmente relacionadas aos aspectos místicos, necessitam de argumentos que o pesquisador não possui. Nesse ponto, podemos trazer questões discutidas no capítulo anterior, que destaca que a formação desses pesquisadores (tanto na educação básica quanto na formação profissional) não trouxeram reflexões que contribuíram para que estivessem preparados para essa discussão, principalmente aquelas relacionadas à construção histórica e filosófica da Física (Moreira, 2021; Faria; Carneiro, 2020; Moreira, 2018; Rosa; Rosa, 2012; Diogo; Gobara, 2007; Alfonso-Goldfarb, 1994; Vergnaud, 1990).

Além disso, foi relatada a relação da MQ com o espiritismo, e a apropriação de conceitos e fenômenos por religiões, ou de forma distorcida do contexto da Física para outras ciências e formas de conhecimento, e ainda a busca por validação na própria Física, com a busca de profissionais da área para suporte:

*“[...] um livro de Chico Xavier chamado ‘Mecanismos da mediunidade’ diz que o mundo metafísico está em comunicação com o mundo físico através do mundo da mecânica quântica.” ED2*

De fato, o misticismo quântico pode estar associado às crenças religiosas, como cita Pessoa Jr (2011) – a partir de teses desenvolvidas por Amit Goswami que afirma existir “uma física quântica da alma e de Deus” ou das proposições de Fritjof Capra que relaciona o yin-yang do taoísmo com a noção de complementariedade de Bohr –, mesmo que haja outras linhas e interpretações para esse fenômeno (Pigozzo, 2021). Assim, Saito

(2021) destaca que o discurso envolvendo o misticismo quântico “não se restringiu a temas ligados à religiosidade no geral, mas passaram a permear os discursos de religiões específicas”.

Nesse sentido, considerando que a Mecânica Quântica tenha sido apropriada num contexto religioso, o público que muitas vezes busca validação na Física nem sempre está disposto a contrapontos. Acreditamos que experiências como essas (De Oliveira, 2018) justificam o comportamento combativo dos pesquisadores.

Alguns pesquisadores destacaram não terem sido abordados, mas que tomaram conhecimento por terceiros e buscaram informações na internet:

*“Já vi muito na internet, esse negócio, essa questão de coach quântico, tudo isso... Acho isso tudo uma loucura.”* ED4

*“Não nunca me procuraram (risos). Já vi no YouTube, bastante [...]”* ED1

Logo, eles afirmam que tiveram pouco contato com esse tipo de conteúdo, mas que os encontraram em sites da internet, seja por acaso, seja por curiosidade ao ter ouvido sobre o assunto por meio de colegas. Contudo, esse tipo de assunto não é exclusividade do espaço virtual, tampouco de serviços oferecidos nessa linha, onde, há mercadorias que dizem se tratar de uma tecnologia inovadora, como os colchões, que se trata de artefatos revolucionários, e alguns pesquisadores citaram que já foram abordados por vendedores desses objetos,

*“[...] o colchão tinha propriedades quânticas, energia magnética, energia quântica e melhorava o sono e curava coluna [...]”* ED2

*“[...] dizia ter nano ímãs quânticos que curavam dores nas costas [...]”* PQ4

Assim, os colaboradores desses estabelecimentos afirmam que o produto apresentava vários benefícios, bem como era certificado por especialistas. Desse modo, não somos capazes de julgar a índole ou mesmo as intenções dos vendedores, contudo, quem produz esse tipo de mercadoria possui intenções sejam baseadas em pseudociência (Blancke; Boudry; Pugliucci, 2017), em que se busca de validação de um discurso que agrega questões de ciências e saúde (Barros; Sousa; Martins, 2021; Pessoa Jr, 2011), a fim de comover o público-alvo, e em que não é possível saber o quanto realmente se acredita na ligação da ciência com o discurso vendido, ou se a intenção é apenas usar essa estratégia para a venda e lucro.

Um dos estudantes de mestrado (EM2) disse que já teve muito contato, principalmente quando era monitora em um museu de ciências, durante a graduação.

Nesse sentido, seis participantes (PQ2, PQ3, PQ5, PQ6, PQ7 e PQ9), relataram que foram convidados para analisar conteúdos e até palestrar sobre a relação da Física com esses temas, mas quando abordaram que esses temas diferenciam do real conteúdo científico da Física foram deixados de lado para a participação e contribuição com eventos desse tipo.

O participante PQ9, relatou uma situação recente, ocorrida em 2020, em que um professor de medicina, da UFU, solicitou ajuda para o INFIS/UFU com a assessoria para revisar um capítulo de um livro que ele estava escrevendo sobre terapias quânticas.

*“Teve um incidente, que um professor aposentado da Medicina escreveu, para o Instituto, para a lista do Instituto, pedindo assessoria para revisar o capítulo de um livro, que ele está escrevendo sobre terapias quânticas. E aí, nós fomos procurar, a UFU está pipocando daquilo [...] a UFU está cheia com essas coisas, [...] não tem como dialogar, a linha de raciocínio para conversar com alguém assim é simples, primeiro é preciso identificar os conceitos ditos pelas pessoas, tentar desconstruir o termo, tentar explicar e insistir nos limites de validade e no método científico” PQ9*

Nesse sentido, Saito (2021) destaca que “comunidades relacionadas às categorias de medicina alternativa, ciências biológicas e psicologia possivelmente é outra das mais relevantes nesse fenômeno cultural.”. Na perspectiva de Vergnaud (1990), concordamos a proposição de Saito (2021) uma vez que o misticismo quântico se arrisca de forma mais intensa e absoluta na aproximação da sociedade a partir do uso dos fenômenos empíricos e teóricos desenvolvidos pela MQ em seus discursos, o que se justifica pelo fato de que as pessoas não estão interessadas na “verdade imparcial”, mas em encontrar e se apoiar em crenças que fazem sentido intuitivo (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014).

## **8.2. Perspectivas de Aproximação**

Como destacado na seção anterior, a maioria dos entrevistados disseram não lidar com a questão do misticismo quântico diretamente, preferindo o afastamento e o combate.

Todos os entrevistados optaram por dizer que a melhor forma de interagir com alguém, em uma situação desse tipo, é explicar os limites da Física em relação à MQ, e que esta ainda não dispõe de aparatos e suportes que permitam relações com Cura quântica e outras questões místicas. De fato, é muito importante que se permita que as pessoas, ao menos, tenham um ponto de vista de uma instituição ou profissionais ligados à ciência nesse campo, para uma nova formação de opinião e um raciocínio motivado

nessa linha, para haver ao menos a possibilidade de uma mudança conceitual ou atitudinal (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) a partir da construção de esquemas conceituais com proposições verdadeiras no contexto da MQ (Vergnaud, 1990).

*"Um problema pra mim enquanto profissional, eu acredito que não. Porque, assim, é... Profissionalmente falando, igual a gente que tá aqui... Por exemplo, no doutorado a gente trabalha com a área de Física de Materiais, né? A gente sabe que assim, essas opiniões pra gente, isso não vai fazer tanta diferença pro trabalho e tal. Agora em questão de sociedade, aí eu acho que tem e muito [...]." ED3*

No entanto, um comentário de ED3, mencionou que este tipo de abordagem não é um problema para profissionais da ciência e as opiniões deles não fazem diferença, mas socialmente há muito problema, pois, existe a utilização desse conceito de “cura quântica” para enganar os cidadãos e fazê-los comprar produtos com uma propaganda falsa de que irá curá-los ou melhorar seu bem-estar. Acreditamos, no entanto, que a existência dessa crença da desconexão entre a pesquisa científica no Brasil com a sociedade, pode ser um problema de formação que deve ser profundamente investigado. Dessa forma, considerando que os recursos para as pesquisas são de origem pública e impactam fortemente se disponíveis ou não, ou ainda considerando os interesses sociais para o desenvolvimento de políticas públicas para financiamento de ciência e tecnologia, é de extrema importância a conscientização sobre a relação do pesquisador com esses assuntos, principalmente durante o seu período de formação.

Para dois participantes (PQ7 e PQ8) o acesso à educação é muito importante para que se mude de crença, uma vez que o contato com outras formas de pensar possibilita a mudança conceitual, e as crenças primeiras podem coabitar naturalmente com a nova crença no intelecto do sujeito.

*“É algo muito importante, pois temos que levantar o curso na educação básica, e uma maneira de fazer é isso é ter um contato maior da universidade com o ensino básico, através de extensão e divulgação científica, que não são a mesma coisa, apesar de terem uma parte de superposição.” PQ7*

*“A divulgação científica pode ajudar, mas a falha do nosso sistema educacional é mais embaixo é na própria formação das pessoas, de criança até a adolescência, eu diria que a divulgação científica não ajudaria ao todo.” PQ8*

Essa informação ainda corrobora com a questão colocada por EM1, que disse que uma vez que os indivíduos têm acesso à informação, eles podem fazer suas escolhas com mais consciência (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017), e assim, a opção de acreditar, ou não, em cura quântica, por exemplo, é diferente daquela em que às pessoas ao menos sabem diferenciar esse tipo de temática, daquelas propostas pela Física.

Outro pesquisador (ED2) discursou que muitas vezes, os conceitos apresentados pelo misticismo quântico, são totalmente diferentes daqueles propostos pela Física:

*“Não tem um embasamento científico para que haja a justificativa de colocar aquele nome. Nada mais é do que uma tentativa de marketing.”* ED2

*“Um bom exemplo é de Biologia Quântica. Porque a Biologia Quântica, ela faz sentido, porque a gente tem a Mecânica Quântica, a Química Quântica que é um, que tem umas estruturas um pouco maiores, as moléculas e o átomos. E tem a biologia Quântica, só que a Biologia Quântica é um sistema tão complexo que a gente não sabia resolver ainda [...]”* EM3

*“As pessoas que me abordaram eram pessoas instruídas, que tinham mais uma curiosidade porque tinham ouvido falar de conceitos da quântica aplicados à sua própria área de conhecimento. Tanto no Brasil quanto lá fora, já ouviram falar da quântica, ou conhecendo algo compreensível ou conhecendo como algo que vai revolucionar o mundo, apesar que isso já aconteceu com as diversas tecnologias. As pessoas que me perguntaram propuseram a assimilação de alguns conceitos da MQ de uma forma bastante sofisticada. Há pessoas inteligentes e curiosas em todas as áreas, e muitas fizeram associações bastante curiosas. [...] O pessoal das Ciências Sociais veio conversar sobre isso [...], pois, isso se espalhou para fora da matéria condensada e da Física Quântica, como na Economia, Ciências Sociais, História, pensando se isso acontece na natureza, ocorre num sistema inanimado. Que tipo de fenômeno não pode ocorrer num sistema vivo? Até que ponto você pode analisar as ferramentas da MQ, não as matemáticas, para aplicar nessas outras áreas?”* PQ7

Ainda nessa linha, EM3 e PQ7 falaram sobre as apropriações de termos por outros campos de pesquisa, como o das Ciências Humanas, que é preciso ter cuidado para não confundir a conceituação entre uma área de uma ciência e de outra, demonstrando a necessidade do debate filosófico sobre como são construídos os conhecimentos científicos (Pigozzo, 2021), inclusive pela iniciativa dos próprios cientistas ou profissionais da área (Bucchi, 2008).

Nesse sentido, PQ8, relatou que uma ex-aluna da Física, quando foi cursar pós-graduação em outra instituição, mesmo tendo estudado e conhecendo a MQ (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Pessoa Jr, 2011; Vergnaud, 1990), ainda assim começou a realizar cursos místicos, os quais dizia ter relações com a MQ, o que acontece com alguma frequência, com os profissionais que se formam nas áreas de ciências (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

*“Mesmo assim, pode ter pessoas que passam no curso de Mecânica Quântica e ainda acreditarem, né [...] Um exemplo, teve uma aluna... Uma vez, eu... Da Física Médica, né... Ela terminou o curso e depois de uns dois anos passou aqui pra conversar comigo, né. ‘Ah, que eu tô fazendo o mestrado em BH e num sei o quê’, e disse que tá fazendo uns cursos uns cursos místicos de poder e num sei o quê, né? E eu questioneei ela: mas tem alguma verificação? Ela sabe MQ, sabe alguma coisa e mesmo assim foi pra esse lado aí.”* PQ8

Assim, segundo Hilger (2013) e Pigozzo (2021), Fritjof Capra, mesmo sendo físico de formação, bem como Christa Wolf e Amit Goswami, encontraram dificuldade em exercer a profissão em universidades e instituições de pesquisa e formação por associações místicas à Mecânica Quântica (Pigozzo, 2021), mas utilizaram-se da sua formação acadêmica para difundir ideias não científicas, que entendemos estar relacionadas às suas visões místicas de mundo (Pessoa Jr, 2011), o mesmo contexto da situação relatado por PQ8. Destacamos, assim, o papel dos pesquisadores da área na propagação de ideias pseudocientíficas, que acabam se apegando a questões religiosas ou suas visões de mundo naturalistas mais do que aos conceitos científicos, dificultando ainda mais o relacionamento entre a física e o mundo místico.

Além disso, apesar das visões místicas da mecânica quântica não serem aceitas como um resultado científico, existem acadêmicos que são adeptos a uma ou outra dessas teses. São pessoas com uma predisposição para uma visão mística do mundo e entre esses, há apenas uma minoria das ciências naturais e um grupo um pouco maior entre as humanidades. Segundo Freire Júnior (2021), essas posturas continuam relacionadas à privação dos profissionais da Física que se formam atualmente em discutir e contextualizar a Física em um contexto histórico e filosófico de construção (Vergnaud, 1990).

Por outro lado, assim como Pessoa Jr (2011), entendemos que há outra postura possível em relação a toda complexidade que as discussões da MQ intrinsecamente apresentam. A delimitação do que é a ciência ortodoxa e de como ela funciona pode estabelecer um quadro, um limite para o que é possível concordar, do ponto de vista da ciência. No entanto, não podemos afirmar que uma interpretação ou uma visão de mundo não é verdadeira (Freire Júnior, 2021), mas que ela não se integra à visão ortodoxa da ciência. Assim, são hipóteses, que podem fazer parte da crença de cada um, mas só pode assumir um caráter “científico” quando se relaciona com uma comprovação científica.

A maioria dos participantes mencionou a importância de, enquanto profissionais da Física, falarem em nome dessa ciência e se posicionarem que a Física não consegue explicar esse tipo de fenômeno, no entanto, destacam as dificuldades desse posicionamento e reforçam seu caráter explicativo e combativo. Nesse sentido, muitos destacam não saber se um dia essa perspectiva será possível.

Fica evidente a complexidade do relacionamento entre os físicos com as apropriações indevidas da MQ, considerando que o uso dos termos da MQ de forma indevida por pesquisadores e professores de outras áreas (como o caso da medicina, mencionado por PQ9) uma vez que o ambiente universitário oferece “credibilidade acadêmica” para a extrapolação do termo, mesmo que isso seja contestado por pesquisadores da Física.

### **8.3. Reflexões sobre os Pesquisadores e o Misticismo Quântico**

Com relação ao conhecimento sobre a temática do misticismo quântico, todos os pesquisadores têm essa noção e até algum contato, alguns mais próximos, outros mais distantes, no entanto, já ouviram de alguma forma assuntos nessa linha, e alguns, mesmo que distante desse público, procuraram saber do que se tratava.

Acreditamos que ignorar não é a opção mais adequada, do ponto de vista da divulgação científica (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011), uma vez que se deseja buscar aproximações e estratégias de diálogo com o público, tanto para aproximação deste com a ciência, como para reconhecerem as diferenças entre o que é ou não ciência, quando abordados por diversos tipos de profissionais e produtos.

É comum que nessa busca por informações os indivíduos ou grupos sociais procurem fundamentação em respostas que se encaixem em suas ideias preferidas, restringindo as fontes acessadas apenas àquelas alinhadas com as suas crenças (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017; Kahan; Jenkins-Smith; Braman, 2011). Alinhado aos interesses de quem fornece informações e ao conforto de quem consome, muitos são os conceitos e definições sobre diversos fenômenos presentes no cotidiano da sociedade, acarretando produção inconsequente e irresponsável de muito do que se é propagado, com isso, gerando uma gama de notícias e informações desleais aos seus reais sentidos e significados (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) e uma maior probabilidade do público se apropriar de esquemas conceituais errôneos sobre as ciências, assim como o uso de argumentos que se constituem de proposições equivocadas (Vergnaud, 1990).

Logo, essa percepção do que é e como funciona a Física (Pessoa Jr, 2011; Marin, 2009), em especial a MQ tem atraído cada vez mais pessoas a se apropriarem dos termos usuais e de cunho científico de maneira ambígua, acarretando diversos problemas sociais e até mesmo para o contexto da própria Física.

Nesse sentido, reconhecemos, a complexidade desse relacionamento, uma vez que reflexões acerca desse tema não fazem parte do cotidiano dos pesquisadores, tanto no contexto da sua formação, quanto de atuação profissional.

Destacamos, assim, amparados nas discussões sobre as formações dos entrevistados apresentados no capítulo anterior, a necessidade melhorias e discussões conceituais ensino de física moderna de modo geral e Mecânica Quântica, mais especificamente, entendemos que os participantes da pesquisa não foram preparados ou refletiram sobre essas questões no seu processo de formação. Assim, acreditamos que, tanto na educação básica quanto em cursos de graduação e pós-graduação, é importante que juntamente com os formalismos se trabalhem mais discussões conceituais e reflexões sobre essa ciência e as possíveis apropriações. Desse modo, entendemos que outras gerações de pesquisadores estarão mais preparadas para coexistir com esse universo do misticismo quântico e, quem sabe, promover mais aproximações.

Neste contexto, poderíamos nos amparar, então, com relação à formação do docente-pesquisador e confrontar suas ideologias com as da universidade e seu papel de ensino-pesquisa e extensão neste espaço educacional, sem emitirmos juízo de valores, mas apoiados na premissa de que a construção social e pessoal do profissional influencia diretamente no seu modo de existência e produção ao longo da vida. Dessa forma, os aspectos evidenciados desses sujeitos, são amparados por perspectivas epistemológicas da ciência, propostas por Bunge (2013), quando diz sobre a formação e atuação no campo científico; no papel da universidade e de seus agentes, proposto por Santos e Almeida Filho (2008), quando alerta que o modelo de universidade reflete o modelo de sociedade que deseja, logo o modelo formativo nesse espaço deve construir no sujeito um modelo emancipatório de atuação; e nos trabalhos específicos sobre Comunicação, Divulgação e Popularização da ciência e postura dos Físicos frente aos temas controversos na sociedade, trazidos por Bucchi (2010; 1996) e Pessoa Jr (2011), postura essa que na maioria das vezes está condicionada e se distanciar do debate social da ciência e da tecnologia.

Acreditamos que as reflexões e discussões no contexto da DC e da PC devem colaborar para promover alguma aproximação. Assim, antes de seguirmos com propostas e possibilidades para a DC e PC de modo geral, e da MQ de forma específica, no próximo capítulo trazemos discussões sobre o olhar desses pesquisadores para a divulgação

científica, no contexto da extensão universitária, devido ao ambiente em que estão inseridos.

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho buscou compreender as concepções dos pesquisadores do INFIS/UFU sobre a Divulgação Científica, no contexto da Extensão Universitária, sobre especificamente a Mecânica Quântica. Desse modo, buscamos respaldos em estudos de comunicação, divulgação e popularização da ciência, e na teoria dos campos conceituais em que estes trouxeram características do exercício dessas práticas, as relações entre os cientistas, os divulgadores e o público, assim como a relação do conteúdo diante de cada espaço que é propagado.

Considerando o Perfil dos entrevistados, detectamos uma série de especificidades, entretanto, há uma série de convergências que nos mostram o cenário da Física no contexto Educacional e de DC/PC, assim como na ideologia construída na formação do pesquisador em Física ou de seu ensino.

Neste contexto, a relação da Física com os pesquisadores no Ensino Médio, se mostrou por muitas vezes conflituosa, já que em alguns casos os participantes relatam não conhecer ou ter uma visão distorcida do que é a Física, associando isso ao fato da má qualidade do conteúdo ministrado pelos professores. Estes aspectos podem estar associados tanto à formação que os professores dos participantes tiveram, como na qualidade do conteúdo de Física que era disponibilizado como material didático nas escolas, que propiciavam formações conceituais equivocadas ou confusas nos participantes.

Contudo, acreditamos que a formação do Físico, seja qualquer a sua área de atuação, deve ser sólida e capacitar o profissional para lidar criticamente com questões de transposição e recontextualização dos conteúdos científicos da Física; para a construção de conhecimentos coerentes com o campo conceitual da MQ no público leigo, seja ele escolar, ou não. Com isso, a capacitação do profissional vai além da garantia compatibilidade com o conteúdo científico de Física, mas, na correta orientação dos estudantes sobre o que é e o que se faz nas carreiras de Física. Ademais, considerando o caso da DC e da PC, que este profissional consiga comunicar adequadamente, mediante boas estratégias de construção de esquemas conceituais. Dessa forma, pode ser possível

contornar as questões enfrentadas frente à existência do misticismo associado à MQ, ou mesmo a negação.

Ainda sobre o Ensino Médio, um tópico colocado pelos pesquisadores diz respeito sobre as ações de DC e PC nesta fase, em que se mostraram quase escassas ou tentativas malsucedidas de participação em feiras e olimpíadas de ciências. Ainda, foi colocado sobre materiais de DC como livros e programas de TV; logo, essas duas ações são importantes para o contexto de comunicar ciência o público escolar e não escolar, já que a ciência deve se fazer presente, não apenas enquanto os sujeitos frequentam a escola, visto a existência da ciência no cotidiano humano. Logo, as diversas mudanças que ocorrem nesse campo diariamente, explicitam a necessidade da formação de um profissional em Ensino, DC e/ou PC capaz de abordar questões contemporâneas sobre a MC para público (Brownell; Price; Steinman, 2013; Webb *et al.*, 2012).

No cenário da graduação, todos os entrevistados relataram ter participado de projetos de Iniciação Científica, Iniciação à Docência, ou projetos de Museus de Ciências. Mais especificamente sobre esses últimos, ocorreu a menção do Museu Dica enquanto espaço importante para a DC e a PC. Dessa forma, é necessário que essa consciência se estenda para todos os estudantes, considerando as missões, visões e valores desse museu, bem como o seu compromisso com a comunicação da ciência para com o seu público, além do compromisso em ser um espaço formativo dentro do INFIS/UFU.

Particularmente, os projetos de IC foram relatados como motivadores para a continuação da formação na Pós-graduação, assim como as disciplinas que se relacionavam diretamente sobre os seus projetos de pesquisa. Logo, nos remete à importância da conexão das atividades desse tipo com o currículo dos cursos de graduação em Física (básica ou aplicada, bacharelado ou licenciatura).

Ainda sobre a graduação, foi mencionado sobre as diferenças entre os cursos de bacharelado e licenciatura, onde este tem um perfil enfraquecido tanto do ponto de vista do objetivo do curso, quanto por questões de vínculos empregatícios nos períodos diurno relacionadas ao público que frequenta essa formação. De fato, a formação de um Físico que atuará em espaços diferentes daqueles dos Laboratórios de Física teórica, básica, aplica, experimental, etc., deve ser diferenciada; já que para lidar com questões de comunicar o conteúdo são necessários conhecimentos em Educação, Comunicação, História, Filosofia, Psicologia, entre outras tantas áreas. Isto posto não deve ser permitido

associar esse perfil de profissional como inferior, ou mesmo incapaz de lidar com qualquer conteúdo referente à Física.

Para as características da pós-graduação e da pesquisa, na oportunidade de cursar MQ naquele contexto, de antemão o professor da disciplina recebeu o autor da pesquisa com muita satisfação, porém, advertiu para que talvez o formato daquele curso não contemplasse questões que fossem necessárias para discussões filosóficas e históricas da MQ. Segundo o próprio professor, no curso de Pós-Graduação em Física o foco e escopo estão conectados com as ferramentas matemáticas para a compreensão da MQ. Contudo, é de se mencionar que a discussão da disciplina foi bastante rica, muito contextualizada e bastante diferente do que foi visto na graduação. Sendo assim, ofereceu rica discussão e possibilidade de interpretação dos conceitos e fenômenos, bem como a aquisição de segurança para falar de MQ com o público leigo.

Corroborando com essa perspectiva, esse fato também foi colocado pelos outros estudantes da disciplina, entretanto, alguns disseram ter dificuldades para compreensão do conteúdo por vir com uma bagagem vazia em relação à discussão conceitual durante a graduação. Assim, todos entrevistados falaram das suas pesquisas e da importância dela para o contexto social, bem como elas estavam relacionadas com a MQ. Desse modo, chamamos a atenção para a necessidade da construção e consolidação de currículos que contemplem essas questões, considerando, ainda, que a Extensão Universitária atualmente está passando por processo de curricularização na universidade, induzindo à certa obrigação para com essas práticas durante a atuação na Pesquisa e no Ensino.

Outro ponto de atenção, é que um dos entrevistados é orientando de um dos pesquisadores que se negou a participar da pesquisa. Nesse sentido, ao contrário, do orientador, o estudante respondeu adequadamente sobre a sua pesquisa, a relação desta com a MQ, além do contexto social que sua pesquisa pode contribuir. Logo, refletimos que, apesar da participação na pesquisa ser voluntária, a justificativa do professor não condiz com a sua atuação profissional, o que nos leva a reavaliar que o professor tem concepções equivocadas sobre alguma questão, mas que não temos respostas para tal.

Sobre os pesquisadores e as relações com a DC, foram encontradas três subcategorias: (1) importância; (2) possibilidades; e (3) dificuldades. Assim, sobre a importância, os participantes colocaram aspectos como: valor e importância C&T na sociedade; aproximação da sociedade e universidade; combate à negação da ciência;

combate à pseudociência; e obrigatoriedade pelos órgãos de fomento. Dessa forma, eles reconheceram a vinculação da ciência e das atividades de pesquisa com a sociedade, bem como a influência da concepção social sobre a ciência e sua produção. Contudo, parece, ainda, haver uma desconexão dessa conscientização, e a incorporação desta em suas práticas profissionais, quando colocam que isso é importância, mas não se colocam como protagonistas desse processo, tampouco como contribuintes com as ações de Ensino, DC e PC.

Outro aspecto comentado, foi a relação das políticas e das políticas públicas com os investimentos em ciência e tecnologia, quando reconheceram que o governo contemporâneo, em entrevistas, apresentou diversos desserviços para a área de pesquisa e ensino.

No contexto das possibilidades, é que ficou evidente qual seria o papel do pesquisador nas ações de DC e PC, já que a maioria indicou que pesquisadores devem se envolver essas ações. Porém, foram apresentadas duas perspectivas de atuação: uma diz que os pesquisadores mais velhos que devem realizar DC e PC; a segunda diz que eles podem participar, desde que como convidados por essa prática necessitar de um profissional com conhecimentos e estudos em comunicação e educação para orientação e coordenação dos projetos.

Discordamos quanto ao fato de apenas pesquisadores experientes se envolverem, uma vez que essa lógica se apoia no discurso de que estes estariam mais bem estabelecidos na pesquisa. Logo, teriam mais tempo disponível bem como possibilitar que os mais jovens ganhem tempo para construir currículo; essa preposição está ligada ao modelo produtivista que se é cobrado dos docentes do magistério superior nas universidades, modelo este que se valoriza muito à pesquisa em detrimento do ensino, e mais ainda da extensão (que engloba as ações de DC e PC). Essa perspectiva merece um olhar cuidadoso e uma ação que desconstrua o papel do pesquisador atualmente, já que essa concepção não está em consonância com os princípios advindos da indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão.

Porém, concordamos com os argumentos de que práticas de DC e PC devem ter sempre o envolvimento de um profissional com formação nessa área. Pois, a aquisição de habilidades de comunicação e estudos de público leva tempo, e pode garantir certa eficiência em ações que envolvam estes aspectos de construção conceitual no público.

Além disso, pouco se justificaria os esforços e as pesquisas nessa área, bem como a construção de uma disciplina científica que faz estudos nessa linha.

Os meios de comunicação e os espaços como os museus foram bastantes mencionados, assim como a criação de setores específicos na universidade para a DC e PC. Sobre a UFU, esta possui a DIRCO (De Sousa; Almeida, 2020), que oferece diversas possibilidades de estratégias e recursos de publicações para DC dos profissionais da universidade. Dessa maneira, acreditamos que seja necessária uma melhor apresentação desse setor ao INFIS, e para outras unidades, para os docentes terem conhecimento e oportunidade de buscar suporte quando desenvolvem ações de DC e PC, e assim fortalecer todo o processo concebido na ciência, pela UFU.

No caso do Museu Dica, a minoria dos estudantes e dos professores demonstraram reconhecer as potencialidades deste espaço como órgão de extensão do INFIS. É notável que no caso dos estudantes estes se formaram na graduação, também na UFU, e foi nesse período que experienciaram as atividades do museu. Logo é preciso um esforço tanto do museu, como do INFIS/UFU, em reconhecer suas potencialidades e promover ações que permitam o acesso desses personagens no espaço do museu para que não apenas sejam públicos, mas atores nas atividades de DC e PC que possam ocorrer dessas parcerias.

A respeito das dificuldades para desenvolver ações de DC e PC na área da Física, especialmente da MQ, o principal fundamento colocado está relacionado às limitações dos pesquisadores em falar com o público leigo. Neste contexto, destacaram a falta de tempo, pela rotina cheia, e nas prioridades de avaliação as ações de DC não tem relevância, como já comentamos sobre a ressignificação da atividade dos profissionais das universidades. Ademais colocaram que o público não consegue compreender temas complexos ou, ainda, que não se sentem atraídos por tal temática, já que a MQ não tem apelo exótico em seus conteúdos.

É de se notar que as possibilidades, com a recontextualização e a transposição do conteúdo científico, são desconhecidas pelos participantes. Ainda, trazemos que os recursos expositivos e de curadoria empregados nos museus de ciências, em especial no Museu Dica, podem ser de grande valia para que se chame a atenção do público. O último aspecto dessa subcategoria se relaciona com a relação dos físicos com os conteúdos das

ciências humanas e sociais, de fato é abordado na literatura sobre esse comportamento dos cientistas.

Na categoria que investiga a relação dos pesquisadores com os propagadores do misticismo quântico e quais estratégias podem ser adotadas no confronto com esses sujeitos, os participantes relataram diversas situações de contato com pessoas desse público. Desse modo, trazemos que alguns disseram que algumas pessoas evitam falar com eles sobre esses assuntos pelo conhecimento sobre suas formações; este aspecto remonta ao modelo de Déficit e à colocação distante da ciência e sua produção do contexto da sociedade.

Assim, acreditamos que essas perspectivas são equivocadas e favorecem a visão conturbada que muitas pessoas têm da ciência. Desse modo, é necessária uma conscientização dos profissionais da Física sobre o papel que eles devem ocupar enquanto pesquisadores, de modo a diminuir o distanciamento com a sociedade, seja ela com qualquer crença ou valor. Além disso, essa mudança de perfil, é necessária para combater elementos que eles mesmo colocaram sobre a condição da ciência na sociedade, especialmente da MQ que estão relacionadas aos produtos, como colchão e pulseiras, e aos serviços e práticas de saúde, como a psicologia e práticas relacionadas à cultura oriental que prometem algum tipo cura ou autonomia do sujeito em seu processo de conservação da saúde.

Nessa mesma linha, os participantes destacaram aspectos sobre as perspectivas de aproximação, contudo, que não ocorra diretamente, uma vez que priorizam o afastamento e o combate; dessa maneira, essa perspectiva pode ser ingênua e, considerando limites políticos e judiciários, o combate pode ser quase impossível, já que não existe tratativas para o misticismo quântico nessas áreas. Assim, ainda enfatizamos que o afastamento não é uma alternativa, como os vários estudos que apontamos, já que essa reação pode provocar aumento significativo da aceitação das práticas místicas e pseudocientíficas relacionadas à Física e à MQ.

Um contraponto, mencionado por alguns, se refere à atuação na educação básica como alternativa de contornar os efeitos do misticismo quântico na sociedade. Consideramos que este aspecto é válido, porém, insuficiente, uma vez que a etapa do Ensino Médio é uma etapa final da Educação Formal, ou seja, muitos podem não querer passar pelas universidades e faculdades para cursar o Ensino Superior ou, ainda, não

terem recursos e oportunidades para tal. Uma vez que as vagas nessas instituições são limitadas e, muitas vezes, exigem critérios de avaliação do conhecimento que os concluintes da Educação Básica não experienciaram.

Nesse sentido, ainda, é necessário pontuar que a passagem pelo curso superior não serve de garantia sobre a conscientização das pessoas sobre a MQ e a distância dela com as práticas místicas. Visto que um participante mencionou sobre uma egressa, que estava no mestrado, e ela comentou que naquele momento propagava cursos e conhecimentos sobre misticismo quântico.

A título de fundamentação nos próximos argumentos, a estudante em questão se formou em um dos cursos de grau de bacharelado do INFIS e estava realizando mestrado na área de Física Aplicada. Dito isso, retomamos ao contexto da formação dos cursos de Física (especialmente os bacharelados e as pós-graduações) que priorizam os conhecimentos técnicos em detrimento de outros, como: discussões filosóficas e históricas; em que essa lacuna pode ser responsável por formar físicos com desconhecimento de temas que rodeiam a profissão e a construção do conhecimento científico da área.

Assim, observa-se que essas relações do conhecimento científico com os demais temas, uma vez desconhecidas, abrem brechas para que mesmo profissionais com conhecimentos em Física associem esta ciência aos fenômenos místicos oriundos e relacionados com e para ela. Por último, não possuímos dados sobre a comparação da formação de licenciandos e bacharelados, contudo o argumento colocado sobre a fragilidade da formação nos cursos de licenciatura talvez não passe de certa ignorância em relação ao que é de fato importante sobre a formação de profissionais da Física para atuar em qualquer área.

Dessa forma, os dados dessa pesquisa nos trouxeram diversos aspectos, os quais podemos usar de alicerce para a construção de conteúdos e para alimentar outras pesquisas, seja na área de Ensino de Física/MQ, seja na DC e na PC. Esses resultados convergiram na reflexão e construção de um material (Apêndice 2) que possa servir de apoio à formação de pesquisadores e educadores no campo das ciências, seja em seu Ensino, Divulgação ou Popularização.

## 10. REFERÊNCIAS

ACHIAM, M. Didactic Transposition: The transformation and translocation of science in museums. 2014.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O QUE É HISTÓRIA DA CIÊNCIA**. 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.1, n.02, p. 45-58, 1979.

AMARAL, Fernanda Vasconcelos; JULIANI, Jordan Paulesky. Diálogo entre comunicação e divulgação científica: reflexões para o desenvolvimento de habilidades em competência crítica da informação. Biblos: **Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação**, Rio Grande, v. 34, n. 01, p. 06-18, 2020. DOI: <<http://dx.doi.org/10.14295/biblos.v34i1.11284>> Acesso em 02 nov. 2023. <http://dx.doi.org/10.14295/biblos.v34i1.11284>

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. rev. e ampl. Lisboa: Edições, v. 70, 2011.

BARROS, Matheus. Relatório nº 3/2021/DICA/DIRINFIS/INFIS. Sistema Eletrônico de Informações da Universidade Federal de Uberlândia (SEI/UFU), 2021. Disponível em: <[https://www.sei.ufu.br/sei/modulos/pesquisa/md\\_pesq\\_documento\\_consulta\\_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5RpkHjdOIWYeVA106A9srNrBwf4wdvrkpJtHGawyJ8o99ZOvYK3gAfEr-9DhQf1MEzKj2e-WIagIZmz9qXXKnel](https://www.sei.ufu.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5RpkHjdOIWYeVA106A9srNrBwf4wdvrkpJtHGawyJ8o99ZOvYK3gAfEr-9DhQf1MEzKj2e-WIagIZmz9qXXKnel)> Acesso em: 10 ago. 2023.

BARROS, Matheus; ALVES, Daízi de Freitas; MARTINS, Silvia. Ações de estruturação e planejamento em museus: a formação de monitores no Museu Dica pós-pandemia. In: Congresso RedPOP, 18, 2023, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e no Caribe - Museu da Vida/Fiocruz, p. 42. 2023. Disponível em: <[https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS\\_compressed.pdf](https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS_compressed.pdf)> Acesso em: 20 out. 2023.

BARROS, Matheus; FÉLIX, Maycon Pereira; MARTINS, Silvia. MISTICISMO QUÂNTICO: O OLHAR DOS PESQUISADORES E POSSÍVEIS ATITUDES PARA A COMPREENSÃO DA FÍSICA. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE

FÍSICA, 19, 2022, Uberlândia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: < <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xix/sys/resumos/T0318-1.pdf> > Acesso em: 07 out. 2023.

BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. O museu DICA e a escola: a percepção dos professores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Uberlândia. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T1033-2.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2023.

BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: POSSIBILIDADES ENTRE O ENSINO DE FÍSICA E O MUSEU DE CIÊNCIAS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22, 2017, São Carlos. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2018. Disponível em: < <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0039-1.pdf> > Acesso em 22 out. 2023.

BARROS, Matheus; MIRANDA, Luis Fernando dos Santos; MARTINS, Silvia. UM PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES SOBRE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS EM EVENTOS E PUBLICAÇÕES DA SBF. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, ONLINE. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2020. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xviii/sys/resumos/T0198-1.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2022.

BARROS, Matheus; SOUSA, Adriano; MARTINS, Silvia . A física das pseudociências: um olhar para a "cura quântica". **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências...** Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76038>>. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76038>>. Acesso em 27 set. 2021.

BARROS, Matheus; TAKAHASHI, E. K. ; MARTINS, Silvia . Um QUIZ para Eletrostática: Construindo Artefato de Museu de Ciência como Estratégia para o Aprendizado. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis. **Anais...** Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em

Ciências, São Paulo, 2017. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0541-1.pdf>> Acesso em 22 nov. 2021.

BERTONHA, Fábio. Produção e produtividade no meio acadêmico. A “ditadura do Lattes” e a Universidade contemporânea. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 9, n. 100, p. 06-09, 2009.

BLANCKE, S.; BOUDRY, M.; PIGLIUCCI, M. Why Do Irrational Beliefs Mimic Science? The Cultural Evolution of Pseudoscience. **THEORIA**, v. 83, p.78–97, 2017. <https://doi.org/10.1111/theo.12109>

BOMFIM, Alexandre Maia do; VIEIRA, Valéria; DECCACHE-MAIA, Eline. A crítica da crítica dos mestrados profissionais: uma reflexão sobre quais seriam as contradições mais relevantes. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 245-262, 2018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010016>

BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia; REIS, José Cláudio. Breve história da ciência moderna: das luzes ao sonho do doutor Frankenstein (séc. XVIII). **Rio de Janeiro: Jorge Zahar**, v. 3, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes nacionais curriculares para os cursos de física Brasília: CNE/CES, 2001. Disponível em: <<https://cutt.ly/YB2DwH3>> Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES Nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Diário Oficial da União, S.1, p. 49-50, 2018. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category\\_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192)> Acesso em: 06 out. 2023.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Documento Orientador de APCN. Área 46: Ensino. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <[http://capes.gov.br/images/Criterios\\_apcn\\_2019/ensino.pdf](http://capes.gov.br/images/Criterios_apcn_2019/ensino.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2023.

BRASIL. DECRETO Nº 11.754, DE 25 DE OUTUBRO DE 2023. Institui o Programa Nacional de Popularização da Ciência - Pop Ciência e o Comitê de Popularização da Ciência e Tecnologia - Comitê Pop. Presidência da República. Casa Civil. Secretaria

Especial para Assuntos Jurídicos. Brasília, D.O.U., Seção 1, p. 19-20, quinta-feira, 26 de outubro de 2023. Disponível em: <  
<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/10/2023&jornal=515&pagina=19&totalArquivos=145>> Acesso em: 26 out. 2023.

BROWNELL, Sara E.; PRICE, Jordan V.; STEINMAN, Lawrence. Science communication to the general public: why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. **Journal of undergraduate neuroscience education**, v. 12, n. 1, p. E6, 2013.

BRUNO, Maria Cristina Oliveira e CURY, Marília Xavier e RIZZI, Maria Christina de Souza Lima. Difusão científica, musealização e processo curatorial: uma rede de possibilidades e desafios para os museus universitários. 1999, **Anais..** São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária - Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: < <https://repositorio.usp.br/item/001030862>> Acesso em 17 set. 2023.

BUCCHI, Massimiano. When scientists turn to the public: Alternative routes in science communication. **Public Understanding of Science**, v. 5, n. 4, p. 375, 1996.  
<https://doi.org/10.1088/0963-6625/5/4/005>

BUCCHI, Massimiano. Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. **Handbook of public communication of science and technology**, v. 57, p. 76, 2008.

BUCCHI, Massimiano; TRENCH, Brian. Rethinking science communication as the social conversation around science. **Journal of Science Communication**, v. 20, n. 3, p. Y01, 2021. <https://doi.org/10.22323/2.20030401>

BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.  
<https://doi.org/10.5433/1981-8920.2010v15n1esp1>

BUNGE, Mario. **Foundations of physics**. Springer Science & Business Media, 2013.

CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade: Estudos**; v. 25, n. 3 (2015); 89-104, v. 24, n. 2, p. 104-89, 2015.

CHIBENI, Silvio Seno. Locke e o estatuto epistemológico das leis científicas. In: **IV Principia Symposium**, 2005. Disponível em:

<<https://www.unicamp.br/~chibeni/public/lockeleis.pdf>> Acesso em: 07 mar. 2022.

COLOMBO JR, Pedro Donizete. (Pro)fessora, posso perguntar? Visitas escolares a exposições sobre controvérsias sociocientíficas em museus de ciências. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 26, n. 1, p. 01-18, 2021. <https://doi.org/10.18316/recc.v26i1.6805>

CONTIER, Djana; MARANDINO, Martha. Formação de mediadores e temas controversos nos museus. **Boletim Gepem**, n. 69, p. 4-14, 2016.

<https://doi.org/10.4322/gepem.2017.002>

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. In: Seminário Internacional Sobre Profissionalização Docente, 5, 202=15. Curitiba: **Anais...** 2015. p. 10980-10989.

DA COSTA, Antonio Roberto Faustino; DE SOUSA, Cidoval Moraes; MAZOCCO, Fabricio José. Modelos de comunicação pública da ciência: agenda para um debate teórico-prático. **Conexão-Comunicação e Cultura**, v. 9, n. 18, 2010.

DA COSTA, João Vitor Crisostomo. Física Moderna e Contemporânea em Exposição: Reflexões sobre os desafios da comunicação de temas abstratos da Física em um museu de ciências. 2019. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

DE SOUZA CRUZ, F. F. Mecânica Quântica e Cultura em dois momentos. **Teoria Quântica: Estudos Históricos e Implicações Culturais**. 1ed. Campina Grande/São Paulo: Editora UEPB e Livraria de Física, v. 1, p. 303-320, 2011.

<https://doi.org/10.7476/9788578791261.0014>

DE OLIVEIRA, Maria Luiza. DESVIOS DE CONCEITOS DA TEORIA QUÂNTICA PELA BRICOLAGEM DE NÃO CIENTISTAS. **Revista do SETA-ISSN 1981-9153**, v. 8, 2018.

DE SOUSA, Taciana Alves; ALMEIDA, Diélen dos Reis Borges. Divulgação científica na UFU: as ações que levam as pesquisas para fora da universidade. **Revista do EDICC-ISSN 2317-3815**, v. 6, 2020.

DESVALLÉES, André; MAIRESSE, François (Ed.). Conceitos-chave de Museologia. São Paulo: Comitê Brasileiro do Conselho Internacional de Museus, 2013.

DICKSON, David. The case for a 'deficit model' of science communication. **SciDev.net**, v. 27, 2005.

DIOGO, Rodrigo Claudino; GOBARA, Shirley Takeco. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, v. 17, 2007. São Luiz. **Anais...** Sociedade Brasileira de Física, São Luiz, 2007.

EPSTEIN, Isaac. Comunicação da ciência. **São Paulo em perspectiva**, v. 12, n. 4, p. 60-68, 1998.

EPSTEIN, Isaac. Comunicação da ciência: rumo a uma teoria da divulgação científica. **Organicom**, v. 9, n. 16-17, p. 18-38, 2012. <https://doi.org/10.11606/issn.2238-2593.organicom.2012.139126>

FARIA, Maryelly da Silva; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. Mecânica quântica em exposição: percepções dos curadores e do público. In: Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura (EDICC), 9, 2022, Campinas. **Anais...** Campinas: Labjor, p. 102-103. 2022. Disponível em: < <https://edicc2022.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2022/09/Caderno-de-Resumos-completo.pdf> > Acesso em: 19 out. 2023.

FARIA, Filipe Pereira; CARNEIRO, Marcelo Carbone. O papel da experimentação na história do ensino de Física no Brasil. **[TESTE] Debates em Educação**, v. 12, n. 26, p. 36-51, 2020. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n26p36-51>

FÉLIX, Maycon Pereira; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. Divulgação da Mecânica Quântica: possibilidades na visão dos pesquisadores do INFIS/UFU. In: Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura (EDICC), 9, 2022, Campinas. **Anais...** Campinas: Labjor, p. 100-101. 2022. Disponível em: < <https://edicc2022.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2022/09/Caderno-de-Resumos-completo.pdf> > Acesso em: 19 out. 2023.

FÉLIX, Maycon Pereira; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. "Quem é o cientista?": uma proposta de aproximação do pesquisador e da comunidade. In: Congresso RedPOP, 18, 2023, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Rede de

Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e no Caribe - Museu da Vida/Fiocruz, p. 3. 2023. Disponível em: < [https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS\\_compressed.pdf](https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS_compressed.pdf)> Acesso em: 20 out. 2023.

FERREIRA, Rejane Ricardo. O DISCURSO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: CAMINHOS PERCORRIDOS, CONCEITOS, DESAFIOS E PRÁXIS. **INTERLETRAS**, ISSN Nº 1807-1597. v. 3, n. 20, p. 1-12, 2015.

FREIRE JUNIOR, Olival. O centenário debate sobre a interpretação e os fundamentos da Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, p. 1047-1066, 2021. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12911>

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação: Revista de Estudos da Educação**, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio; HERSCOVITZ, Victoria E. Uma proposta para o ensino de Mecânica Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 4, p. 444-457, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172001000400010>

HILGER, Thaís Rafaela. Representações sociais de conceitos de Física Moderna e Contemporânea. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013, 269 p.

HOHENSTEIN, Jill; TRAN, Lynn Uyen. Use of questions in exhibit labels to generate explanatory conversation among science museum visitors. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 12, p. 1557-1580, 2007. <https://doi.org/10.1080/09500690701494068>

International Council of Museums (ICOM). ICOM Code of Ethics for Museums, 2009. Disponível em: <<https://icom.museum/wp-content/uploads/2018/07/ICOM-code-En-web.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2023.

JOB, Nelson. Magia ao longo da Ciência Renascentista e Moderna. **Anais da ReACT-Reunião de Antropologia da Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, 2015.

KAHAN, Dan M.; JENKINS-SMITH, Hank; BRAMAN, Donald. Cultural cognition of scientific consensus. **Journal of risk research**, v. 14, n. 2, p. 147-174, 2011.

<https://doi.org/10.1080/13669877.2010.511246>

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2ª ed. (reimp) São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2015.

MACHADO, Sandro da S. Livramento; CRUZ, Frederico de Firmo Souza. A Teoria Quântica e a apropriação do conhecimento científico: o uso da história e filosofia da ciência pelos misticismos. **Anais...** In: Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, 15, Florianópolis, 2016.

MARANDINO, Martha *et al.* A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. **Atas...** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 04, 2004, p. 37-45, 2004.

MARANDINO, Martha; CONTIER, Djana. Controvérsias, museus e exposições: será esse um bom momento para incrementar a relação entre museus e públicos?. **Jornal Pensar a Educação em Pauta**, Belo Horizonte, v. 5, n. 178, p. 1-6, 2017.

MARANDINO, M. The expositive discourse as pedagogical discourse: studying recontextualization in the production of a science museum exhibition. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, n. 2, p. 481-514, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9625-9>

MARANDINO, Martha *et al.* Controvérsias em museus de ciências: reflexões e propostas para educadores. **São Paulo: FEUSP**, 2016.

MARICATO, João de Melo *et al.* Conceitos, tendências e atores envolvidos na divulgação científica: considerações a partir das pesquisas apresentadas na Intercom| Concepts, tendencies and actors involved in scientific publicizing: considerations from

researches presented at Intercom. **Liinc em revista**, v. 11, n. 2, 2015.

<https://doi.org/10.18617/liinc.v11i2.809>

MARIN, Juan Miguel. 'Mysticism' in quantum mechanics: the forgotten controversy. **European Journal of Physics**, v. 30, n. 4, p. 807, 2009. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/30/4/014>

MARTINS, Roberto Andrade. Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1-Física clássica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 243-264, 1998.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu Castro. Divulgación de la ciencia: perspectivas históricas y dilemas permanentes. **Quark**, p. 30-35, 2004.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro. Ciência e público: reflexões sobre o Brasil. **Redes**, v. 15, n 30, p. 105-124. 2009.

MASSARANI, Luisa *et al.* Pesquisa em divulgação científica: um estudo dos artigos científicos na América Latina. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, 2023.

MINTZ, A. Science Society and Science Centers. História, Ciências, Saúde: Manguinhos, V.12 (suplemento), Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz, 2005. p. 267-280. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400013>

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C. & BRITO, F (orgs.). **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência–Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, p. 44-64, 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0451>

MUSEU DIVERSÃO COM CIÊNCIA E ARTE (DICA). Daniela Vicedomini (Resp.). Plano Museológico 2023-2028 do Museu Dica. Uberlândia: Instituto de Física; Pró-

reitoria de Extensão e Cultura; Universidade Federal de Uberlândia, 2023. Disponível em: <  
[https://www.sei.ufu.br/sei/modulos/pesquisa/md\\_pesq\\_documento\\_consulta\\_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5TkIR8VI3tkCMqCw5STL8tNuKILHLfRRjpcXfhYUI8FyR1W1rjJqoVKFes81\\_j0dZWMY8HRqMhqJRmoaQ79cQII](https://www.sei.ufu.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5TkIR8VI3tkCMqCw5STL8tNuKILHLfRRjpcXfhYUI8FyR1W1rjJqoVKFes81_j0dZWMY8HRqMhqJRmoaQ79cQII)> Acesso em: 12 set. 2023.

NASCIMENTO FILHO, Carlos Alberto; PINTO, Sabine Lino; SGARBI, Antonio Donizetti. Um ensaio sobre divulgação científica. **DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE CIÊNCIAS**, p. 11, 2015.

NASCIMENTO, Silvania Sousa; VENTURA, Paulo Cezar Santos. Mutações na construção dos museus de ciências. **Pro-posições**, v. 12, n. 1, p. 126-138, 2001.

NOVAK, Joseph. Clarify with concept maps. **The science teacher**, v. 58, n. 7, p. 44, 1991.

NUNES, Anderson Lupo. a física quântica e sua relação com as tradições esotéricas e exotéricas. **Fraternitas In Praxis**, v. 2, n. 2, 2015.

PANTOJA, Glauco Cohen Ferreira; MOREIRA, Marco Antonio; HERSCOVITZ, Victoria Elnecave. Uma revisão da literatura sobre a pesquisa em ensino de Mecânica Quântica no período de 1999 a 2009. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa. V. 4, n. 3, p. 1-34, 2011. <https://doi.org/10.3895/S1982-873X2011000300001>

PECHULA, Marcia Reami; GONÇALVES, Elizabeth; CALDAS, Graça. Divulgação científica: discurso, mídia e educação. Controvérsias e perspectivas. **Revista de Estudios para el Desarrollo Social de la Comunicación**, n. 7, p. 201-212, 2013.

PESSOA JR, Osvaldo. O fenômeno cultural do misticismo quântico. **Teoria Quântica: Estudos Históricos e Implicações Culturais**. 1ed. Campina Grande/São Paulo: Editora UEPB e Livraria de Física, v. 1, p. 281-302, 2011.  
<https://doi.org/10.7476/9788578791261.0013>

PICCOLI, MARCIA SPEGUEN DE QUADROS; PANIZZON, MATEUS. A POPULARIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO FORMA DE INTERAÇÃO ENTRE A ACADEMIA E A SOCIEDADE. **RBPG. Revista Brasileira**

**de Pós-Graduação**, v. 17, n. 37, 2021. <https://doi.org/10.21713/rbpg.v17i37.1735>

PICCOLI, Marcia Speguen de Quadros; STECANELA, Nilda. Popularização da ciência: uma revisão sistemática de literatura. **Educação e Pesquisa**, v. 49, 2023. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202349253818>

PIGOZZO, Daniel. Do místico ao quântico: o emaranhamento de cosmovisões no desenvolvimento da física moderna e contemporânea. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021, 128 p.

PITA, Lucas Richard dos Santos; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. Dica Viajante: possibilidades e processos envolvidos na construção de uma mostra itinerante. In: Congresso RedPOP, 18, 2023, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e no Caribe - Museu da Vida/Fiocruz, p. 114. 2023. Disponível em: < [https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS\\_compressed.pdf](https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS_compressed.pdf)> Acesso em: 20 out. 2023.

PORFIRO, Leandro Daniel; BALDINO, José Maria. Perspectivas teórico-conceituais de popularização da ciência: vulgarização, alfabetização e divulgação científica. **Revista Científica de Educação**, v. 3, p. e019005-e019005, 2018.

POUPART, Jean et al. **A pesquisa qualitativa. Enfoques epistemológicos e metodológicos**, v. 2, 2008.

ROCHA, Carlos Raphael; HERSCOVITZ, Victoria E.; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão da literatura em publicações de 2010 a 2016 sobre o ensino de conceitos fundamentais de Mecânica Quântica. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 12, n. 1, p. 6, 2018.

ROCHA, Jessica Norberto; MASSARANI, Luisa; CASTELFRANCHI, Yuri; AMORIM, Juliane dos Santos. Adolescentes, Controvérsias Sociocientíficas e Experiências Museais: a Mediação para Catalisar Diálogos sobre Ciência e Religião. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e29497-32, 2021. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u132>

ROSA, C. T. W; ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história as novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educacion (online)**, v. 52, p. 1-24, 2012. <https://doi.org/10.35362/rie5821446>

SAITO, Marcia Tiemi. A gênese e o desenvolvimento da relação entre Física Quântica e misticismo e suas contribuições para o Ensino de Ciências. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. DOI:10.11606/T.81.2019.tde-10062019-121225. Acesso em: 30 ago. 2023. <https://doi.org/10.11606/T.81.2019.tde-10062019-121225>

SAITO, Marcia Tiemi. O Fenômeno Cultural do Misticismo Quântico: possibilidades e perspectivas de investigação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 4, n. 3, 2021. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12903/114116170>> Acesso em: 26 out. 2023. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12903>

SANTOS, Boaventura de Sousa; ALMEIDA FILHO, Naomar de. A universidade no século XXI: para uma universidade nova. **Coimbra: Almedina**, v. 3, p. 1991-1992, 2008.

SANTOS, M. A. B. A Mecânica Quântica no processo de formação de licenciandos em Física: um estudo de caso. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: <<https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/mecanica-quantica-no-processo-de-formacao-de-licenciandos-em-fisica-um-estudo-de-caso>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

SANTOS, Analice Alves Marques dos.; FARIA, Maryelly da Silva; ALVES, Daízi de Freitas; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. Brincando e Aprendendo: reflexões sobre a curadoria de uma mostra de ciências. In: Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura (EDICC), 9, 2022, Campinas. **Anais...** Campinas: Labjor, p. 84-85. 2022. Disponível em: < <https://edicc2022.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2022/09/Caderno-de-Resumos-completo.pdf> > Acesso em: 19 out. 2023.

SILVA, H. C. O que é divulgação científica?. **Ciência & Ensino** (ISSN 1980-8631), v. 1, n. 1, 2006.

SINATRA, G. M., KIENHUES, D. e HOFER, B. K. Addressing challenges to public understanding of Science: epistemic cognition, motivated reasoning, and conceptual change. **Educational Psychologist**, 49:2, 123-138. 2014.

<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916216>

SOUSA, Adriano Ribeiro. Física quântica, ciência e pseudociência: um olhar analítico sobre o termo quântica na internet. 2021. 105 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. Disponível em: <<http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.94>> Acesso em: 01 abr. 2022.

SOUZA, Rafaelle Da Silva; MIRANDA, Styves Barros. Investigações sobre as possibilidades de reconhecer apropriações indevidas da Mecânica Quântica: o papel da divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20220054, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-0054>

TORRES, Heidie; GARCIA, Débora; BARROS, Matheus; NUNES, Natália; MARTINS, Sílvia. ELETRICIDADE EM EXPOSIÇÃO: ELEMENTOS PARA A ABORDAGEM DA ELETRICIDADE NO COTIDIANO, EM UM MUSEU DE CIÊNCIAS. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, ONLINE. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2020, p.1023-1130. Disponível em: < [http://www1.fisica.org.br/~epef/xviii/images/Anais\\_XVIII-EPEF.pdf](http://www1.fisica.org.br/~epef/xviii/images/Anais_XVIII-EPEF.pdf)> Acesso em: 02 mar. 2022.

Universidade Federal de Uberlândia (UFU). RESOLUÇÃO SEI Nº 14/2018, DO CONSELHO DE PESQUISA E PÓS- GRADUAÇÃO Dispõe sobre o novo Regulamento do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, com inserção do anexo único (grade curricular). Uberlândia, Disponível em: <http://www.reitoria.ufu.br/Resolucoes/resolucaoCONPEP-2018-14.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

VAN PRAËT, Michel. Heritage and scientific culture: the intangible in science museums in France. **Museum International**, v. 56, n. 1-2, p. 113-121, 2004.

<https://doi.org/10.1111/j.1350-0775.2004.00465.x>

- VERGNAUD, Gérard. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 10, n. 2, p. 3, 1990.
- VERGNAUD, Gérard. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean (Org.). Didáctica das Matemáticas. (Trad.) Lisboa: Instituto **Piaget**, p. 155-191, 1996.
- VERGNAUD, Gérard. ¿ En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo?. **Investigações em ensino de ciências**, v. 12, n. 2, p. 285-302, 2007.
- VERGNAUD, Gérard. QUAIS QUESTÕES A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS BUSCA RESPONDER?/A QUELLES QUESTIONS LA THÉORIE DES CHAMPS CONCEPTUELS ESSAIE-T-ELLE DE RÉPONDRE?. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 9, n. 1, 2019.
- VILADOT, Pere; STENGLER, Erik; FERNÁNDEZ, Guillermo. From " fun science" to seductive science. **Spokes**, v. 13, 2015, p. 53-62.
- VILLANI, Alberto. Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. **Revista de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, p. 76-95, 1984.
- WAGENSBERG, Jorge et al. A favor del conocimiento científico: los nuevos museos. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**, 1998.
- WEBB, Alexis B. *et al.* Training scientists in a science center improves science communication to the public. **Advances in Physiology Education**, v. 36, n. 1, p. 72-76, 2012. <https://doi.org/10.1152/advan.00088.2010>
- YIN, Robert K. **Case study methods**. 2012. <https://doi.org/10.1037/13620-009>

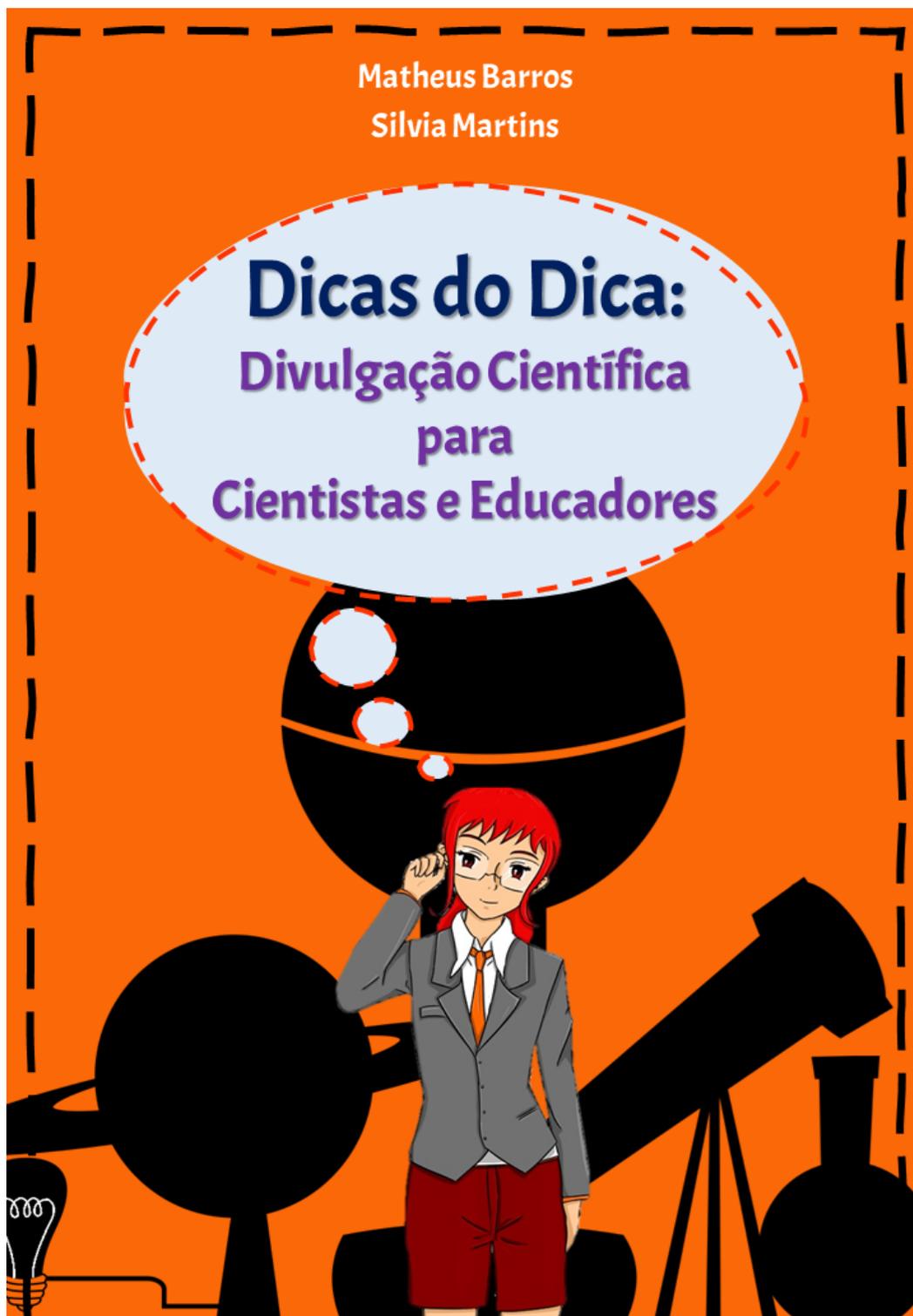
## APÊNCIDES

### Apêndice 1 – Instrumento de Coleta de Dados

#### ***Questões norteadoras para a entrevista:***

- Como foi o seu contato com a Física durante o Ensino Básico?
- O que te motivou a seguir na área de pesquisa em Física?
- Quais áreas da Física você ouviu falar anteriormente ao período de graduação?
- Como foi o contato com a Mecânica Quântica durante a graduação?
- E durante a atuação profissional?
- Qual a sua percepção acerca das ações de divulgação científica para com a MQ?
- Qual a sua percepção acerca da apropriação do conteúdo de MQ além dos profissionais das áreas Física (Teórica, Aplicada, Ensino, etc.)?
- Como você enxerga o misticismo quântico e seus seguidores?
- Você acha que os profissionais da área da Física (Professores da Universidade e/ou Educação Básica, Divulgadores, etc.) são responsáveis por essas ações? De que forma? Como lidar com isso?
- Você tem interesse em realizar ou realiza ações de divulgação científica sobre MQ básica ou a sua área pesquisa?
  - Caso sim, você acha que funciona? Atinge o público de uma maneira positiva ou negativa? Ou não atinge o público e por quê?
  - Caso não, teria interesse em realizar? Por quê?
- Você acha que as ações de divulgação científica estão relacionadas com as ações de extensão? Se sim (ou não), por quê? Como você enxerga o conceito e ato de exercer ações de extensão?
- Quais estratégias você recomendaria para colaborar com as ações de divulgação científica em MQ e suas áreas correlatas?

- Você conhece o Museu DICA? O vê como um espaço para contribuir com o INFIS e as ações de pesquisa? Se sim, de que forma você acha que poderia ocorrer essa contribuição?



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Pró-Reitoria de Extensão e Cultura  
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3P – Campus Santa Mônica  
CEP: 38408-100 – Uberlândia – MG

**Reitor:**

Valder Steffen Júnior

**Pró-Reitor de Extensão e Cultura:**

Hélder Eterno da Silveira

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:**

Carlos Henrique Martins da Silva

**Diretor do Instituto de Física:**

José Maria Villas-Bôas

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática:**

José Gonçalves Teixeira Júnior

**Coordenador do Museu Dica:**

Tome Mauro Schmidt

**Realização:**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA

**Autores:**

Matheus Barros

Silvia Martins

**Colaborações:**

Maycon Pereira Félix (Coautor “*Quem é o Cientista?*”)

Daízi de Freitas Alves (Acesso ao acervo do Museu Dica)

Giulia Marta Argolo (Consultoria em design gráfico)

Lucas Wilian G. de Souza (Verificação de autenticidade - textos minicurso/SEFIS 2023)

**Avaliadores:**

Débora Coimbra Martins  
Pedro Donizete Colombo Júnior

**Apoio e Fomento:**

Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES)  
Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)  
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)  
Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXC/UFU)  
Instituto de Física (INFIS/UFU)

# Sumário

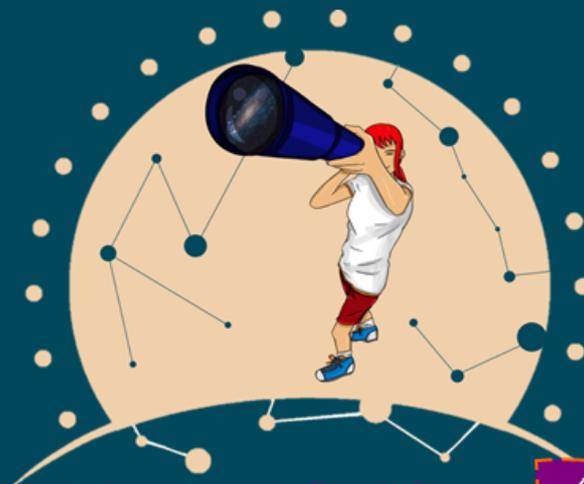
Apresentação	04
Introdução	05
- <b>Capítulo 1:</b> O Museu Diversão com Ciência e Arte-	
Dica	07
- <b>Capítulo 2:</b> Divulgação Científica e Popularização da Ciência:	
Definições e Práticas	11
- Uma Visão Geral	12
- Popularização da Ciência	14
- Divulgação Científica	17
- Relação com a Extensão Universitária	20
- Políticas Públicas	21
- <b>Capítulo 3:</b> O Esquema Conceitual de Divulgação Científica e	
Popularização da Ciência	22
- Resgate de Informações	23
- Alguns Conceitos Importantes	24
- Esquema Conceitual de Divulgação Científica e Popularização da	
Ciência (ECT: DC e PC)	32
- <b>Capítulo 4:</b> Propostas de Atividades e Exemplos	
Práticos	36
- Atividade 1	37
- Exemplo Prático: Atividade 1	38
- Atividade 2	43
- Exemplo Prático: Atividade 2	44
- Atividade 3	54
- Uma experiência	55
- Atividade 4	63
- O ECT: DC e PC para uma exposição de Mecânica	
Quântica	64
Agradecimentos	66
Referências	67

# Apresentação

Este livro foi inspirado em trabalhos da Psicologia Cognitiva, para fins de promoção da formação de profissionais sobre a construção de conteúdos que contemplem a Divulgação Científica (DC) e a Popularização da Ciência (PC). Para nós, é de extrema importância a conjunção dessas práticas na comunicação da ciência para o público leigo, uma vez que elas, em conjunto, se aproximam dos objetivos e valores da Extensão Universitária (E.U.), que constitui o nosso contexto de formação e trabalho.

No início, pretendíamos elaborar um guia rápido, porém, a partir de: nossos estudos com os pesquisadores; nossas experiências na formação de mediadores do Museu Dica; nas parcerias com disciplinas do curso de Física (licenciatura); percebemos que explicar sobre uma mera transformação conceitual, baseada em demasiada simplificação e sem contextualidade, não garante nem que o indivíduo em formação construa um bom material para ser utilizado na DC, PC e/ou E.U., muito menos que esses materiais tenham potencial de atingir o público, para que este se reconheça como participante do processo de pesquisa e desenvolvimento em Ciência e Tecnologia (C&T).

Sendo assim, optamos pela tentativa de abordagem de conceitos que são relevantes para a construção e conscientização, do que é e como realizar essas práticas, bem como as pessoas podem criar sentidos com o conteúdo que é promovido. Neste contexto, fazendo com que a DC e a PC contribuíssem com a participação social, cívica e cidadã, no processo de apoio e fomento à C&T; e que profissionais que desejam realizar essas atividades, tenham sempre um apoio, tanto para estudo inicial, como para busca contínua durante suas ações de DC, PC e/ou E.U.



# Introdução

O **Dicas do Dica: Divulgação Científica para Cientistas e Educadores** é fruto da pesquisa de mestrado intitulada **OS DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO E NA POPULARIZAÇÃO DA MECÂNICA QUANTICA: O OLHAR DOS PESQUISADORES**. Nesse cenário, este livro surgiu do estudo e da análise das falas dos pesquisadores efetivos e em formação do Instituto de Física, da Universidade Federal de Uberlândia. Além das falas dos pesquisadores, trouxemos nossas experiências no processo de aproximação entre ciência e público junto ao **Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA**.

Dessa forma, este material busca fortalecer as práticas profissionais avançadas e transformadoras no ensino das Ciências, que sejam comprometidas com a difusão do conhecimento e a educação científica e tecnológica em todos os níveis de ensino, para que possam promover mudanças significativas quanto às demandas sociais, organizacionais e profissionais que convergem neste campo de atuação.

Como profissionais de um museu de ciências, percebemos que as temáticas de Física Clássica e Astronomia predominam nas atividades de **Divulgação e Popularização da Ciência**, principalmente as que são voltadas para a Educação Básica (Barros; Miranda; Martins, 2020). É importante dizer que não defendemos, de modo algum, a diminuição de ações com essas temáticas, que ainda são insuficientes, mas, que haja maior engajamento e número de ações voltadas para Física Moderna e Contemporânea. Nesse sentido, destacamos a **Mecânica Quântica**, que surgiu no início do século XX, e ainda há escassas tentativas pedagógicas no campo das práticas escolares, museais e de outros espaços educacionais.

Sendo assim, este guia tem como propósito trazer orientações norteadoras de como organizar os conteúdos de ciências com alto grau de complexidade (como a Mecânica Quântica). Discutiremos questões relacionadas à transposição e a recontextualização do conteúdo

científico, seus conceitos e fenômenos. Defendemos a incorporação de contextos histórico, filosófico e social na abordagens das atividades, para que possam favorecer a aproximação da ciência e a sociedade.

Neste contexto, acreditamos que este material poderá contribuir tanto para atividades de Divulgação e Popularização da Ciência, em diversos espaços em que são constituídas (escolas, jornais, revistas, museus de ciências, entre outros). Assim, buscamos embasar nossas reflexões em conhecimentos das seguintes áreas:

- **Divulgação Científica** (Silva, 2007; Massarani; Moreira, 2009; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013);
- **Popularização da Ciência** (Germano; Kulesza, 2007; Porfiro; Baldino; 2018; Piccoli; Panizzon, 2021)
- **Comunicação Pública da Ciência** (Dickson, 2005; Bucchi; Trench, 2021),
- **Mecânica Quântica e Sociedade** (De Souza Cruz, 2011; Machado; Cruz; 2016; Souza; Miranda; 2022);
- **Relação dos profissionais da Física com a MQ na Sociedade** (Pessoa Jr, 2011),
- **Teoria dos Campos Conceituais** (Vergnaud, 1990);
- **Formação de Cientistas para Divulgação Científica** (Webb *et al.*, 2012; Brownell; Price; Steinman, 2013);
- **Cognição Epistêmica, Raciocínio Motivado e Mudança Conceitual para a Compreensão Pública da Ciência** (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014) e;
- **Vigilância Epistêmica na Diferenciação Epistemológica entre Ciência e Pseudociência** (Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017).

O **Primeiro Capítulo** mostrará brevemente nosso espaço e contexto de trabalho, e quem somos. O **Segundo Capítulo** apresentará os principais conceitos sobre a comunicação com o público, e as políticas públicas vigentes na área para a promoção do conhecimento científico na sociedade. O **Terceiro Capítulo** abordará uma proposta de elaboração de conteúdo de Divulgação Científica e Popularização da Ciência, a partir da nossa proposta de Exercícios Conceituais e um Esquema Conceitual para essas atividades. Já o **Quarto** (e último) **Capítulo** contará com propostas de exercícios, e as nossas experiências e aplicações de nossos estudos, que propiciaram a construção deste material.



## O Museu Diversão com Ciência e Arte - Dica

O Museu DICA - Diversão com Ciência e Arte é um espaço onde ciência, tecnologia, inovação e conhecimento são exibidos e discutidos através de conteúdos que abordam questões do cotidiano de forma contextualizada e divertida.



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

Em suas dependências, os visitantes podem interagir manualmente, mentalmente e afetivamente com materiais e experimentos científicos, que permitem o estímulo da curiosidade, e podem despertar o interesse pela ciência, assim como o desenvolvimento do pensamento crítico num ambiente de aprendizado não formal. É nesse sentido, que o Dica conta hoje com 4 (quatro) Praças Temáticas, 1 (uma) trilha, 1 (um) Espaço de Exposições Temporárias, além de realizar várias ações e eventos para promover a conservação e a divulgação do patrimônio científico.



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

# O Museu Diversão com Ciência e Arte - Dica

Neste contexto, além das atividades que estão no Espaço de Exposições do parque (permanentes e temporárias), temos várias ações e eventos que seguem a mesma ideia de promoção da cultura científica. São eles: o Cine Dica, o Telescópio Itinerante, o Dica Itinerante, a Feira Ciência Viva e a Mostra Brincando e Aprendendo.



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

No âmbito dos processos de formação de recursos humanos, o Museu Dica promove cursos de formação para professores, do ensino fundamental e médio das áreas de ciências, de Uberlândia e região, além de cursos de formação de mediadores para estudantes dos cursos de graduação, em especial, as licenciaturas em Física, Química e Ciências Biológicas.



Fonte: Acervo do Museu Dica

Fonte: Acervo do Museu Dica

## Quem Somos?

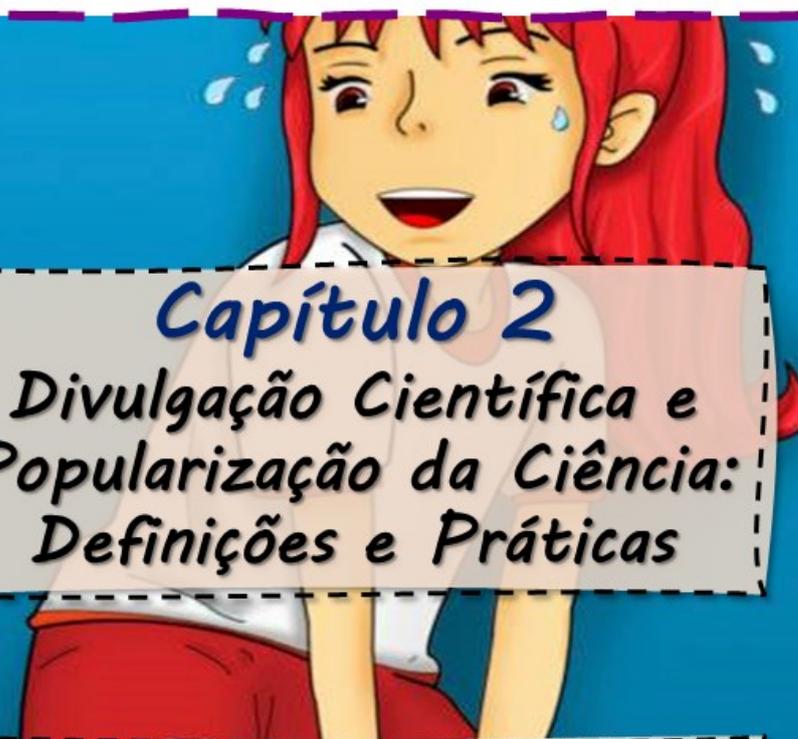


Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduado em Física pela UFU (2019). Fez parte da equipe do Museu DICA, entre 2014 e 2018 como mediador (bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial (ITI-A/CNPq), e posteriormente de extensão (PROEXC/UFU)) em atividades para divulgação e popularização da ciência realizadas em Uberlândia e região. Atuou como professor da Educação Básica no estado de Minas Gerais (2020 - 2021). Atualmente, é Analista Técnico e Educativo do Museu Dica, apoiando em diversas ações de ensino, pesquisa e extensão, com ênfase em divulgação científica, popularização da ciência e da tecnologia, educação em museus, e curadoria.

Graduada em Física pela Universidade Estadual de Maringá (1994), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1997), e doutora em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001); fez estágio de pós-doutorado em Science Communication pela University of West England (2018-2019). É Professora Associada do Instituto de Física, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), desde 2002, onde desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de Ensino de Física/Ciências, Espaços Não Formais, Educação em Museus e Divulgação Científica, e professora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. É fundadora do Museu Dica; coordenou a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Uberlândia (SNCT - Uberlândia), de 2009 à 2022.



Mascote oficial do Museu Dica, criada em 2013 por Ivair Gonzaga, tem como função primordial ser mediadora dos conteúdos do Dica de forma Científica, Tecnológica, Inovadora e com muita Diversão e Arte.

A cartoon illustration of a young girl with long, wavy red hair, wearing a white shirt and a red skirt. She has a surprised or excited expression, with wide eyes and an open mouth. There are small blue teardrop-like shapes around her head. The background is a solid blue color.

## Capítulo 2

### Divulgação Científica e Popularização da Ciência: Definições e Práticas

Neste Capítulo abordaremos os conceitos de **Divulgação Científica** e **Popularização da Ciência** como norteadores para o desenvolvimento do conteúdo, trazendo:

- Os termos enquanto ciência (área do conhecimento), com alguns de seus principais aspectos e objetivos.

- A relação com a Extensão Universitária, já que boa parte das atividades científicas são realizadas nas universidades, e estas possuem em sua filosofia o Ensino, a Pesquisa e a Extensão, como indissociáveis. Considerando que a Extensão é a atividade que permite que o conhecimento produzido nesses espaços chegue até à sociedade.

- A principais Políticas Públicas na esfera nacional, que se constituem de documentos que regulamentam e norteiam como as atividades de interação entre o contexto científico e a sociedade devem e/ou podem ocorrer.

## Uma visão geral

Vários termos foram construídos a partir da existência de estudos, e pessoas que os fizeram, que buscavam compreender como funciona e como melhorar as ações que aproximam a ciência do público. Esses termos, muitas vezes, foram entendidos até como iguais.

**Conceitos tratados com definição equivalente:**



Porém, com certo avanço nos estudos das áreas de Educação e Comunicação da ciência, cada um foi identificado com a própria identidade e com características distintas em sua intencionalidade, diante dos processos de abordar C&T com a sociedade. Assim temos:

**Conceitos com identidades próprias:**



Dessa forma, consideraremos os termos Divulgação Científica e Popularização da Ciência, que possuem fortes raízes e contribuições no cenário brasileiro, e serão contextualizados à seguir para este material.

## Divulgação Científica e Popularização da Ciência

Dos conceitos com identidade própria mencionados acima, discutiremos os de Divulgação Científica e Popularização da Ciência. Assim, acreditamos ser importante uma breve definição:

- **Divulgação Científica:** é processo que busca **transportar\*** e **recontextualizar\*** a ciência para o público de fora dos espaços de pesquisa e desenvolvimento em ciência e tecnologia. Porém, esse processo não deve ser realizado de forma imprudente e displicente, pois, essa atividade tem consigo a responsabilidade de apresentar a ciência de forma fiel aos seus conceitos, fenômenos e epistemologia. Nesse tipo de ação, a abordagem de aspectos que envolvem o público comunicado, aparece apenas como recurso didático, contudo, não é uma obrigatoriedade.

**\*Observação:** A apropriação dos termos acima foram inspirados nas obras de Yves Chevallard para a Transposição Didática, e Recontextualização Pedagógica de Basil Bernstein, contudo, essas obras não serão referenciadas nem citadas, já que suas contribuições não foram consideradas para o desenvolvimento deste material.

- **Popularização da Ciência:** já este processo procura mostrar a ciência, suas características, seus espaços e seus personagens a partir de um contato direto com o público. Porém, não é necessário que ocorra algum tipo de transformação dos conteúdos, já que a ideia é aproximar a sociedade da verdadeira ciência e da maneira mais fiel possível. Além disso, diferente da Divulgação Científica, em que não é necessário abordar aspectos contextuais do público, bem como o quão significativo pode ser o processo de produção da ciência para o desenvolvimento social, na Popularização da Ciência esta questão é extremamente necessária, já que a prática de popularizar busca a continuidade do processo de construção do conhecimento científico, e isto sempre vinculado ao desenvolvimento da sociedade que usufrui, convive e consome ciência e suas decorrentes tecnologias.

# Popularização da Ciência

A Popularização da Ciência, está intimamente conectada com a ideia de “tornar POP/popular”, ou seja, existe uma busca para que as atividades, e as pessoas que participam dela, sejam conhecidas e reconhecidas por todos.

Mas, será que tornar a Ciência popular, é a única intenção?

Bem, no contexto dessa prática, existe uma pequena diferença entre “tornar Popular” e “tornar popularizada”, pois, este último termo tem como filosofia que a Ciência seja vista como necessária e de apropriação também por parte das demais pessoas da sociedade (Sim! Mesmo aquelas que não estão envolvidas diretamente com a produção da ciência e da tecnologia).

Mas o porquê disso?

No contexto brasileiro, quem financia o desenvolvimento em C&T é a sociedade, que paga tributos, e este são arrecados pelo Estado e distribuídos pelos governantes elegerdemocraticamente.

Assim, essas contribuições são repassadas para a manutenção e a sustentação, ou até mesmo a criação, de novos e diversos setores. Um desses setores, é o de desenvolvimento em Ciência e Tecnologia, que abrange diversas instituições, como as universidades públicas, por exemplo.

Logo, para que haja sustentação do processo de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico, é importante que a sociedade esteja consciente de que a ciência e a tecnologia são importantes para suas vidas. Assim, acreditamos que seja preciso também fazer com essa sociedade entenda o processo de produção científica. Desse modo, é essencial que a sociedade conheça quem faz parte dessa atividade, para que gere confiança e apoio para a continuação dos desenvolvimentos em C&T.

A Popularização da Ciência foi impulsionada historicamente (Porfiro; Baldino, 2018) pela criação de:

- Feiras de ciências;
- Políticas públicas, e;
- Novas tecnologias da informação e comunicação;

Uma vez que consideramos importante a Popularização da Ciência, tanto no contexto de autonomia dos indivíduos, quanto na necessidade de apoio da população e dos políticos, destacamos alguns programas de financiamento, na esfera federal, para que as atividades de Popularização da Ciência aconteçam de forma efetiva, como as que são fomentadas pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e pelo Ministério da Cultura (MinC):

- Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (MCTI, 2023);
- Feiras de Ciências (MCTI, 2023);
- Olimpíadas de Ciências (MCTI, 2023);
- Sistema Brasileiro de Museus (MinC, 2023);
- Instituto Brasileiro de Museus (MinC, 2023);
- Apoio a Centros e Museus de Ciência e Tecnologia (MCTI, 2023)



Certamente, você já ouviu falar de alguma delas, caso não, procure na sua instituição se existe algo desse tipo e de que forma são realizadas as colaborações e parcerias. Pois, já que sabemos a importância e o valor dessas ações, pode ser válido o envolvimento de educadores e cientistas parceiros.

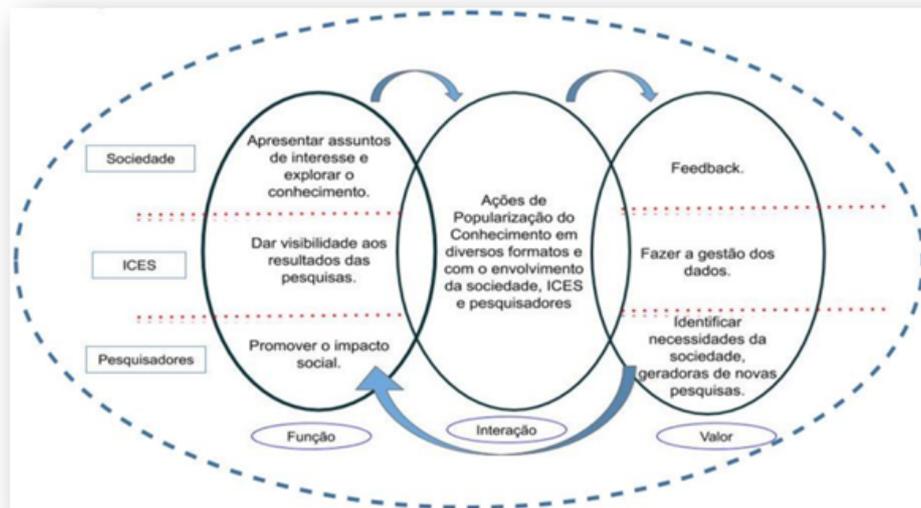
Contudo, Popularização da Ciência ainda demanda a criação e a construção de indicadores que possibilitem avaliações de atividades desse tipo. Esses indicadores avaliativos podem possibilitar a melhora das ações, a partir da identificação lacunas nos processos e, a partir disso, sejam desenvolvidas estratégias que garantam a eficácia das atividades.

O sucesso das ações de Popularização da Ciência podem permitir melhorias na vida da população. Destacamos assim, alguns que consideramos efeitos sociais importantes, como:

- A melhoria da qualidade de vida;
- Avanço da consciência política;
- Rupturas com o senso comum;
- Erradicação de doenças.

Mas, é preciso certo cuidado, pois, se realizada de maneira imprudente, pode reforçar a cultura de uma ciência hegemônica e excludente.

Existe um modelo que ilustra as relações da sociedade e dos produtores da ciência no contexto da Popularização da Ciência. Esse modelo foi desenvolvido por Piccoli e Panizzon, (2021):



Fonte: (Piccoli; Panizzon, 2021)

Neste esquema, é possível observar as funções de cada ente ou personagem e os valores que cada um produz e se apropria nesse processo.

**Observação:** os autores criaram esse modelo, inicialmente, para ilustrar as ações de Popularização da Ciência no contexto das Instituições Comunitárias de Ensino Superior (ICES), mas ressaltam em seu artigo que essa perspectiva também atende o contexto das universidades públicas.

# Divulgação Científica

Fazer com que um conteúdo se torne acessível à todas as pessoas, de várias camadas sociais, é uma tarefa difícil e cheia de obstáculos (Massarani; Moreira, 2009; Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013). Isso, porque a sociedade possui vários contexto sociais e as atividades de comunicação com o público desejado devem considerar essa característica para adaptação da linguagem utilizada.

A Divulgação Científica, assim como a Popularização da Ciência, teve sua origem, enquanto prática, junto aos esforços dos personagens da ciência moderna para falar dos conhecimentos construídos na época com a comunidade que conviviam.

O processo de Divulgação Científica, apesar da intenção de mostrar a ciência à população, a partir de diversas estratégias linguísticas e lúdicas, possui um forte compromisso com a qualidade do conteúdo que se apropria em suas ações, de modo que ele preserve os significados que determinada ciência possui.

O conteúdo é, apenas, um dos aspectos centrais do processo de Divulgação Científica (Pechula; Gonçalves; Caldas, 2013). Vamos conferir mais alguns?

O segundo aspecto que devemos considerar diz respeito aos sujeitos participantes dessa atividade e quem são eles:



**O cientista**

Fonte: Medium –  
Meninas Cientistas



**O divulgador**

Fonte: FMU Centro  
Universitário – Seja  
um Divulgador



**O público**

Fonte: Gdois: Inteligência Artificial  
- Qual o público alvo de um  
laboratório de análises clínicas?

# Divulgação Científica

O ato de divulgar a ciência consiste em falar de quem produz (ou da própria) ciência para alguém, e esse processo é realizado por um divulgador. O divulgador pode ser, ou não, o próprio cientista; e todos esses personagens podem ser público de um outro processo. O que vai definir quem ocupará cada um desses papéis é o planejamento e os objetivos que se tem com essa tarefa.

O terceiro e último aspecto, é o tipo de espaço em que a atividade será realizada e os sujeitos que terão acesso à informação. Veja alguns exemplos:



## Divulgação Científica

Na seção anterior, trouxemos alguns exemplos de ações de Divulgação Científica em canais do YouTube (Nunca vi 1 cientista (1) e Space Today (2), este último também um Blog); programa de TV (Globo Ciência (5)); revista (Ciência Hoje das Crianças (3)); programa de rádio (Ciência no Rádio (7)); museu de ciências (Museu de Ciências Naturais da PUC Minas (6)), e; planetário (Planetário Rubens de Azevedo (4), em Fortaleza - CE). (Links nas Referências)

É importante que esses espaços sejam constituídos de pessoas comprometidas com os significados reais produzidos pela ciência, contudo, mesmo considerando os parâmetros já colocados, tanto para a Divulgação Científica como a para a Popularização da Ciência, as temáticas científicas, são complexas e com diversas lacunas, o que possibilita brechas para uma identificação negativa diante de vários contextos políticos e sociais (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014; Blancke; Boudry; Pigliucci, 2017)). Logo, as práticas desse tipo devem ser realizadas com planejamento e execução cuidadosos.

Dessa forma, é preciso a superação das seguintes dificuldades do público e de divulgadores no processo de comunicação pública da ciência (Divulgação Científica e/ou Popularização da Ciência) (Sinatra; Kienhues; Hofer, 2014):

- Lançamento descuidado de um fenômeno pouco compreendido;
- O olhar ingênuo do público, que pode fazer com que grupos de pessoas façam análises simples para questões complexas;
- Existência de um vilão (o cientista);
- Existência de vítimas inocentes à mercê do vilão.



Fonte: PNGWING | Licenciado para usos não comerciais

# Relação com a Extensão

A Extensão Universitária tem relatos de práticas desde o século XIX, porém, focaremos no seu conceito e definição atuais. Lembrando que, seu conceito e sua definição podem se transformar com o tempo.

A Política Nacional de Extensão Universitária (2012) diz que :

“Assim definida, a Extensão Universitária denota uma postura da Universidade na sociedade em que se insere. Seu escopo é o de um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político, por meio do qual se **promove uma interação que transforma não apenas a Universidade, mas também os setores sociais com os quais ela interage.** Extensão Universitária denota também prática acadêmica, a ser desenvolvida, como manda a Constituição de 1988, de **forma indissociável com o Ensino e a Pesquisa, com vistas à promoção e garantia dos valores democráticos, da equidade e do desenvolvimento da sociedade em suas dimensões humana, ética, econômica, cultural, social.**” (Política Nacional de Extensão Universitária , 2012, p.28)

Dessa forma, podemos identificar aspectos correspondentes às práticas de **Divulgação Científica** e **Popularização da Ciência**, em que a **Extensão** pode usar dessas ações para se aproximar da comunidade.

Outra questão, diz respeito à **participação social no processo de construção do conhecimento científico, no sentido de que apoie o crescimento que a construção desse conhecimento possibilita, e que suas demandas também sejam consideradas no processo de construção da ciência.** Porém, cuidado: **a participação social não quer dizer que é a sociedade quem deve ditar o método científico!**



CIÊNCIA AO PÉ DO OUVIDO

Museu, diversão, arte e divulgação científica: é possível aliar?

Episódio #47 do podcast Ciência ao Pé do Ouvido fala sobre museus universitários  
17/05/2022 - 16:43

Fonte: [comunica.ufu.br](http://comunica.ufu.br) | Portal de Notícias da UFU

# Políticas Públicas

As Políticas Públicas são aquelas que vem do Governo e buscam proteger os direitos das pessoas com relação a determinado tema. Assim, no contexto da Divulgação e Popularização da Ciência, elas visam permitir que a sociedade se reconheça como parte do processo de produção da ciência, bem como reconheça o papel transformador dela de suas vidas. Logo, na esfera Federal, temos:

- **ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 2016-2022** (MCTI, 2016):

“Será necessário também aprimorar e renovar as práticas de popularização e educação científica e, nesse cenário, a formação do divulgador e do professor de ciências é um elemento-chave na ampliação da cultura científica da sociedade brasileira” (MCTI, 2016, p.99);

“Promover a melhoria da educação científica, a popularização da C&T e a apropriação social do conhecimento” (MCTI, 2016, Estratégias associadas, p.100).

- **PLANO NACIONAL DE INOVAÇÃO (DECRETO Nº 10.534, DE 28 DE OUTUBRO DE 2020)** (Brasil, 2020):

“Art. 4º Os princípios da Política Nacional de Inovação são: [...]

b) fornecer resposta transparente, eficiente, eficaz e efetiva à sociedade, com base na análise dos interesses e das expectativas daqueles abrangidos pela política;”

- **PORTARIA MCTI Nº 5.265, DE 29 DE OUTUBRO DE 2021** - Dispõe sobre a Política de Promoção, Popularização e Divulgação da Ciência, Tecnologia e Inovação, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. (MCTI, 2021)

- **DECRETO Nº 11.754, DE 25 DE OUTUBRO DE 2023** - Institui o Programa Nacional de Popularização da Ciência - Pop Ciência e o Comitê de Popularização da Ciência e Tecnologia - Comitê Pop. (Brasil, 2023)

## Capítulo 3

### O Esquema Conceitual de Divulgação Científica e Popularização da Ciência

No **Capítulo 2**, trouxemos de forma integrada aspectos importantes para o desenvolvimento de atividades de Divulgação Científica e Popularização da Ciência no contexto da Extensão, com amparo considerando:

- A Teoria do Campos Conceituais de Vergnaud (1990) sobre a aprendizagem de um conteúdo científico.
- A Cognição Epistêmica, o Raciocínio Motivado e Mudança Conceitual e Atitudinal colocada por Gale M. Sinatra, Dorothe Kienhues e Barbara K. Hofer (2014) no contexto de Comunicação da Ciência
- A Vigilância Epistêmica trazida por Stefaan Blancke, Maarten Boudry e Massimo Pigliucci (2016) no contexto de diferenciação entre Ciência Pseudociência.
- Um modelo de esquema original que elaboramos, a partir de nossos estudos, para Planejamento e Execução de comunicação de conteúdos de ciência, considerando o público de fora das universidades e outros espaços de produção da ciência.

## Resgate de Informações

Neste capítulo, focaremos em aspectos práticos e aplicáveis das teorias de nosso interesse, porém, para mais detalhes, pode-se ver a dissertação completa de Barros (2023), com orientação de Silvia Martins, que gerou este livro.

Até aqui, falamos muito sobre ciência, mas a partir de agora vamos considerar também a tecnologia, que está intimamente ligada à ela, e se constitui como um dos principais acessos para a ciência, pela sociedade. Dessa forma, vamos recordar:

**Popularização da Ciência:** apresentação de temas ou contextos da ciência e da tecnologia para o público, para reconhecimento, aceitação, apropriação e formação de consciência cívica e cidadã. **Divulgação Científica:** apresentação de temas ou contextos da ciência e da tecnologia respeitando seu caráter original em termos históricos, epistemológicos e conceituais. Os dois processos devem ter cuidado para não fortalecerem possíveis controvérsias geradas na comunicação da ciência para o público.

Alguns conhecimentos foram apropriados dos estudos no campo da psicologia cognitiva aplicada ao aprendizado, que trazem o contexto de comunicação pública da ciência ou didático da educação científica formal. Contudo, não abordaremos estes conceitos (Comunicação Pública da Ciência e Educação Científica) aqui diretamente, pois eles reivindicam outras questões e correlações de surgimento histórico e, conseqüentemente, como define a Divulgação e a Popularização da Ciência em seus contextos.

Antes de darmos sequência, partiremos da premissa de que todo e qualquer conteúdo científico é passível de transposição e recontextualização. Dessa forma, a escolha do tema, pode partir de:

- Por que esse tema foi escolhido?
- O direcionamento da transposição e da recontextualização se orientará por qual característica do público (aquele com menor bagagem de conhecimento, ou; o discurso que atinja a maior parte deles)?
- Lembre-se de considerar alguns aspectos da sua atividade: o objetivo, o tempo, o espaço e o público da atividade realizada.

## Alguns conceitos importantes

Agora que já nos orientamos quanto ao conteúdo, vamos compreender quais conhecimentos que nos nortearão, seus princípios para a transformação do conteúdo, considerando como as pessoas apreendem, assimilam e constroem relações com o conhecimento científico:

**Teoria do Campos Conceituais:** coloca que a natureza do desenvolvimento cognitivo está na atividade de conceitualização, ou seja, na construção conceitual de algum objeto ou ferramenta, que permita compreender determinado esquema conceitual para relação com situações-problema do cotidiano; além disso, deve considerar aspectos de História e Filosofia da ciência.

**Cognição Epistêmica:** está relacionada às crenças epistêmicas e aos conhecimentos prévios, de modo que influencia na forma como o público compreende e interpreta alegações científicas, assim como na tomada de decisões frente à questões sociocientíficas;

**Raciocínio Motivado:** relaciona-se com a motivação do público em acessar informações e com as decisões tendenciosas dos indivíduos. Esse mecanismo quando utilizado para negar a ciência, pode estar relacionado à orientações por crenças e valores.

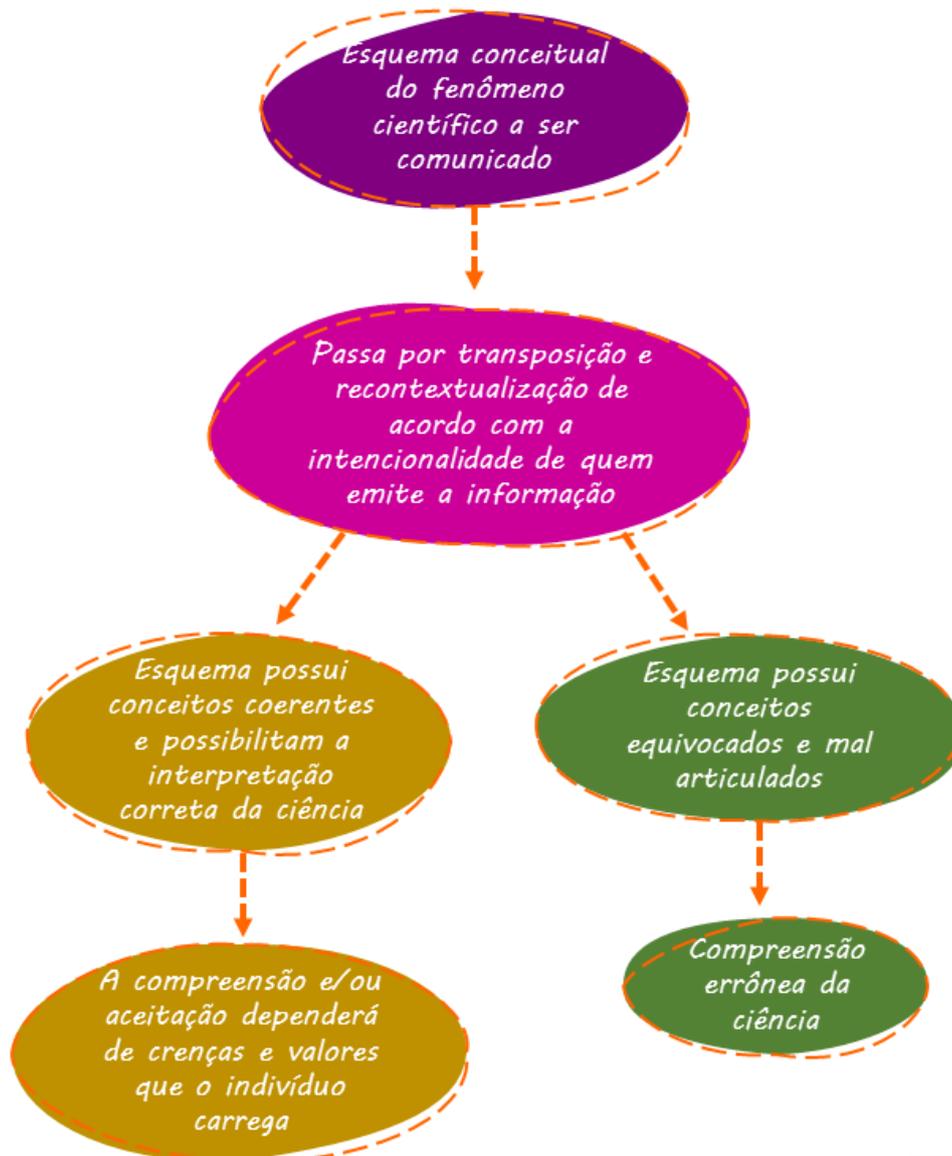
**Vigilância Epistêmica:** mecanismo utilizado para avaliar informações recebidas de outras pessoas, que pode avaliar a fonte (espaços e pessoas de referência) ou o conteúdo recebido.

**Mudança Conceitual e Atitudinal:** relacionam-se com a mudança na forma como o indivíduo compreende, assimila e aplica determinado conteúdo científico. Essas mudanças (epistêmicas), para que ocorram, devem buscar a rápida mudança das crenças epistêmicas.

Apesar de alguns Esquemas que elaboramos se assemelharem aos mapas conceituais de Joseph Novak, não nos prenderemos ao seu formalismo e suas regras de constituição. Assim, apesar da inspiração, organizamos os conceitos, as ações e os conectivos, de acordo com o que nos apresentou como mais lógico para compreensão do que será proposto, que chamaremos de **Exercícios Cognitivos para elaboração de materiais de DC e PC.**

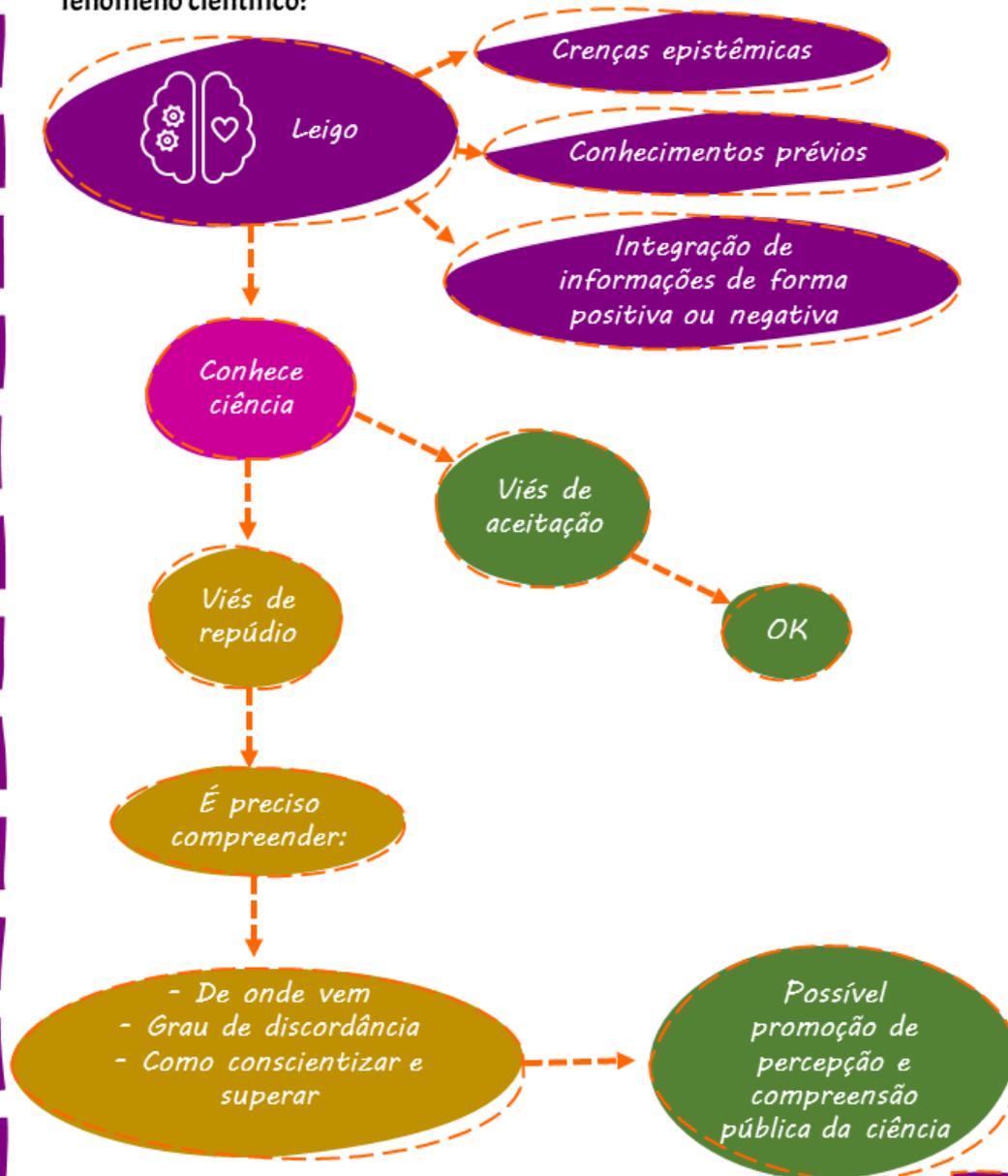
# Exercício cognitivo 1

A Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990) aborda como os sujeitos aprendem sobre determinado conteúdo, a partir da apreensão de Esquema Conceituais. Porém, se considerarmos a Cognição Epistêmica e o Raciocínio Motivado, podemos ter a seguinte situação:



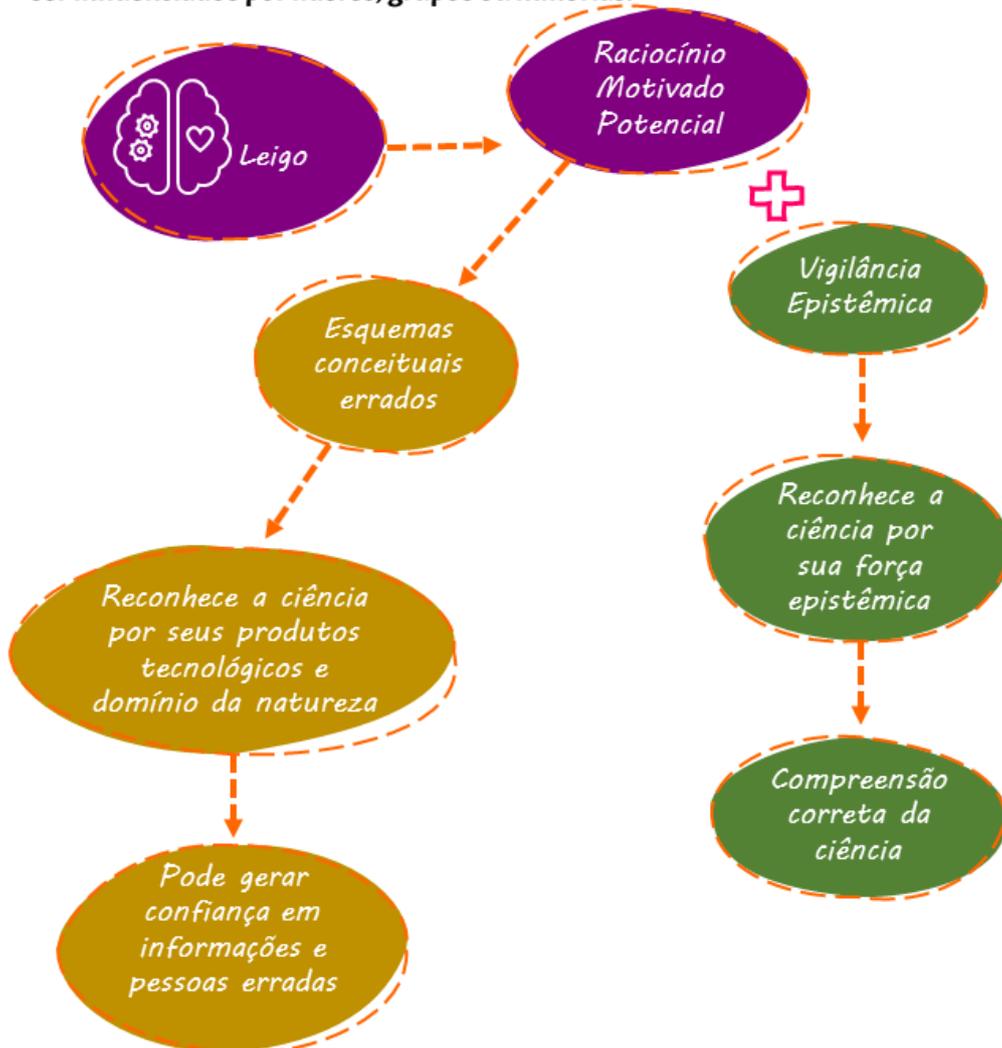
## Exercício cognitivo 2

Agora, olharemos para um esquema em que buscamos compreender o Raciocínio Motivado do público, para aplicar a Vigilância Epistêmica, em que se busca uma adequada compreensão da ciência ou de um fenômeno científico:



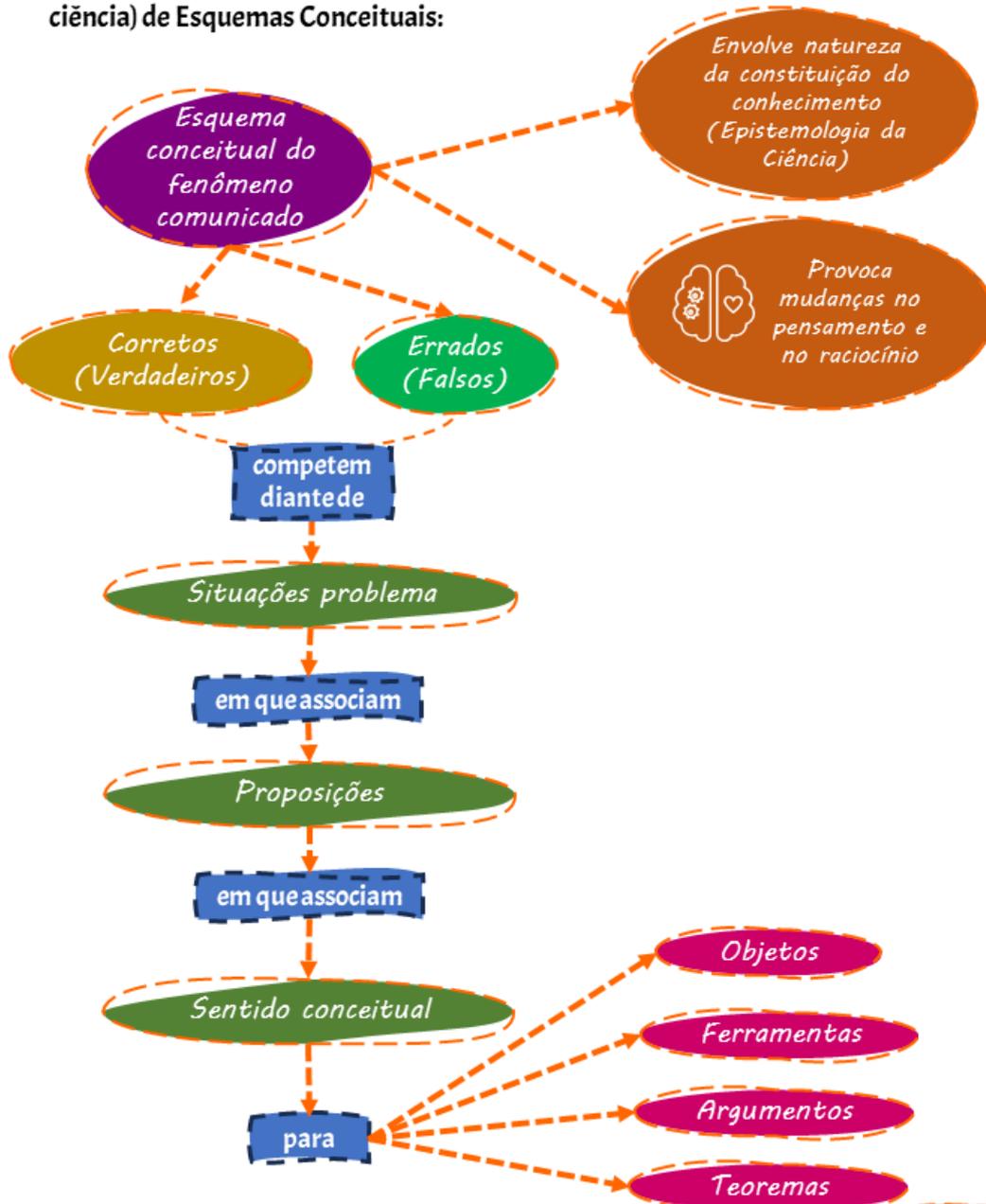
## Exercício cognitivo 3

Aqui, também olharemos para um esquema de aplicação da Vigilância Epistêmica, porém, em conjunto com um Raciocínio Motivado Potencial agregado, que está relacionado à motivação do público em acessar as informações; mostra decisões tendenciosas (à favor ou contra); e podem ser influenciados por líderes, grupos ou minorias:



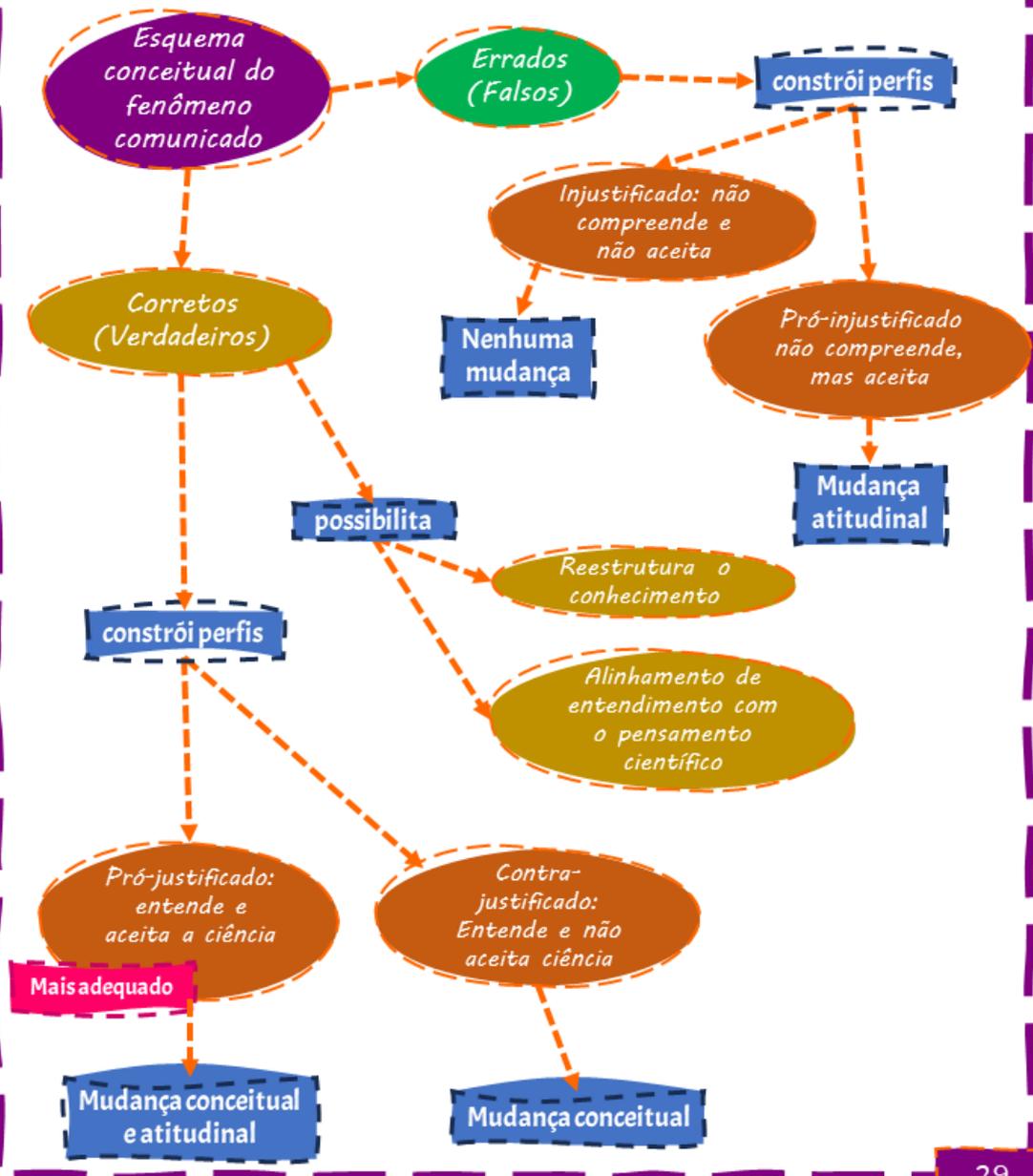
# Exercício cognitivo 4

No próximo esquema mostramos como pode acontecer a Mudança Epistêmica (ou seja, aquela relacionada à compreensão da construção da ciência) de Esquemas Conceituais:



## Exercício cognitivo 5

No próximo esquema mostramos como pode ser cada Mudança Epistêmica (ou seja, aquela relacionada à compreensão da construção da ciência) diante dos Esquemas Conceituais acessados:



## Consolidação dos Exercícios Cognitivo

O Exercício Cognitivo 1 abordou a Cognição Epistêmica e o Raciocínio Motivado em situações que o Esquema Conceitual acessado pelo público é, ou não, coerente com a Epistemologia da Ciência. Logo, se buscamos que o esquema seja coerente e articulado com o conhecimento científico e seu desenvolvimento.

O próximo passo se deu no Exercício Cognitivo 2, para entender qual a característica do público que será alvo das ações de DC e PC. Dessa forma, isso nos mostrou que, aliado ao Raciocínio Motivado, o público avalia as informações acerca da ciência que são recebidas, através do Mecanismo de Vigilância Epistêmica, e que também pode ser investigado e analisado seus pontos de convergência para uma correta compreensão pública da ciência. Agora, se esses mecanismos que o público possui não estão adequados, como podemos transformá-los?

Dessa forma, no Exercício Cognitivo 3 trouxemos essa relação de um Raciocínio Motivado Potencial quando bem trabalho e associado às boas práticas de Vigilância Epistêmicas, envolvidas no processo de compreensão da ciência e que devem ser construídas no público.

Essa construção, considerando um esquema conceitual do fenômeno comunicado, permite que os conceitos elaborados para DC e PC compitam com outros esquemas conceituais alternativos, quando confrontados em uma situação que força o público a raciocinar e escolher qual esquema conceitual disponível é mais eficiente para a compreensão daquele tema científico. Assim, de acordo com o Exercício Cognitivo 4, por meio da associação dos conceitos com os objetos, ferramentas, teoremas e argumentos que o sujeito os aplica para avaliar a situação que lhe foi imposta. Nesse contexto, podemos considerar as seguintes situações práticas hipotéticas para esse cenário:

i) A compra de um celular, que demanda a avaliação das características do aparelho, bem como suas funções tecnológicas para uso, em que estas, por sua vez, estão diretamente ligadas com os conhecimentos científicos dos quais decorreram: 1 - O aparelho A é mais caro, logo é bom; 2 - O aparelho B tem uma boa resolução de câmera e com lentes de uma marca conhecida; 3 - O aparelho C possui memória RAM acima da média do mercado, contudo, seu processador não é potente.

## Consolidação dos Exercícios Cognitivo

ii) A escolha de um candidato político à eleição: considere o candidato A e o candidato B e que, em "nossa" cidade, o Índice de Área Verde está abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS/ONU); isso influencia diretamente na qualidade de vida dos moradores, como altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar (manutenção do microclima), mau cheiro e sensação de alta densidade do ar (capacidade natural de redução de materiais tóxicos no ambiente), além da água captada para abastecimento da população no aquífero que fica sob a cidade, em alguns pontos, apresentar índices ruins para potabilidade, mesmo com os tratamentos. A partir de um estudo da percepção dos moradores, os candidatos propuseram soluções em suas propostas eleitorais, em que: 1 - O candidato A defende a manutenção contínua dos parques, criação de corredores verdes (com pergolados, por exemplo) em alguns pontos, ampliação dos canteiros e suas respectivas árvores, que são de cuidado do poder público, e um programa de plantação, manutenção e durabilidade de árvores, para a população; já o candidato B propõe a concessão de subsídios para equipamentos de condicionamento e ventilação do ar, construção de pontos cobertos (de material industrial) com placas solares e saídas de carregamento para diversos tipos de aparelhos.

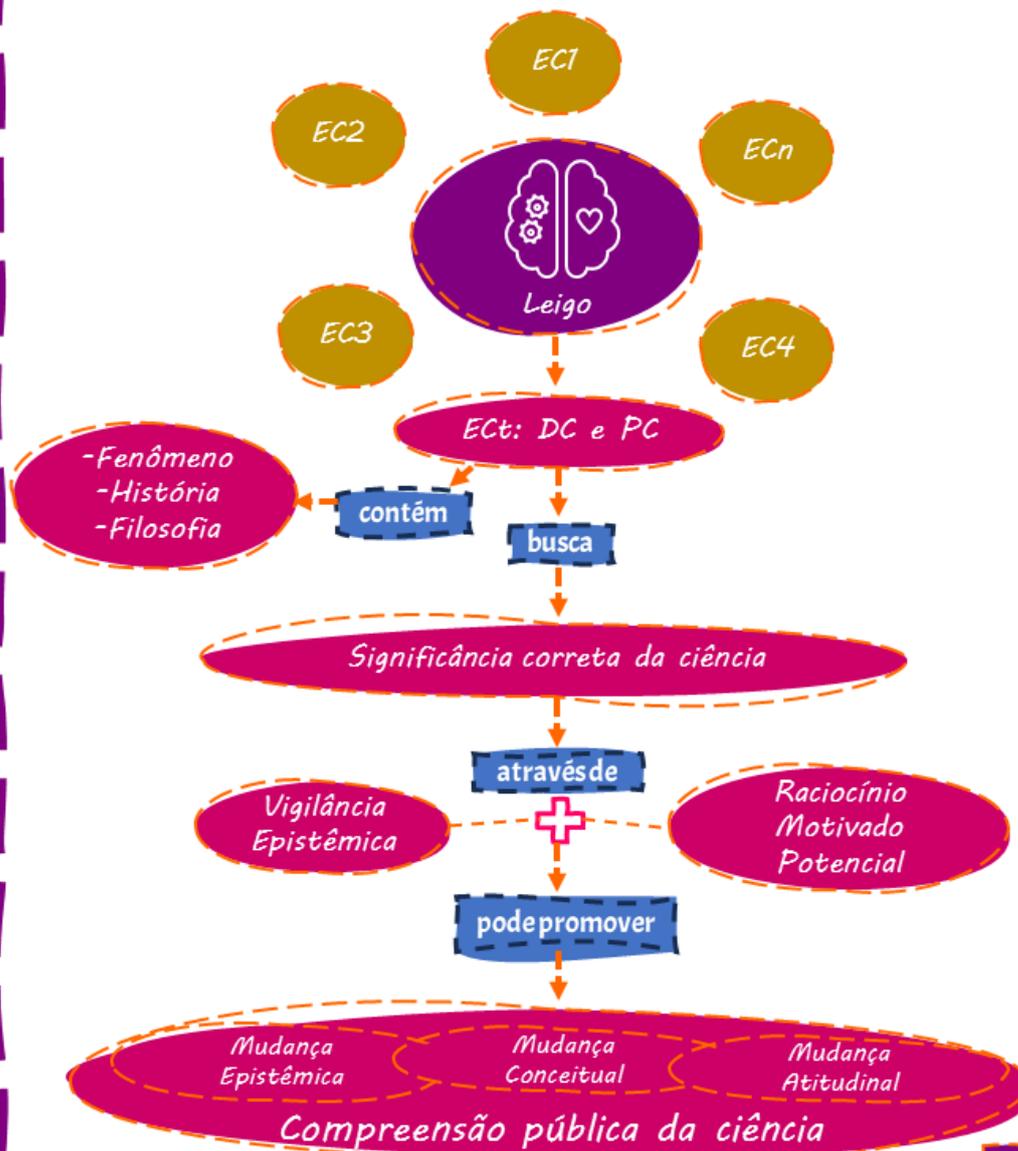
Veja que as situações trazem muitas questões acerca das possibilidades para a melhor decisão em cada uma, além disso, elas podem ser interpretadas a partir de conhecimentos científicos adequados e suas relações com a sociedade. Logo, para uma avaliação correta dos possíveis resultados mais convenientes é necessário que o público tenha acesso ao conteúdo científico que seja verdadeiro e possibilite uma adequada avaliação e aplicação.

Dessa forma, no Exercício Cognitivo 5 trazemos os perfis de compreensão, aceitação e aplicação dos conhecimentos científicos pelo público. Esses conhecimentos estão organizados em 4 perfis que combinam a compreensão e a aceitação, que permitem classificar a existência de uma ou de outra (perfis Pró-Injustificado e Contra-Justificado), de ambas (perfil Pró-Justificado, o mais buscado), ou de nenhuma (perfil Injustificado).

Assim, com todos esses aspectos, conseguimos chegar num modelo de esquema que atendesse o melhor cenário para as ações de DC e PC.

## Esquema Conceitual de Divulgação Científica e Popularização da Ciência (ECt: DC e PC)

No próximo esquema mostramos como os conceitos que apresentamos, sobre a compreensão pelo público de um conteúdo científico, são integrados a partir de algo que denominamos de **Esquema Conceitual de Divulgação Científica e Popularização da Ciência** (ECt: DC e PC) e sua competição com outros Esquemas Conceituais (ECn; n=N):



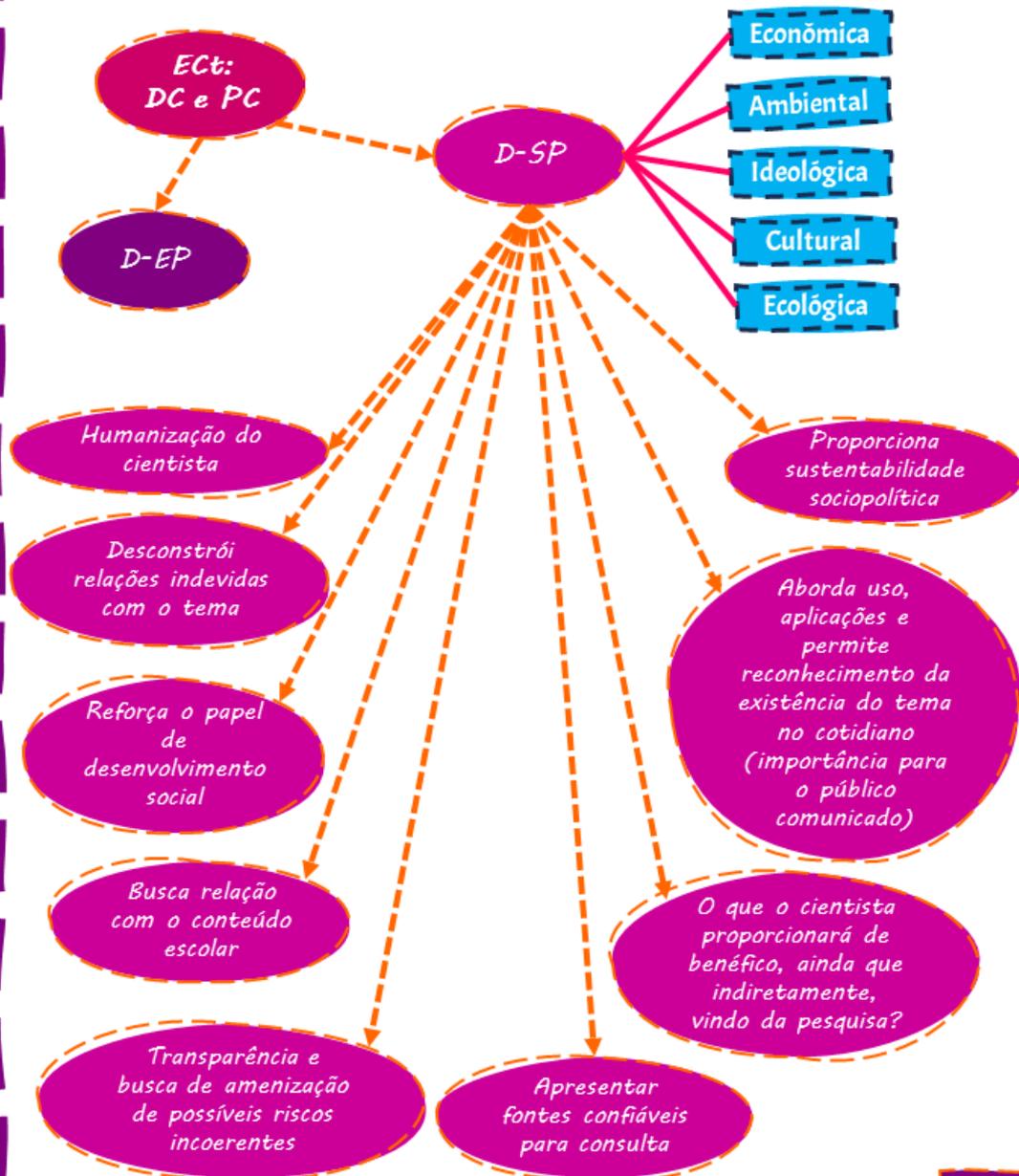
# O Ect: DC e PC

O **Ect: DC e PC**, além das suas relações com as teorias cognitivas da psicologia, também é determinado por duas dimensões que elaboramos: a **Dimensão Epistemológica (D-EP)** e a **Dimensão Sociopolítica (D-SP)**:



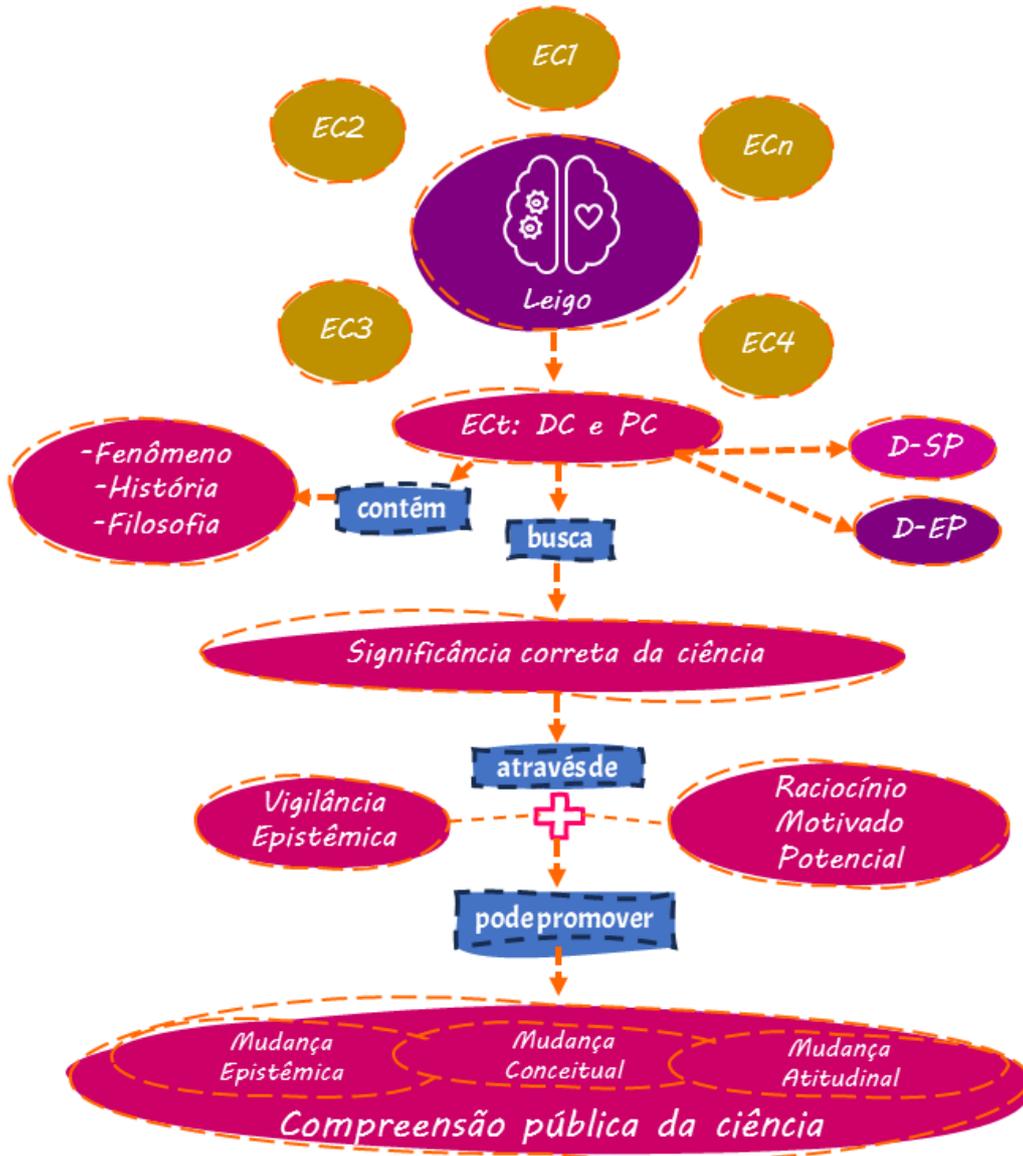
# O Ect: DC e PC

Assim **Dimensão Sociopolítica (D-SP)** apresenta, além de suas características, correlações com outras dimensões que determinam e integram o campo social e político das pessoas:



## Níveis de informação de PC à DC

Nesse sentido, acreditamos que o esquema proposto no segundo capítulo (ECt-DC e PC) contribuirá tanto com o desenvolvimento do material, como para a priorização de qual(is) temática(s) é(são) relevante(s) e sua presença em cada nível para o conteúdo expositivo escolhido.





## Capítulo 4

### Propostas de Atividades e Exemplos Práticos

No **Capítulo 3**, mostraremos nossas experiências com a aplicação de atividades:

- Nosso contexto de trabalho e relação com este material;
- O jogo “Quem é o Cientista?”;
- O minicurso da Semana da Física 2023 do INFIS/UFU.

## *Atividade 1*

**Nessa atividade, imagine o contexto de um museus de ciências, de uma mostra científica, ou de alguma outra ação de Popularização da Ciência, e desenvolva uma atividade interativa que aproxime o cientista/pesquisador do público, considerando o modelo ECt: DC e PC, e destacando principalmente a Dimensão Sociopolítica (D-SP).**

## Exemplo Prático (Atividade 2): “Quem é o Cientista?”

Nesse exemplo, apresentamos uma das primeiras atividades que contribuiu para a aplicação do modelo ECT: DC e PC, que buscou aproximar o pesquisador do público. O jogo “Quem é o cientista?” (Félix, Barros, Martins, 2023) foi desenvolvido por Maycon Pereira Félix, Matheus Barros e Silvia Martins. Essa ação constituiu-se de uma versão do jogo de tabuleiro “Guess who?”/“Cara a cara”/“Adivinha quem”, em que duas equipes sorteiam uma carta, e o oponente deve adivinhar qual é o seu personagem; de modo que cada lado do tabuleiro possui os mesmos rostos e, à medida que característica são reveladas, alguns personagens podem ser descartados, por não atenderem a elas, até que sobre apenas o personagem impresso na carta que está mão do oponente.



Fonte: Internet

A nossa ação contou com pesquisadores da UFU que fazem parte de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT-CNPq), para contemplar a temática da 20ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia: “Bicentenário da Independência: 200 anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil”. O jogo foi apresentado em uma das atividades de Popularização da Ciência do Museu Dica: a Mostra Brincando e Aprendendo (B&A).



Fonte: Acervo do Museu Dica

## O Jogo “Quem é o Cientista?”



Fonte: Acervo do Museu Dica

A Mostra B&A é aberta à comunidade, porém, tem o público escolar como seu maior visitante e, ter a oportunidade de realização desse jogo, nos abriu diversas possibilidades sobre a interação dos pesquisadores com o público; já que os personagens são cientistas da própria UFU, e estes foram convidados para prestigiar a atividade que levava seus rostos e receber as reações dos visitantes.



Fonte: Acervo do Museu Dica

## O Jogo “Quem é o Cientista?”



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

Dessa maneira, o trabalho de Félix, Barros e Martins (2023) aponta reações de surpresa tanto dos pesquisadores, como dos visitantes; além disso, a interação promoveu: diálogos relacionados à carreira científica na área de conhecimento do pesquisador; lisonja por parte do pesquisador em ser um personagem central na atividade; satisfação dos estudantes em terem contato direto com o pesquisador, entre outros. Ainda, neste material foram acrescentadas informações das áreas de pesquisa de cada personagem, e seus espaços de trabalho, em que em cada rodada e público que visitava o estande, era estimulado pelos mediadores a usufruírem dessas informações como estratégia para vencer o jogo.



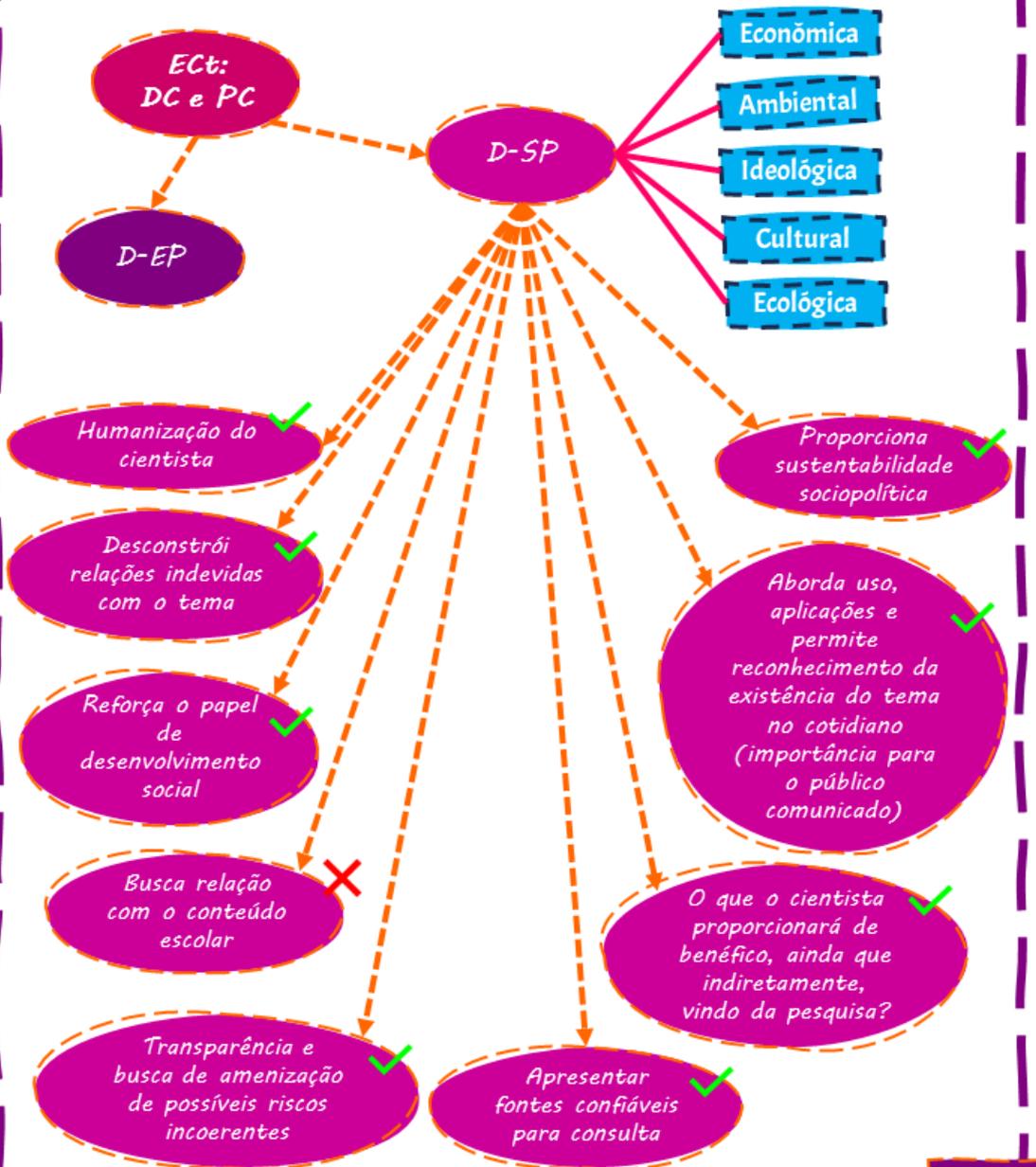
Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

## Exemplo Prático (Atividade 2): "Quem é o Cientista?"

Segundo a **Dimensão Sociopolítica (D-SP)** que propomos, realizamos uma avaliação da nossa atividade (que você também pode realizar com a sua) e entendemos que contemplamos os seguintes aspectos:

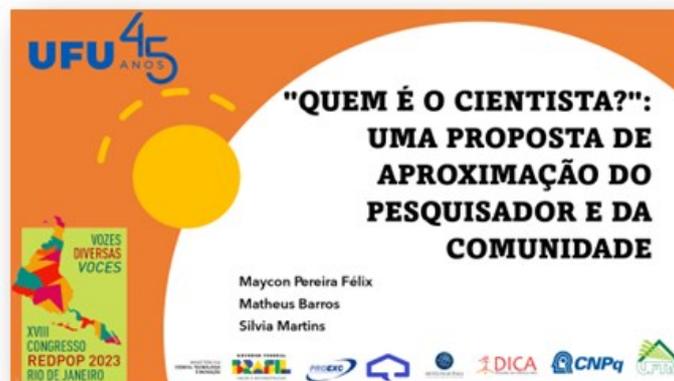


## O Jogo “Quem é o Cientista?”

Por último, mas não menos importante, a construção dessa atividade proporcionou a formação de estudantes de dois níveis, já que um dos autores pertencia à graduação e o outro ao mestrado. Logo, foi possível promover estudos e prática de PC de forma ampla, no contexto das possibilidades na universidade, seja pelo nível de formação, seja pelo caráter de ensino, pesquisa e extensão que a ação contemplou.



Fonte: Acervo do Museu Dica



Fonte: Acervo do Museu Dica

## *Atividade 2:*

Nessa atividade, propomos que você faça uma aplicação do modelo ECt: DC e PC que desenvolvemos, para algum conteúdo da internet ou físico, sejam livros, vídeos, blogs etc., para apontar possíveis (in)coerências detidas nesses materiais. Dessa forma, você pode se orientar pelos aspectos de cada dimensão (D-EP e D-SP), que o esquema que construímos contempla, e fazer uma proposta de reestruturação deste mesmo tema analisado.

## Exemplo Prático: Atividade 2

Então, vamos a um exemplo específico?

Lembrando que o exemplo utilizado aqui, está de acordo com a nossa formação e com a temática de interesse da pesquisa **OS DESAFIOS DA COMUNICAÇÃO DA MECÂNICA QUÂNTICA: O OLHAR DOS PESQUISADORES**. Mas, se você é de, ou tem interesse, em outra área de conhecimento, sinta-se à vontade para realizar a atividade de acordo com a sua necessidade, acompanhando a aplicação dos passos dos esquemas à seguir.

A Mecânica Quântica teve seu marco no início do século XX (o ano 2025 é designado como o de seu centenário), e é um ramo da Física que estuda os sistemas físicos em escalas moleculares, atômicas ou subatômicas. Nesse sentido, ao analisar o trecho de uma matéria da Revista Galileu (Lapola, 2021), é dito que:

“Outro exemplo é a **superposição**. Basicamente, **esse princípio diz que um átomo, uma partícula ou mesmo uma molécula podem estar em dois ou mais lugares ao mesmo tempo** – ou “superpostos”. **E essa propriedade está relacionada à natureza que a matéria tem de também ser onda. Como uma onda é uma perturbação no espaço e no tempo, ela pode ser detectada de forma espalhada, isto é, em vários pontos do espaço.**”

Será que essas informações estão corretas? Vamos aprofundar?

Primeiramente, é dito sobre entes quânticos serem capazes de ocupar dois lugares ao mesmo tempo. Analisando rigorosamente essa sentença, do ponto de vista da Teoria Quântica, a abordagem utilizada traz em seu discurso maneiras de perceber os fenômenos a partir de uma visão clássica da Física, já que não é possível, a partir dos recursos da Mecânica Quântica, abordar acontecimentos que ocorrem antes da manifestação dos resultados que ela possibilita obter.

Assim, essa perspectiva de que o ente (molécula, átomo, próton, fóton, elétron, etc.) ocupe dois lugares ao mesmo tempo,

## Exemplo Prático: Atividade 2

está equivocada, já que o formalismo da Mecânica Quântica não permite descrever fenômenos além dos que são observados (após a medida), que por sua vez se tratam de números reais e únicos, ou seja, que correspondem a um único valor, ou ainda no contexto explicado pela matéria: a um único lugar.

Outra questão trazida diz sobre a natureza da matéria, contudo essa natureza pode ser observada tanto para a matéria, como para a radiação, ambas compreendidas com aspectos de partícula ou onda, porém, exibem esses aspectos dependendo do arranjo utilizado no aparato experimental, sendo equivocada, mais uma vez, a atribuição de “ser/estar ao mesmo tempo” que é colocada no discurso da matéria da revista.

Mais um aspecto visto, é a visão simplicista que é colocada acerca da definição de propagação de ondas, que remontada às interpretações clássicas da Física: as ondas eletromagnéticas podem se propagar radialmente não pela característica de serem perturbações no espaço e no tempo, mas, por determinação da fonte que as propaga e pela inexistência de algum ente ou aparato que não cause imediatamente fenômenos como reflexão, refração, polarização, difração, interferência etc.

Em outros pontos do texto é possível notar várias incongruências, mas vamos nos deter à estas, do trecho escolhido, e comparar as possibilidades de entendimento que cada discurso possibilita.

Caso você seja de (ou tenha interesse em) outra área do conhecimento ou, ainda, queira testar uma pré-verificação desse tipo para outro ramo Física, fique à vontade! Mais à frente, daremos mais detalhes sobre esse tipo de construção de conteúdo. Vamos olhar outro ponto!

Do mesmo texto de antes, da Revista Galileu, gostaríamos de contemplar mais um trecho. Isso, porque a Divulgação Científica, uma vez que deve ser fiel ao conteúdo científico original, deve considerar também que aspectos históricos e epistemológicos, ou seja, aspectos que são contemporâneos à época e que explicam a forma como aquele conhecimento foi construído, quando abordados, sejam verdadeiros. Assim, olhemos para o seguinte trecho:

## Exemplo Prático: Atividade 2

“A física clássica que se conhecia no século 19 não explicava a chamada “radiação de corpo negro”. Nesse caso, a luz e a radiação térmica emitidas são independentes da composição do material e, para resolver o problema, só mesmo a genial proposta de Max Planck em 1900, sugerindo uma nova expressão matemática para a descrever o espectro de emissão de energia do corpo negro – nome dado a um meio ou substância que absorve toda energia incidente sobre ele. Essa fórmula estabelecia a energia sendo emitida em “pacotes”, com valores muito bem definidos (ou quantizados), e seus múltiplos. Nascia aí uma das maiores revoluções da ciência (e que inspirou o nome desta coluna).” (Lapola, 2021)

A Física Clássica, mencionada no texto, era composta por três áreas: Mecânica, Eletromagnetismo e Termodinâmica; porém, mesmo a Termodinâmica não conseguia explicar alguns fenômenos, dentre eles, a radiação de corpo negro, mencionada acima. Contudo, mesmo com as suas limitações, diversos físicos fizeram esgotadas tentativas de caracterizar o fenômeno a partir de uma visão clássica, como Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), que em 1860 propôs a ideia de corpo negro; os estudos de Josef Stefan (1835-1893) e Ludwig Boltzmann (1844-1906), que permitiram o cálculo de emissão de energia por radiação de um corpo; Wilhelm Wien (1864-1928), em 1893, com uma lei de descolamento; Lorde Rayleigh (1842-1919) e mais tarde o físico James Jeans (1877-1946), que aprimorou e chegou na lei de Rayleigh-Jeans, com sua forma final equacionada e publicada em 1905; além das contribuições experimentais em 1900 de um grupo formado por Otto Lummer (1860-1925) e Ernst Pringsheim (1859-1917), e outro grupo formado por Heinrich Rubens (1865-1922) e Ferdinand Kurlbaum (1857-1927) que apontavam problemas da Lei de Wien para alguns espectro de emissão em determinadas faixas.

Nosso intuito aqui, não é dar uma aula sobre história da ciência, mas apontar o discurso empregado por Lapola (2021,) que pode contribuir para a ideia de que a Física Clássica se tornou completamente inválida após problemas com a explicação de um fenômeno; já que os conhecimentos em

## Exemplo Prático: Atividade 1

Mecânica, Eletromagnetismo e Termodinâmica Clássicos, foram importantes mesmo para que Max Planck propusesse a quantização de energia, que atribuía aspectos corpusculares à radiação.

Assim, outra questão relacionada à epistemologia da ciência, se verifica na caracterização dos personagens que fizeram parte dela: quando se atribui uma descoberta ou evolução científica a apenas uma pessoa, essa questão ultrapassa limites de tornar aquele personagem uma estrela, mas fere a ética profissional, já que outros cientistas contribuíram de alguma forma com a construção daquele conhecimento. E, mesmo que isso não seja citado de forma explícita, é importante destacar o aspecto colaborativo no processo científico, garantindo a consciência da existência de outros personagens por parte de quem participa do processo de Divulgação Científica.

Apesar da grande contribuição, o próprio Max Planck tinha grandes dificuldades em aceitar os métodos que utilizou para explicar o corpo negro, por contradizer teorias já consolidadas. Essa rejeição da nova proposta, assim como para Planck, obteve rejeição da comunidade científica e, apenas na década de 1920, é que estudos nessas áreas avançaram, até a consolidação e criação, de fato, da Mecânica Quântica em 1925.

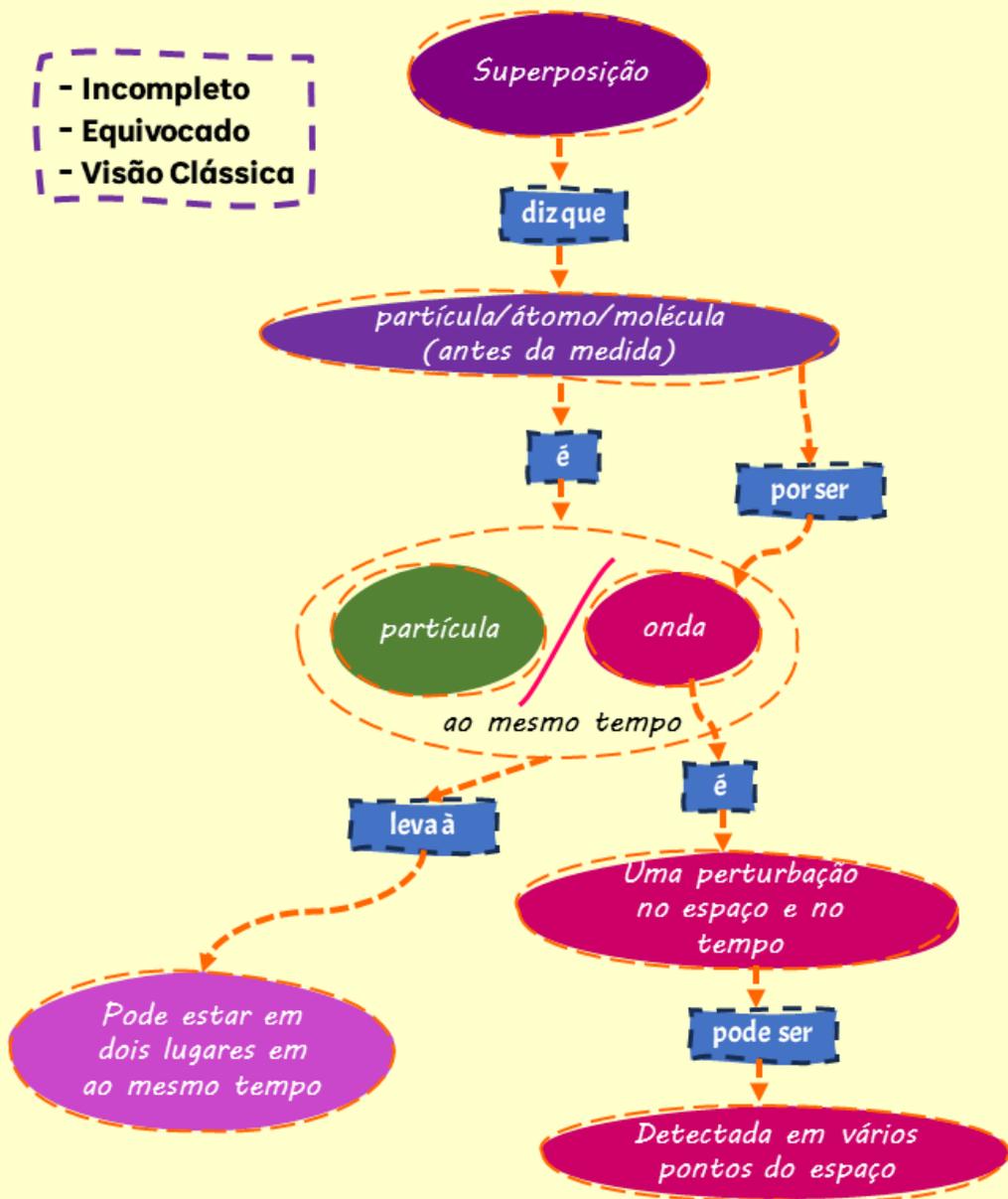
Apesar de parecer um alarde exagerado, o discurso empregado traz aspectos que contribuem para distanciar a ciência do público, ou para que estes criem visões distorcidas da ciência e dos cientistas, influenciando em atitudes de negação ou de associações erradas.

Na próxima página trazemos um esquema conceitual que representa o discurso apresentado por Lapola (2021) acerca do conceito de superposição e, em seguida, um esquema conceitual que propomos levando em consideração o ECt: DC e PC, que propomos nesse texto.

# Exemplo Prático

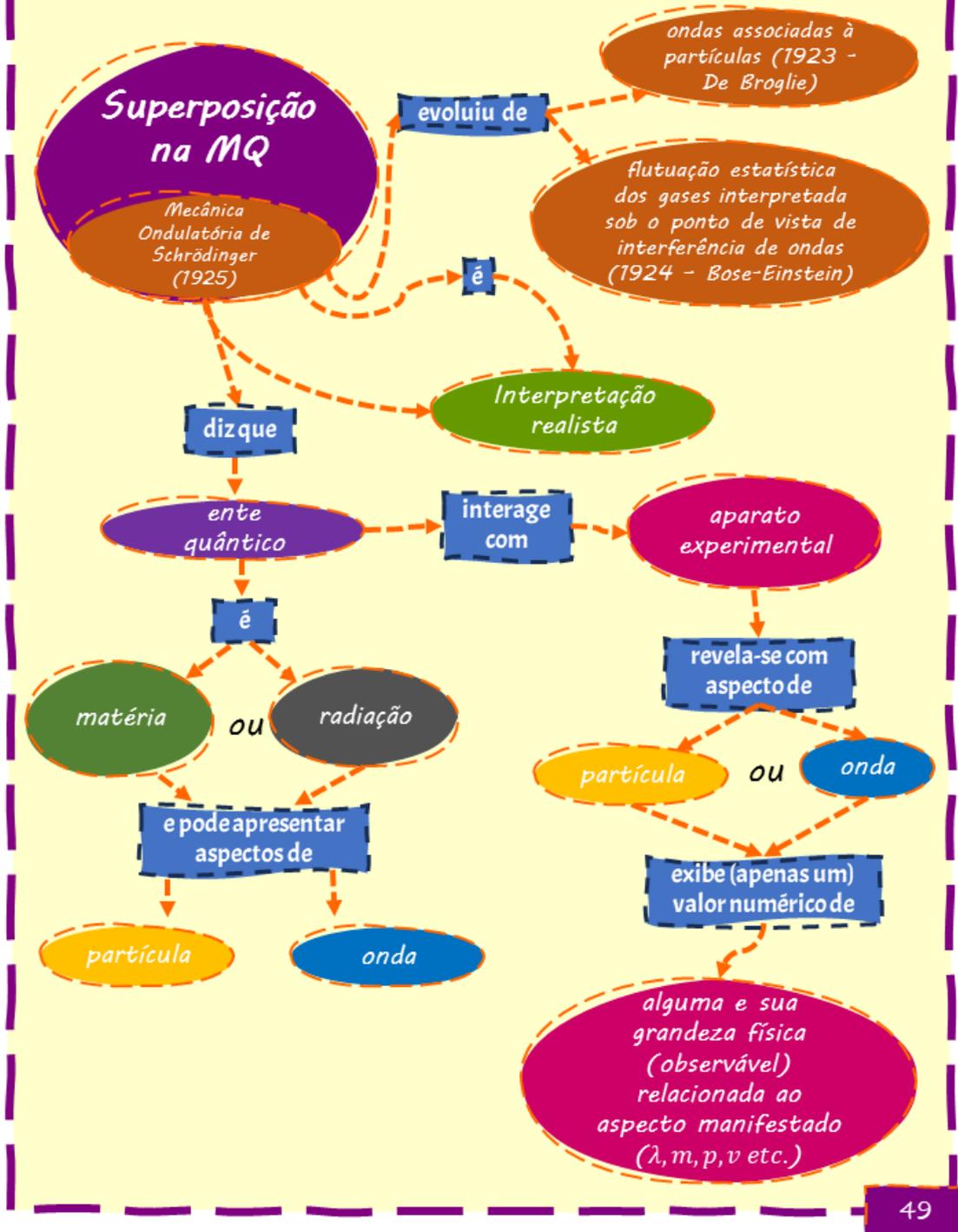
Esquema conceitual Superposição (Lapola, 2020)

- Incompleto
- Equivocado
- Visão Clássica



# Exemplo Prático

ECT: DC e PC (D-EP)



# Exemplo Prático

ECT: DC e PC (D-SP)



## Alternativa ao texto original

O esquema anterior buscou trazer aspectos que não são tratados no texto da Revista Galileu (Lapola, 2021). Logo, ele poderia ser reescrito, mas, qual seria a linguagem mais adequada? Depende para qual público você está escrevendo. Vamos considerar aqui, algum generalismo de público:

O princípio da superposição na Mecânica Quântica está relacionado à probabilidade (ou seja, à noção de provável) de determinada grandeza física (que se chama de observável), assumir algum valor numérico real, dentre as possibilidades que se tem para o objeto quântico que é medido. O que chamamos de objeto quântico pode ser radiação (por exemplo: a luz), ou matéria (por exemplo: o elétron), e ambos são capazes de assumir aspectos de onda ou de partícula. Assim, o fenômeno que leva à manifestação de apenas um valor real, é denominado de colapso da função de onda e, dependendo do que se mede, esse colapso apresenta características de apenas um aspecto (onda ou partícula) e apenas um valor respectivo à observável (que pode ser: velocidade, comprimento de onda, momento etc.). Os equipamentos de medidas utilizados para esse tipo de experimento são compostos por propriedades e detectores que interagem com as propriedades da radiação ou da matéria, como ímãs, fornos, lasers, e sua escolha dependerá do arranjo necessário para atingir o que se busca, isso até hoje, com a atual capacidade tecnológica disponível. Contudo, existe certa dificuldade na Teoria Quântica em explicar exatamente qual a natureza (radiação ou matéria) antes das medidas experimentais. Neste contexto, existem algumas interpretações que associam, ou não, fenômenos chamados de "não-localidade" aos resultados, como a Interpretação Ondulatória de Schrödinger (do tipo realista). Essas interpretações de diversos tipos, apesar de incompatíveis, apresentavam resultados equivalentes para as medidas dos objetos quânticos. Outra característica dessas interpretações é que, às vezes, seus termos e jargões, são confundidos com significados das mesmas palavras no senso comum das pessoas, e usadas até mesmo para explicar fenômenos que a Teoria Quântica não dá conta, como os da mente ou relacionados às curas espirituais. Nesse cenário, a interpretação da Mecânica Ondulatória Schrödinger encontra problemas em explicar os fenômenos de não-localidade, contudo, a partir da visão de mundo que ela se baseava, possibilitou a descrição do princípio da superposição, em 1925, e publicado em

## Alternativa ao texto original

1926; essa proposta evoluiu a partir de trabalhos como o de Louis de Brogli em 1924, que defendiam o comportamento de elétrons como onda, e de Albert Einstein, que em 1924 descrevia, através da teoria de flutuação estatística dos gases, que moléculas poderiam apresentar aspectos ondulatórios e interpretadas sob o ponto de vista de interferência de ondas. Schrödinger serviu como oficial de artilharia em Stuttgart, Breslau (atual Wrocław localizado na Polônia) e Zurique a partir de 1920, durante a Primeira Guerra Mundial, e em 1921 obteve uma colocação como professor de Física teórica na Universidade de Zurich, na Suíça, em que sucedeu a Albert Einstein e Max von Laue. Inicialmente, suas tentativas de abordagem sobre a Mecânica Quântica tiveram pouca importância, mas em 1926 conseguiu explicar como um estado quântico evolui no tempo e um dos fenômenos ocorrentes, ligados a essa evolução, é o de superposição. Então, com a compreensão desse fenômeno foi possível descrever futuramente o funcionamento de lasers (utilizados hoje em dia em impressoras, soldagens, cirurgias, etc.) e de microscópios de varredura por sonda (utilizados para ampliação de imagens de átomos e moléculas em materiais, e possibilitam avanços em outras pesquisas científicas na própria Física, ou mesmo na Química, na Biologia e nas Engenharias).

### NOTA

Nesta produção, utilizando o Ect: DC e PC, utilizamos apenas recursos textuais, contudo, recursos imagéticos, como fotos, gráficos, ou ainda equações que permitam representar o seu texto, podem ser incorporados ao seu material. E, ainda, esses outros tipos de comunicação também podem ser avaliados pelos critérios das dimensões D-EP e D-SP.

## Alternativa ao texto original

Veja que tentamos abordar, da forma mais honesta que conseguimos:

- i) Como funciona o fenômeno descrito, sem sensacionalismos ou comparações exageradas, ou ainda sem reducionismos que permitem ambiguidade na interpretação;
- ii) Como esse conhecimento foi construído, em que é apresentado aspectos colaborativos que acontecem na elaboração do conhecimento científico, a partir da apresentação de mais de um personagem (se em seus objetivos não cabe tantas menções, é necessário utilizar trechos como “Essa foi uma das contribuições que resultou nesse conhecimento” ou “Essa contribuição foi fruto da equipe chefiada por [nome do cientista principal]”;
- iii) Foi adicionado aspectos da vida pessoal do cientista, a fim de garantir alguma humanização, principalmente relacionadas às dificuldades do campo profissional.

### NOTA

Buscamos com o exercício realizado, apresentar uma transposição e recontextualização de conteúdo completa utilizando o desenvolvimento de um **ECt DC e PC**. Contudo, o conteúdo e as **D-EP e D-SP** podem ser adaptadas de acordo com o objetivo, o tempo, o espaço e o público da atividade realizada, já que são muitas as possibilidades.

## *Atividade 3:*

Nessa atividade, propomos que você faça uma aplicação do modelo ECt: DC e PC que desenvolvemos, em alguma ação que você busca implementar e, posteriormente, reavalie os resultados da sua aplicação. Na reavaliação, aponte cada lacuna, quais motivos tornaram ela existente e se você busca melhorar isso de alguma forma. Em caso de construção de cursos, oficinas, ou outras atividades que você aplicará em que outros é quem serão os produtores de conteúdo, você pode avaliar essas produções resultantes também como forma de validar a sua atividade e buscar, caso necessário, por posteriores melhorias na metodologia e didática utilizada.

## Uma experiência

A segunda atividade foi o minicurso “Como fazer Divulgação Científica na área de Física: possibilidades da Universidade Pública”, realizado na XII Semana da Física, da UFU, no ano de 2023.

**MINICURSO**  
**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

**Como fazer divulgação científica na área de Física: possibilidades da Universidade Pública**

Porque a divulgação científica é tão importante? E qual impacto que ela causa na sociedade?

**XIII SEFIS**  
SEMANA DA FÍSICA • 4 e 5 de outubro de 2023 • UFU

**XIII SEFIS**  
SEMANA DA FÍSICA • 4 e 5 de outubro de 2023 • UFU

**Ministrante:**  
**Matheus Barros**

Matheus possui Graduação em Física - Licenciatura pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU -2019). Atualmente é mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pela UFU e compõe o setor educativo do Museu Dica, apoiando diversas ações administrativas, de ensino, pesquisa e extensão.

**SAVE THE DATE!**  
**4 E 5 DE OUTUBRO 20:15-22:00**  
**5 DE OUTUBRO 08:00-10:30**  
3D 106 (dia) e 5R-A 214 (noite)

**XIII SEFIS**  
SEMANA DA FÍSICA • 4 e 5 de outubro de 2023 • UFU

**Ministrante:**  
**Matheus Barros**

Este minicurso terá duas turmas: uma será dedicada ao público diurno, sendo ministrado em um único dia. Para os alunos do noturno, será realizado em duas partes.

Matheus irá compartilhar sua experiência e pesquisa sobre divulgação científica e extensão universitária, agora obrigatórias na universidade. A proposta irá abordar rapidamente a teoria e apresentar atividades práticas.

Fonte: Instagram | @sefis.ufu | [https://www.instagram.com/p/Cxy4Pqzr2zU/?img\\_index=3](https://www.instagram.com/p/Cxy4Pqzr2zU/?img_index=3)

## *Uma experiência*

- Uma apresentação teórica sobre: Popularização da Ciência; Divulgação Científica; Modelos de Comunicação Pública da Ciência; Políticas Públicas.

- Duas atividades práticas: i) uma chamada “Prazer em te conhecer!”, aprendida no minicurso, ministrado pela Profa. Dra. Silvania Nascimento, que aconteceu no XVIII Congresso RedPop 2023, no Rio de Janeiro, que abordou sobre a construção de indicadores avaliativos de dispositivos educativos de Popularização da Ciência; e ii) outra, que tinha como objetivo construir um material de Divulgação Científica, a partir de algumas orientações (norteadas por uma estrutura similar à este livro).

O minicurso foi muito produtivo, de modo que os participantes tiveram ótimos resultados em suas atividades. Claro, que com algumas ressalvas, já que era a primeira experiência deles com o desenvolvimento desse tipo de material, e também a nossa primeira experiência em aplicar os conhecimentos construídos do processo de pesquisa e profissional.

Os inscritos no Minicurso eram estudantes dos cursos de graduação em Física (licenciatura); Física (bacharelado); Física Médica (bacharelado), do Campus Santa Mônica em Uberlândia, porém tivemos a participação de uma estudante do curso de Física (licenciatura) da UFU – Campus Pontal (na cidade de Ituiutaba, MG) e outra do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (bacharelado) (do Campus Glória). Ainda, tiveram duas turmas, uma ofertada no diurno e outra no noturno, ambas com duração de 3 horas.

Os textos de divulgação científica foram deixados como opcionais e para serem construídos “em casa”, pois, o conteúdo do curso e o tempo de execução das atividades práticas extrapolaram o planejamento. Dessa maneira, não consideramos esses pontos como negativos, uma vez que as discussões foram muito ricas e produtivas, acerca das relações sociais com conteúdos científicos e dos conceitos apresentados em nosso material.

A seguir, mostraremos alguns registros de cada atividade prática e, mais especificamente sobre a criação de um texto de Divulgação Científica, alguns detalhes e análises que fizemos de cada um.

## “Prazer em te conhecer!”

A atividade “Prazer em te conhecer!”, tem como objetivo fomentar uma ação de popularização, porém, centra-se em apresentar o colega. Dessa forma, os participantes podem ser estimulados a criar estratégias que sejam verdadeiras e fiéis à pessoa que estão mostrando. Assim, definimos a seguinte abordagem que foi utilizada:

### Prazer em te conhecer!

- Formar duplas (de preferência com o colega que se tem menos intimidade);
- Conversar sobre o outro e se conhecer (hobbies, aspirações, motivações, pessoais ou profissionais, etc.);
- Elaborar um card que defina o colega (Seja criativo!), usando o material disponível ou em algum programa de edição no celular;
- Imagine que esse card seja uma propaganda, a capa de um livro/revista, um poster...
- Apresentar para a turma o card e o colega.

Meus dois grupos de amigos se conhecendo no meu aniversário



Fonte: os Autores

Os estudantes foram organizados em duplas e deveriam se preparar para apresentar o respectivo parceiro de dupla. Ainda, oferecemos alguns materiais e ferramentas de papeleria (E.V.A., papel cartão, *glitter*, tesoura, fina, postites, etc.), ou a possibilidade de utilizar o celular e recursos de algum programa de edição de vídeo.

Na página seguinte apresentamos alguns dos materiais desenvolvidos nessa dinâmica, com exceção dos vídeos. Além disso, por questões éticas, também ocultaremos os nomes dos participantes.

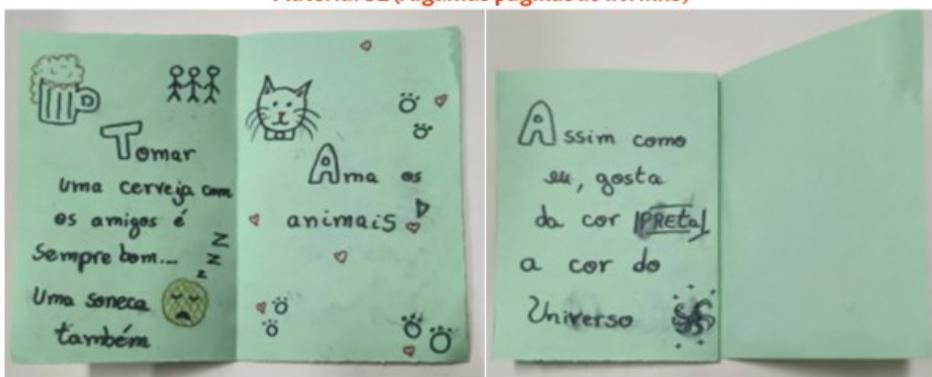
# "Prazer em te conhecer!"

Material 01 (Card)



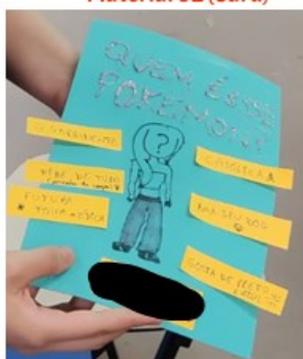
Fonte: Acervo do Museu Dica

Material 02 (Algumas páginas do livrinho)



Fonte: Acervo do Museu Dica

Material 02 (Card)



Fonte: Acervo do Museu Dica

## Minicurso: “Como Fazer Divulgação Científica na área de Física: Possibilidades da Universidade Pública”

A segunda atividade do minicurso “Como fazer Divulgação Científica na área de Física: possibilidades da Universidade Pública”, realizado na XII Semana da Física, da UFU, trouxe a proposta de construção de um texto de Divulgação Científica, orientada pelos seguintes pontos:

### Mão na Massa!

- Antes de começar:
  - Qual e por que este tema?
  - Para qual público?
  - Em qual espaço/plataforma?
- Começando os trabalhos!
  - Levantamento dos conceitos centrais e principais personagens.
  - Escrita do texto/roteiro com início, meio e fim.
  - Utilização de estratégias de linguagem para suavizar o texto.
- Avaliando o texto:
  - As minhas analogias são sensacionalistas/extrapoladas?
  - As minhas analogias dão sentido dúbio/errôneo?
  - O meu texto está coerente com o roteiro proposto?

Construção de um **texto** (mín.: 1 pág. e máx.: 2 pág.) ou **vídeo** (mín.: 3 min. e máx.: 5 min.) de Divulgação Científica. **Envio até 07/10/23 às 12h00.**



Fonte: Acervo do Museu Dica

Assim, como foi mencionado, nesta orientação os textos poderiam ser produzidos fora do horário de execução do minicurso, porém, essa era uma atividade voluntária, e dos 17 participantes das turmas, seis retornaram com os textos produzidos. Obtivemos, também, o auxílio de um colega com acesso à ferramenta *Copyspider* em que conseguimos verificar algum grau de plágio ou cópias no material produzidos pelos estudantes. As produções tiveram os seguintes títulos e formatos:

## Minicurso: “Como Fazer Divulgação Científica na área de Física: Possibilidades da Universidade Pública”

Tabela 01: Materiais recebidos pelos Alunos

Item	Título/Tema	Formato
MDC01	Campos Magnéticos Naturais: Um novo olhar para o uso das propriedades magnéticas na construção de motores.	Texto
MDC02	Jogos em Movimento: Uma análise da movimentação dos Jogos de uma perspectiva Física	Texto
MDC03	Descoberta do raio da Terra pelas sombras produzidas pelo Sol em cidades diferentes	Texto
MDC04	Por que não andar em alta velocidade?	Texto
MDC05	Eclipse Solar – 14 out 2023	Imagem (GIF)
MDC06	Eletricidade e magnetismo, o casamento com um filho iluminado	Texto
MDC07	Explore o Universo: Descubra os Segredos do Sistema Solar!	Texto

Fonte: os autores

Assim, buscamos de verificar qual a confiabilidade dos textos, uma vez que foram produzidos fora de um ambiente de controle. Desse modo, com a utilização do site *Copyspider*, obtivemos ótimos resultados, que significaram o nível de comprometimento dos participantes nessa tarefa:

Tabela 02: Relação de similaridade com outros texto da internet

Item	MDC01	MDC02	MDC03	MDC04	MDC05	MDC06	MDC07
Nº de textos encontrados com o mesmo assunto	10	10	10	10	-	09	10
Maior porcentagem de semelhança	3,19%	0,37%	1,28%	0,79%	-	1,53%	0,69%
Média das porcentagens de semelhança	1,35%	0,17%	0,44%	0,33%	-	0,32%	0,39%

Fonte: os autores

## Minicurso: “Como Fazer Divulgação Científica na área de Física: Possibilidades da Universidade Pública”

Nesse cenário, considerando o ECt: DC e PC que elaboramos, ao olhar para os textos produzidos identificamos as seguintes proporções para cada aspecto, de cada dimensão (D-SP e D-EP):

Tabela 03: Dimensões do ECt: DC e PC contempladas nos trabalhos

Item	MDC01	MDC02	MDC03	MDC04	MDC05	MDC06	MDC07	Total
N.º apenas de D-EP	3	3	5	4	2	4	2	23
N.º apenas de D-SP	2	4	6	4	2	5	1	24
Total de aspectos contemplados de D-EP e D-SP	5	7	11	4	4	9	3	47

Assim, cada produção trouxe pelo menos um aspecto de cada dimensão, mas isso não é uma garantia de que essa contemplação estava explícita nas intenções dos participantes dos cursos, já que o esquema não foi apresentado a eles. Contudo, achamos interessante trazer esse cenário, a fim de motivar futuras investigações em que esse ECt: DC e PC será aplicado, com fins de avaliação dos conteúdos, e se serão potenciais para a mudança conceitual e atitudinal no público que se deseja atingir. Além disso, o número total de aspectos de cada dimensão foi bem parecido, o que de antemão não é muito relevante, porém, se olharmos proporcionalmente, considerando que a D-SP possui mais aspectos que D-EP (9 e 6, respectivamente), D-SP (~38 %) foi menos abordada nos textos, do que D-EP (~55 %).

Dessa forma, colocamos mais uma vez que a quantidade de aspectos das dimensões que serão escolhidos para serem contemplados, em algum material produzido, dependerá fortemente dos objetivos que a atividade, que se valerá do conteúdo, terá. Contudo, para fins de promoção da ciência em que seja possível o sucesso de práticas de DC e PC, é necessário que se aborde mais aspectos que se conseguir.

### *Minicurso: “Como Fazer Divulgação Científica na área de Física: Possibilidades da Universidade Pública”*

Os dois últimos gráficos, mostram a relação dos aspectos das dimensão do ECt: DC e PC que são contempladas em cada trabalho dos participantes dos cursos.

Vale notar que todos os materiais trouxeram aspectos sobre “Significados transpostos e recontextualizados equivalentes aos originais”, o que é relevante, já que em um material sobre ciência sempre conterà pelo menos um conceito, e este precisa estar de forma que o público compreenda.

Outros aspectos como “Resultados reais que são produzidos” e “Aborda uso, aplicações e permite reconhecimento da existência do tema no cotidiano (importância para o público comunicado)” foram abordados em seis dos materiais construídos no curso. Desse modo, podemos perceber a preocupação com alguma contextualização e recontextualização dessas propostas.

Os demais aspectos, pontuaram entre 4 e 2 textos, e estão relacionados à interdisciplinaridade da ciência que escolher comunicar, contextualização histórica da construção do conteúdo, papel de desenvolvimento social, relação com o conteúdo escolar, compromisso do cientista com o desenvolvimento social, sustentabilidade sociopolítica e apresentação de fontes confiáveis (relacionadas ao local ou às pessoas que o produzem).

Outros aspectos como “Descrição real do que é e o que faz o pesquisador”, “Abordagem coerente dos locais de produção das pesquisas (laboratórios, campo, equipamentos etc.)”, “Humanização do cientista”; “Desconstrói relações indevidas com o tema”, foram demarcadas apenas uma produção, cada uma. Já o aspecto “Transparência e busca de amenização de possíveis riscos incoerentes” não foi trazido em nenhum material. Entretanto, essas características são fundamentais quando se busca aproximar a ciência do público, mesmo que não sejam sempre abordadas, é necessário que contemplem boa parte dos textos que considerem um ECt: DC e PC, pois podem garantir algum potencial de aproximação e compreensão da ciência pelo público.

## *Atividade 4:*

**Nessa atividade lhe desafiamos a criar um conteúdo especificamente para o público leigo. O conteúdo deve ser de algum tema científico, atual ou de grande relevância social, bem como conflituoso quando colocado para o público.**

**Após a criação do conteúdo, verifique se ele contém todos os aspectos de D-EP e D-SP, aplique, avalie e nos conte!**

## Níveis de informação de PC à DC

Este material foi desenvolvido através da identificação de aspectos importantes, advindos da nossa análise das falas dos entrevistados, na pesquisa sobre suas percepções com relação ao conteúdo de Mecânica Quântica, na perspectiva da Divulgação Científica e da Extensão Universitária. Contamos, também, com as nossas experiências nas ações do Museu Dica em comunicar conteúdos de Física, especialmente o de Mecânica Quântica, que nos trouxe à tona dificuldades em transpor e recontextualizar fenômenos dessa área, lidar com o público que hora apresenta controvérsias sobre o tema, hora apresenta relação com contextos e conhecimentos que a Mecânica Quântica não é capaz de explicar (como a Cura Quântica, por exemplo).

O desenvolvimento desse trabalho também foi motivado pela tentativa de construir um material que se constituísse de três níveis de informação para as exposições do Museu Dica, uma vez que o tempo e a interatividade são questões individuais para cada visitante que explora o conteúdo museográfico disposto em nossas ações. Dessa forma, defendemos que:

**1º** – Este nível é mais simples, porém, deve garantir as conexões e as lógicas que a exposição busca para com o visitante. As informações estão à superfície dos artefatos e dos banners, e não necessitam de mais que uma “passada de olho” para que sejam interpretadas. É comum que se tenha rótulos nas exposições, assim é a constituição deste nível, que permite visitas mais rápidas pela exposição, mas que cada rótulo seja envolvente e cause alguma perturbação no visitante, para estímulo deste voltar uma próxima vez para exploração mais longínqua da exposição, e até mesmo de pensamento crítico. Este nível se relaciona, especialmente, com o conceito de Popularização da Ciência.

**2º** – Este nível é intermediário e pode estar em dobraduras, gavetas, janelas, entre outros elementos da exposição que permitam a adição de mais algum texto ou contexto sobre o conteúdo expositivo. Assim, este nível permite complemento ao nível anterior, ou mesmo com informações independentes. Esse nível permite também o desenvolvimento de ações educativas mais complexas, como: jogos, gincanas, oficinas, apoio às sequências didáticas para visitas escolares etc. Neste nível pode ser explorado mais elementos da Divulgação Científica.

**3º** – Este é o último nível, e pode ser um nível com uma informação tanto mais complexa como mais acessível, pode ser separado em camadas para que atenda diversos níveis de formação, e permite que seja em uma plataforma virtual e de acesso através da própria exposição (com realidade aumentada, realidade virtual, códigos QR que direcionem ao site do Museu Dica, que aloca o conteúdo). Este nível se relaciona tanto com o conceito de Divulgação Científica como com o de Popularização da Ciência.

## O esquema ECt: DC e PC para uma exposição de Mecânica Quântica

Dessa forma, nossa exposição ainda se encontra em formato embrionário, contudo, ponderamos os seguintes conteúdos:



Em que, em nossa primeira verificação, essa divisão consegue abordar todos conteúdos que são pertinentes à contemplação de D-EP e D-SP, no nosso ECt: DC e PC. A exposição será disposta no Espaço Museográfico do Museu Dica no Parque Municipal Gávea, e outros estudos sobre o espaço e o perfil dos visitantes também estão sendo considerados neste processo, bem como o contexto da equipe do Museu Dica que atuará contemporaneamente à existência da exposição para a visitação.

# Agradecimentos

À banca de defesa do mestrado (professores Dra. Débora Coimbra e Dr. Pedro Colombo Júnior) pela avaliação e pelas contribuições.

Aos colegas do INFIS/UFU que contribuíram em qualquer parte do desenvolvimento do trabalho.

À equipe do Museu Dica e colegas do INFIS pelo suporte e contribuições valiosíssimas vindas das reflexões de práticas, estudos, questões administrativas e educacionais, entre tantas outras que rodearam a produção deste material.

Ao Maycon Pereira Félix pela parceria e pela contribuição nas atividades de pesquisa e extensão.

À Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal de Uberlândia (Proexc/UFU) e ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) pelos recursos que possibilitaram o desenvolvimento da pesquisa em 2022.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo aporte em bolsas de Desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação e recursos para a finalização da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que financia e mantém o curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Ao Instituto de Física (Infis/UFU) pelo apoio, financiamento e suporte da infraestrutura mínima, que possibilitou a realização de diversas atividades para as produções e participações em eventos.

À Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por contribuições em fomento.

## Referências

BARROS, Matheus; MIRANDA, Luis Fernando dos Santos; MARTINS, Silvia. UM PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES SOBRE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS EM EVENTOS E PUBLICAÇÕES DA SBF. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18, 2020, ONLINE. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2020. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xviii/sys/resumos/T0198-1.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2022.

BLANCKE, S.; BOUDRY, M.; PIGLIUCCI, M. Why Do Irrational Beliefs Mimic Science? The Cultural Evolution of Pseudoscience. **THEORIA**, v. 83, p.78–97, 2017.

BROWNELL, Sara E.; PRICE, Jordan V.; STEINMAN, Lawrence. Science communication to the general public: why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. **Journal of undergraduate neuroscience education**, v. 12, n. 1, p. E6, 2013.

BUCCHI, Massimiano; TRENCH, Brian. Rethinking science communication as the social conversation around science. **Journal of Science Communication**, v. 20, n. 3, p. Y01, 2021.

DE SOUZA CRUZ, F. F. Mecânica Quântica e Cultura em dois momentos. **Teoria Quântica: Estudos Históricos e Implicações Culturais**. 1ed. Campina Grande/São Paulo: Editora UEPB e Livraria de Física, v. 1, p. 303-320, 2010.

DICKSON, David. The case for a 'deficit model' of science communication. **SciDev.net**, v. 27, 2005.

FÉLIX, Maycon Pereira; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. Divulgação da Mecânica Quântica: possibilidades na visão dos pesquisadores do INFIS/UFU. In: Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura (EDICC), 9, 2022, Campinas. **Anais...** Campinas: Labjor, p. 100-101. 2022. Disponível em: <<https://edicc2022.labjor.unicamp.br/wp-content/uploads/2022/09/Caderno-de-Resumos-completo.pdf>> Acesso em: 19 out. 2023.

## Referências

FÉLIX, Maycon Pereira; BARROS, Matheus; MARTINS, Silvia. "Quem é o cientista?": uma proposta de aproximação do pesquisador e da comunidade. In: Congresso RedPOP, 18, 2023, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e no Caribe - Museu da Vida/Fiocruz, p. 3. 2023. Disponível em: <[https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS\\_compressed.pdf](https://redpop.fiocruz.br/wp-content/uploads/2023/07/RESUMOS-APRESENTACOES-INDIVIDUAIS_compressed.pdf)> Acesso em: 20 out. 2023.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

LAPOLA, Marcelo. **5 ocasiões do seu dia a dia em que a física quântica está presente**. 2021. Coluna "Quânticas". Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2021/07/5-ocasioes-do-seu-dia-dia-em-que-fisica-quantica-esta-presente.html>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MACHADO, Sandro da S. Livramento; CRUZ, Frederico de Firmo Souza. A Teoria Quântica e a apropriação do conhecimento científico: o uso da história e filosofia da ciência pelos misticismos. **Anais eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, Florianópolis, 2016.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro. Ciência e público: reflexões sobre o Brasil. **Redes**, v. 15, n 30, p. 105-124. 2009.

PECHULA, Marcia Reami; GONÇALVES, Elizabeth; CALDAS, Graça. Divulgação científica: discurso, mídia e educação. Controvérsias e perspectivas. **Revista de Estudios para el Desarrollo Social de la Comunicación**, n. 7, p. 201-212, 2013.

PESSOA JR, Osvaldo. O fenômeno cultural do misticismo quântico. **Teoria Quântica: Estudos Históricos e Implicações Culturais**. 1ed. Campina Grande/São Paulo: Editora UEPB e Livraria de Física, v. 1, p. 281-302, 2011.

PICCOLI, MARCIA SPEGUEN DE QUADROS; PANIZZON, MATEUS. A POPULARIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO FORMA DE INTERAÇÃO ENTRE A ACADEMIA E A SOCIEDADE. RBPG. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 17, n. 37, 2021.

## Referências

PORFIRO, Leandro Daniel; BALDINO, José Maria. Perspectivas teórico-conceituais de popularização da ciência: vulgarização, alfabetização e divulgação científica. **Revista Científica de Educação**, v. 3, p. e019005-e019005, 2018.

SILVA, H. C. O que é divulgação científica?. **Ciência & Ensino** (ISSN 1980-8631), v. 1, n. 1, 2007.

SINATRA, G. M., KIENHUES, D. e HOFER, B. K. Addressing challenges to public understanding of Science: epistemic cognition, motivated reasoning, and conceptual change. **Educational Psychologist**, 49:2, 123-138. 2014.

VERGNAUD, Gérard. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 10, n. 2, p. 3, 1990.

WEBB, Alexis B. et al. Training scientists in a science center improves science communication to the public. **Advances in Physiology Education**, v. 36, n. 1, p. 72-76, 2012.

### LINKS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). (2016). **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) – 2016/2022**. Brasília: MCTI, 2016 Disponível em: < [http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16\\_03\\_2018\\_Estrategia\\_Nacional\\_de\\_Ciencia\\_Tecnologia\\_e\\_Inovacao\\_2016\\_2022.pdf](http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf)>

BRASIL. DECRETO Nº 10.534, DE 28 DE OUTUBRO DE 2020. **Política Nacional de Inovação**. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.534-de-28-de-outubro-de-2020-285629205>>

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Portaria MCTI nº 5.265, de 29 de outubro de 2021. Dispõe sobre a Política de Promoção, Popularização e Divulgação da Ciência, Tecnologia e Inovação, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Brasília: MCTI, 2021. Disponível em: < [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria\\_MCTI\\_n\\_5265\\_de\\_29102021.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTI_n_5265_de_29102021.html)>

# Referências

BRASIL. DECRETO Nº 11.754, DE 25 DE OUTUBRO DE 2023. **Programa Nacional de Popularização da Ciência**. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2023/decreto-11754-25-outubro-2023-794862-publicacaooriginal-169832-pe.html>>

## LINKS DAS INICIATIVAS DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Semana Nacional de Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <[semanact.mcti.gov.br/](http://semanact.mcti.gov.br/)>

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTIC). **Feiras de Ciências e Mostras Científicas**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/popularizacao-da-ciencia/feiras-e-mostras-de-ciencias>>

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTIC). **Olimpiadas Científicas**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/popularizacao-da-ciencia/olimpiadas-cientificas>>

Ministério da Cultura (MinC). **Instituto Brasileiro de Museus (Ibram)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/museus/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/sobre-o-orgao>>

Instituto Brasileiro de Museus (Ibram/MinC). **Sistema Brasileiro de Museus (SBM)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/museus/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/sistema-brasileiro-de-museus>>

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Museus e Centros de Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/popciencia>>

# Referências

## LINKS DOS ESPAÇOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

**Ciência Hoje da Crianças:** por Instituto Ciência Hoje. Disponível em:  
<<https://chc.org.br/>>

**Ciência no Rádio:** por Empresa Brasil de Comunicação. Disponível em:  
<<https://radios.ebc.com.br/tags/ciencia-no-radio>>

**Globo Ciência** (1984-2014): por Fundação Roberto Marinho. Disponível em:  
<<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/jornalismo-e-telejornais/globo-ciencia/noticia/globo-ciencia.ghml>>

**Museu de Ciências Naturais da PUC Minas.** Secretaria de Cultura e Assuntos Comunitários – SECAC/PUC Minas. Disponível em:  
<[http://portal.pucminas.br/museu\\_novo/destaques.php](http://portal.pucminas.br/museu_novo/destaques.php)>

### Endereço

Avenida Dom José Gaspar, 290  
Bairro Coração Eucarístico  
CEP: 30535-610  
Belo Horizonte - MG

**Nunca vi 1 cientista:** por Ana Bonassa e Laura Maríse. Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/channel/UCdKJIY5eAoSumIcOcYxIGg>>

**Space Today:** por Sérgio Sacani. Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/@SpaceToday>> e <<https://spacetoday.com.br/>>

**Planetário Rubens de Azevedo.** Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura. Disponível em: <<https://www.planetariorubensdeazevedo.com.br/>>

### Endereço

Rua Dragão do Mar, 81  
Praia de Iracema,  
CEP: 60060-390  
Fortaleza - CE

"Ora, o Gato de Schrödinger aqui. Ele o deixou conosco para que cuidássemos dele."

*Por o Mecânico Quântico*

*Alice no País do Quantum*