

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE QUÍMICA DE ARARAQUARA
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

LEONARDO LIMA E SILVA

**A ELABORAÇÃO DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *METAL
ORGANIC FRAMEWORKS* PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Araraquara

2022

LEONARDO LIMA E SILVA

A ELABORAÇÃO DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *METAL ORGANIC FRAMEWORKS* PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Monografia apresentada ao Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte das exigências para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Amadeu Moura Bego

Araraquara

2022

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Leonardo Lima e Silva

Nome em citação bibliográfica: SILVA, L. L.

FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO:

Graduação em Licenciatura em Química - Instituto de Química UNESP – Araraquara/SP

APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS:

XXXIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP - IQ/Araraquara. **Avaliação do processo de adsorção de proteína sobre nanopartículas de ouro por técnica piezoelétrica**. 2021. (Apresentação de pôster).

XX SUDESTE PET (Encontro Regional dos Grupos PET – Programa de Educação Tutorial). **Manual de sobrevivência escolar do PET**. 2020. (Resumo Expandido).

XIX ENAPET (Encontro Nacional dos Grupos PET). **Ciência nas Férias**. 2018. (Apresentação de Pôster).

LEONARDO LIMA E SILVA

A ELABORAÇÃO DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *METAL ORGANIC FRAMEWORKS* PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista (UNESP), como parte das exigências para obtenção do título de Licenciado em Química.

Araraquara, 21 de janeiro de 2022

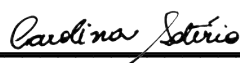
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Amadeu Moura Bego
Instituto de Química/UNESP Araraquara



Prof. Dra. Regina Célia Galvão Frem
Instituto de Química/UNESP Araraquara



Esp. Carolina Sotério
Instituto de Química/USP São Carlos

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Refletindo comigo mesmo, esse momento dedico às pessoas que me acompanharam nessa trajetória e de certa forma contribuíram para minha formação, muito obrigado.

O maior e mais especial agradecimento é aos meus pais, Maria Cecília Lima e Silva e Vilson da Silva, que sempre me incentivaram e nunca mediram esforços para que eu pudesse seguir o meu caminho. Apesar das adversidades, me mostraram a importância da educação e sempre fizeram de tudo para que eu pudesse concluir meus estudos. São meus exemplos de luta e sem eles a jornada teria sido utópica.

Ao Prof. Dr. Amadeu Moura Bego, por toda paciência, compreensão e ensinamentos para o desenvolvimento deste trabalho, bem como minha formação. Por meio de suas orientações e aulas. Gostaria de agradecer, também, à Carolina Martins Primo por todas as colaborações, auxílio e, principalmente, paciência durante este trabalho.

Às minhas amigas de turma Ana Carolina Sampaio e Stefany Petroni, que estiveram presentes ao longo desses cinco anos de graduação. Gratidão por vocês terem cruzado meu caminho.

Ao Instituto de Química, à Moradia Estudantil, ao PET Química e à UNESP de Araraquara como um todo, pelo acolhimento, oportunidades, autoconhecimento e crescimento intelectual. E por fim, a todos que não foram citados aqui, mas de uma forma indireta contribuíram à minha formação.

EPÍGRAFE

Não é possível convencer um crente de coisa alguma, pois suas crenças não se baseiam em evidências, baseiam-se numa profunda necessidade de acreditar.

Carl Sagan.

RESUMO

A produção do conhecimento científico desenvolvido nas universidades brasileiras dificilmente chega à sociedade, o que causa um distanciamento e a não valorização da ciência por parte do grande público. As práticas de divulgação científica se destacam como uma importante forma de estreitar a relação entre ciência e sociedade. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um produto educacional para o ensino de ciências: um texto de divulgação científica baseado em uma pesquisa científica produzida no âmbito interno da universidade a respeito das *Metal Organic Frameworks* e sua aplicação na química forense. Dessa forma, pode-se dizer que o texto de divulgação científica produzido apresentou o conteúdo e forma, bem como a linguagem adequada e fundamentada, características fundamentais para transmitir o conhecimento científico para um público leigo. Conseqüentemente, o texto de divulgação científica produzido pode apresentar um grande potencial educacional se bem delimitado pelo professor para sua utilização em sala de aula, com o desenvolvimento dos alunos para o hábito de leitura, contato com o conhecimento científico, engajamento em sala, podendo favorecer o pensamento crítico dos estudantes.

Palavras-chave: *Texto de Divulgação Científica. Metal Organic Frameworks. Produto Educacional.*

ABSTRACT

The production of scientific knowledge developed in Brazilian universities hardly reaches the society, which causes a distance and devaluation of science by the general public. Science communication practices stand out as an important way of strengthening the relationship between science and society. Thus, the objective of this work was to elaborate an educational product for science teaching, Popular Science Text based on scientific research produced within the university about the Metal Organic Frameworks and their application in forensic chemistry. Thus, it can be said that the Popular Science Text produced presented content and form, as well as adequate and grounded language, fundamental characteristics to transmit scientific knowledge to a lay public. Consequently, the Popular Science Text produced can present a great educational potential if well delimited by the teacher for its use in the classroom, with the development of students towards the reading habit, contact with scientific knowledge, engagement in the classroom, which may favor critical thinking of students.

Keywords: *Popular Science Text. Metal Organic Frameworks. Educational Product.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Processo de difusão da ciência.	17
Figura 2: A espiral da cultura científica.	19
Figura 3: Percentual dos entrevistados segundo a opinião sobre benefícios e malefícios da ciência e tecnologia, 2019.	22
Figura 4: Percentual dos entrevistados, segundo a opinião sobre os investimentos em pesquisa científica e tecnológica no Brasil, 2019.	23
Figura 5: Médias, intervalos de confiança e percentis das proficiências dos países selecionados – Leitura – Pisa 2018.	24
Figura 6: Percentual de estudantes por nível de proficiência nos países selecionados – Leitura – Pisa 2018.	25
Figura 7: Representação do obstáculo verbal relacionado à explicação de orbitais.	28
Figura 8: Docente ensinando geometria molecular por meio de bexigas.	29
Figura 9: Visões distorcidas da ciência.	31
Figura 10: Estrutura da MOF-5.	34
Figura 11: Efeito antena em compostos de coordenação com íons lantanídeos.	35
Figura 12: Aspectos para determinação de um gênero discursivo segundo Bakhtin.	38
Figura 13: Cenários enunciativos do discurso científico e da divulgação científica.	40
Figura 14: Mapa conceitual com as principais características de um bom TDC.	45
Figura 15: Adaptação do instrumento de análise proposto por Kawamura e colaboradores.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Instrumento para elaboração do TDC - Decodificação textual.	52
Quadro 2: Instrumento para elaboração do TDC - Delimitação do conteúdo.	54
Quadro 3: Instrumento para elaboração do TDC - Checklist com relação à forma.	59
Quadro 4: Exemplos de aberturas nos textos de jornalismo científico.	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PET - Programa de Educação Tutorial

TCC - Trabalho de conclusão de Curso

DC - Divulgação Científica

CGEE - Centro de Gestão de Estudos Estratégicos

C&T - Ciência e Tecnologia

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

MOF - Metal Organic Framework

TDC - Texto de Divulgação Científica

RIPEQ - Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química

Sumário

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 PERCEPÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA NO BRASIL	22
1.2 RESULTADOS DO PROGRAMA DE AVALIAÇÃO INTERNACIONAL DE ESTUDANTES	23
1.3 OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS	25
1.4 VISÕES DISTORCIDAS DA CIÊNCIA	30
1.5 METAL ORGANIC FRAMEWORK	33
2. REFERENCIAL TEÓRICO	36
2.1 GÊNERO DISCURSIVO	36
2.1.1 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COMO GÊNERO DE DISCURSO	39
2.2 TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	42
3. OBJETIVO GERAL	47
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
4.1 CONTEXTO DE TRABALHO	48
4.2 CARACTERÍSTICAS DE UM BOM TDC	50
4.2.1 DECODIFICAÇÃO TEXTUAL	51
4.2.2 EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO	53
4.2.3 EM RELAÇÃO À FORMA	58
4.3 ALGUMAS CAUTELAS NA ESCRITA DO TDC	68
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.1 ELEMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO TDC ELABORADO	71
5.1.1 EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO	71
5.1.2 EM RELAÇÃO À FORMA	76
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE A	88

APRESENTAÇÃO

O ambiente escolar sempre esteve presente em minha trajetória, uma vez que desde o ensino fundamental estudei em período integral. Nunca fui um aluno com excelentes notas, porém era um aluno mediano e dificilmente faltava às aulas.

Sempre participava das viagens escolares. Duas que me marcaram muito foi no último ano do ensino fundamental, na visita ao Museu Catavento e ao *Laboratório Nacional de Luz Síncrotron*, em 2013. Essas duas viagens foram incríveis, principalmente o museu, com o espaço do “Engenho” (sala de física interativa) e o “Laboratório de Química” com os experimentos. Lembro-me de um balão explodindo contendo o gás hidrogênio e a “investigação forense” com a detecção de “sangue” por *luminol*.

Em 2014, no ensino médio, me matriculei na escola pertencente ao Programa de Ensino Integral. Os professores e a infraestrutura do prédio eram excelentes, continha laboratórios, sala de multimídia, *notebooks* a fácil disposição, biblioteca, entre outros aspectos, uma estrutura ímpar por ser escola pública.

Fui pela primeira vez à Mostra de Ciências do Instituto 3M no final daquele ano. Esse evento me fez perceber como eu gostava de ciências, a partir de então comecei acompanhar o canal Manual do Mundo cada vez mais e junto a isso realizava experimentos em casa.

Neste momento, percebi que queria realizar uma graduação na área da ciência da natureza e para ingressar numa faculdade pública teria que estudar mais, mesmo não gostando de alguns conteúdos e disciplinas no ensino médio.

Comecei a estudar além da conta, me tornei uns dos melhores alunos da sala. Para complementar as aulas, assistia vídeos aulas no *Youtube* e pela plataforma *Geekie*, disponibilizada pelo governo de São Paulo.

Em 2015 houve uma feira de ciências na escola, apresentei dois projetos: uma “bateria de latinha de alumínio” e um experimento de física de “como enxergar sua própria voz”. Os trabalhos ficaram incríveis, meu professor de química me ajudou no entendimento dos experimentos, principalmente da bateria e o restante fui atrás de providenciar, os materiais necessários, a estratégia para comunicação e arte para colocar no *stand*.

Em 2016, no último ano do ensino médio, adquiri uma experiência fantástica, tanto em vivências quanto em conhecimentos, ingressando no curso Exato, na qual era um reforço escolar para disciplinas de português, matemática, física e química. O curso Exato é um projeto de extensão gratuito da Unicamp, as aulas ocorriam no período noturno, localizado no prédio do Ciclo Básico I da universidade. Vale ressaltar que o curso é mantido por voluntários, sendo esses alunos de graduação e pós-graduação de diferentes áreas do conhecimento.

No final daquele ano consegui a isenção do vestibular da Vunesp e prestei para Licenciatura em Química, por ser uma disciplina que gostava das aulas e queria entender mais sobre os conceitos químicos e físicos presentes nos experimentos, do surgimento das expressões e fórmulas, entre outros aspectos. Fui aprovado. Minha família nem acreditou no começo, era o primeiro membro da família a adentrar nos corredores de uma universidade pública.

No primeiro ano da faculdade o projeto que mais me chamou a atenção, foi o Centro de Ciências de Araraquara, pela proposta de divulgação científica – visitei o Museu Catavento 5 vezes e pretendia trabalhar num espaço como aquele – acabei sendo voluntário no CCA por dois anos.

Outro projeto de extensão incrível é o Programa de Educação Tutorial (PET), na qual sou bolsista desde 2018. O PET visa articular em suas atividades, a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ou seja, promove uma formação ampla e crítica para os estudantes que participam do projeto.

Durante a graduação, nos dois primeiros anos não entendia muito bem a finalidade das disciplinas pedagógicas, mas com o meu amadurecimento enquanto aluno e o contato com as outras disciplinas foram me mostrando uma outra realidade. Percebi que a área de ensino de ciências é muito jovem, desafiadora e que varia de acordo com o referencial utilizado.

Percebendo essa trajetória, a divulgação científica sempre esteve presente em minha vida e foi a partir de vídeos, feira de ciências, visitas em museus que acabei me identificando pela química. Por decorrência disso, resolvi estudar sobre divulgação científica no trabalho de conclusão de curso (TCC).

Além disso, uma das atividades que participei pelo PET em 2019 foi o “Palestra na Escola”, destinada aos alunos do ensino médio da rede pública de Araraquara. Durante o momento de socialização da palestra, eram retratados, nas falas dos alunos, o desconhecimento pela UNESP, bem como a universidade pública no geral e suas diferenças entre a universidade privada.

A grosso modo, a ciência brasileira sempre esteve longe da comunidade, as realidades são distintas, o que a sociedade lembra e consome são os grandes hospitais universitários, ou algum outro serviço de utilidade pragmática. Não é mostrado à população o trabalho desenvolvido nas academias de ciência e sua relação com o cotidiano das pessoas, o que infelizmente provoca o desinteresse pela ciência.

Em 2019, realizei um minicurso intitulado “Texto de divulgação científica: uma ferramenta para o ensino e a popularização da ciência”, ministrado pelo aluno de doutorado Daniel Silva, membro do Laboratório de Investigações em Ensino de Ciências e Naturais, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, USP *Campus* São Carlos.

Um dos principais ensinamentos adquiridos ao longo do minicurso foi a percepção de que realizar divulgação científica não pode ser de qualquer maneira, ela pode ser apresentada em diversos formatos, porém deve haver um cuidado em relação ao conteúdo e forma.

Em vista do que foi apresentado, surgem algumas inquietações: a sociedade brasileira valoriza a ciência produzida em seu território? Conhecem minimamente os cientistas e seus trabalhos? Como mostrar os trabalhos que vêm sendo desenvolvidos no Instituto de Química?

Nesse aspecto, consideramos o trabalho que vem sendo desenvolvido no Instituto de Química pela Prof. Dra. Regina Célia Galvão Frem, acerca da Química de Coordenação, em especial os *Metal Organic Frameworks* para ser objeto de estudo deste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Oriundo do verbo divulgar, o termo divulgação “tem sua origem no latim *divulgare*, significando tornar conhecido, publicar, difundir, transmitir ao vulgo, fazer-se popular” (CUNHA, 2019, p. 15).

Quando pensamos em comunicação da ciência adentramos no campo da difusão científica, sendo esta difundida através de dois mecanismos: a disseminação científica e a divulgação científica (DC). Portanto, é necessário delimitar a linguagem (nível do discurso), a natureza dos canais (veiculação das informações) e o formato para o remetente (o perfil do público), seja para um público de especialistas ou para não especialistas (BUENO, 2010). A Figura 1 a seguir demonstra essa concepção de difusão científica.



Figura 1: Processo de difusão da ciência. **Fonte:** Elaboração própria com base em Cunha (2019, p. 15).

A disseminação científica corresponde à difusão da ciência para especialistas. Disseminação intrapares, com a circulação de informações entre técnicos de uma área ou correlatas. Logo, possui características de público especializado, um público homogêneo (BUENO, 2010).

Para o público geral, a terminologia possui sinônimos como vulgarização científica, popularização científica ou DC, sendo essa última a mais usual no Brasil (CUNHA, 2019). Sendo assim, a DC é um processo de disseminação do conhecimento científico voltado principalmente para o público leigo ou ainda para especialistas que se situam fora da área-objeto da disseminação (BUENO, 1985).

De modo genérico, a DC é entendida como uma atividade de difusão, dirigida para fora de seu contexto originário, a partir de conhecimentos científicos produzidos

dentro de uma comunidade específica. Dessa forma, a DC pode ser considerada uma ação que tem por objetivo popularizar a ciência (CUNHA, 2019).

Vale ressaltar que o termo alfabetização científica é uma tradução para *scientific literacy*, popularização e vulgarização da ciência é uma tradução para *popularisation/vulgarisation de la science*, respectivamente. No Brasil, o termo mais comum é DC por não apresentar um tom pejorativo como vulgarização científica. E ainda, Albagli (1996) usa uma terminologia mais ampla, a percepção/compreensão pública da ciência, sendo a tradução de *public understanding/awareness of science*.

A partir dos dados levantados sobre a percepção pública de ciência em meados da década de 1970, pesquisadores norte-americanos propuseram um modelo de comunicação pública da ciência, o “*Modelo de Déficit*”. O modelo visa preencher uma lacuna de conhecimento científico que a população possui através da transmissão de informações científicas (LEWENSTEIN, 2003).

Além disso, no *Modelo de Déficit* é considerado a transmissão de informações sendo uma via de mão única, com uma tendência do público ser um grupo não diferenciado. Ou seja, há o desconhecimento das expectativas e necessidades deste público (LEWENSTEIN, 2003).

Este modelo de apenas transmitir informações para público visando que o mesmo consiga compreender o funcionamento e conteúdos científicos, não se faz válido. Após décadas implementando o *Modelo de Déficit* não houve avanço significativo nos dados sobre a percepção pública de ciência, ou seja, ainda possui uma lacuna de conhecimento e apenas transmitir informações não foi o suficiente para supri-lo (LEWENSTEIN, 2003).

Além desses termos de difusão da ciência para um público não especialista, há a expressão “cultura científica”, proposta por Vogt (2003), que:

[...] tem a vantagem de englobar tudo isso e conter ainda, em seu campo de significações, a idéia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas

necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história (VOGT, 2003).

Oriunda dos trabalhos do linguista Carlos Alberto Vogt (2003), a espiral da cultura científica refere-se a um conjunto de fatores, eventos e ações do homem nos processos sociais voltados para a produção, a difusão, o ensino e a divulgação do conhecimento científico.

A espiral da cultura científica elaborada por Vogt (2003) demonstra o processo de transição da linguagem e público alvo que o conhecimento científico perpassa em seus estágios. Desde o primeiro quadrante com a produção e difusão entre os especialistas, passando pelo segundo quadrante com o ensino de ciência voltado para formação de cientistas, o terceiro quadrante é referente ao ensino para ciência e, por fim, no quarto estágio, aborda a DC. A espiral da cultura científica é evidenciada na Figura 2.



Figura 2: A espiral da cultura científica. **Fonte:** Vogt (2012).

Em relação ao primeiro quadrante, chamado de “Produção e difusão da ciência”, refere-se à produção de conhecimento de especialistas para especialistas, ou seja, entre os próprios cientistas. Quanto ao local, ocorrem nas universidades ou centros/institutos de pesquisa, por meio de publicações em revistas científicas, congressos, teses, entre outros (VOGT, 2003).

O segundo quadrante é chamado de “Ensino de Ciências e formação de cientistas”, ocorre dentro da universidade com a formação de professores e cientistas e a linguagem usada é científica e hermética. No “Ensino para Ciência”, terceiro quadrante, ocorre dentro das escolas ou em espaços não formais de ensino, a linguagem usada é formal, porém há uma atenuação da linguagem científica (VOGT, 2003).

Por fim, o quarto quadrante “Divulgação científica”, é realizado por jornalistas, cientistas e divulgadores que transmitem informação científica para a sociedade por meio de revistas, *sites*, livros, etc. Por conta de ser um público não especialista e sendo um público heterogêneo, a linguagem usada deve ser acessível (VOGT, 2012).

Além disso, na Figura 2 destacam-se dois eixos, X e Y, na qual para cada extremidade refere-se a um conceito. De um lado do Eixo Y (quadrantes I e II), remetem a um processo esotérico da comunicação, as pessoas desconhecem tal conteúdo dentro de sua esfera, nesse caso a comunidade científica, além de ocorrer a produção e apropriação do conhecimento científico (VOGT, 2012).

Na outra extremidade do Eixo Y, designa-se a um processo exotérico da comunicação, os quadrantes III e IV. Nesse processo, as pessoas não conhecem tal conteúdo, todavia a linguagem usada não é hermética, na qual reflete a apropriação do conhecimento científico (VOGT, 2012).

Em relação ao Eixo X, uma das extremidades concerne a um discurso polissêmico/polifônico, remete à diferentes vozes e disputas acerca de um conhecimento (VOGT, 2012).

No quadrante I, há presença de diferentes significados (principalmente na área das ciências humanas/educação), com embates entre os autores - debate/disputas fundamentadas. No quadrante IV, o caráter polifônico é por conta

das pessoas não serem especialistas, ou seja, uma palavra pode apresentar diferentes significados para o grande público (VOGT, 2012).

A outra extremidade do Eixo X, “Discurso educacional monossêmico”, apresenta uma única “voz” por conta de não haver discussão ou disputa científica. Nesse caso ocorre a passagem do conhecimento consolidado na comunidade científica para os estudantes, por isso é caracterizado como um discurso monofônico (VOGT, 2012).

Desta maneira, o conhecimento científico transpassa por diversos estágios, uma espiral. Com isso, a DC não pode ser vista como uma simples tradução da linguagem e sim uma recontextualização, pois muitos termos carregam conceitos e se estes não forem adequados corretamente, com explanações, podem levar ao destinatário conclusões errôneas sobre o tema. Vale destacar que o modelo é uma espiral, ou seja, o conhecimento científico circula, mas nunca voltará ao seu estado inicial, pois a cada quadrante haverá uma contribuição (CUNHA, 2019).

Segundo Campos e Freitas (2021), o tema da DC apresenta um caráter polissêmico conforme as diferentes visões presentes na literatura. Cada pesquisador e divulgador científico tem a sua concepção de DC, alguns visam a democratização do conhecimento, outros caracterizam as atividades de DC como um *marketing* científico.

Ademais, o papel da DC vem ganhando espaço ao longo dos anos, objetivando princípios educacionais, cívico e de mobilização popular. Em relação ao educacional, refere-se à aquisição de conhecimento sobre o processo científico e sua lógica que o público leigo compreendeu (ALBAGLI, 1996).

Outra importante contribuição é na dimensão cívica, pois é possível munir a população sobre os impactos e desenvolvimentos acarretados pela ciência e tecnologia, contribuindo para o processo de tomada de decisões (ALBAGLI, 1996).

O desenvolvimento desses processos visa a mobilização popular, isto é, a participação ativa de forma crítica da sociedade na formulação de políticas públicas. Deste modo, há o intuito de aproximar a população aos conhecimentos científicos, percebendo que a ciência está em seu entorno (ALBAGLI, 1996; CUNHA, 2019).

Diante do exposto, percebe-se que a DC é uma ação que visa popularizar a

ciência, na qual está atrelada aos princípios educacionais e sociais. A seção subsequente retrata o entendimento da população brasileira acerca da ciência produzida no país.

1.1 PERCEPÇÃO PÚBLICA DA CIÊNCIA NO BRASIL

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2019), a percepção pública de Ciência e Tecnologia (C&T) no Brasil, no ano de 2019, revela que 73% dos brasileiros acreditam que C&T trazem mais benefícios que malefícios para a sociedade. A Figura 3 ilustra esse resultado e o compara com as outras edições da pesquisa de percepção pública da ciência.

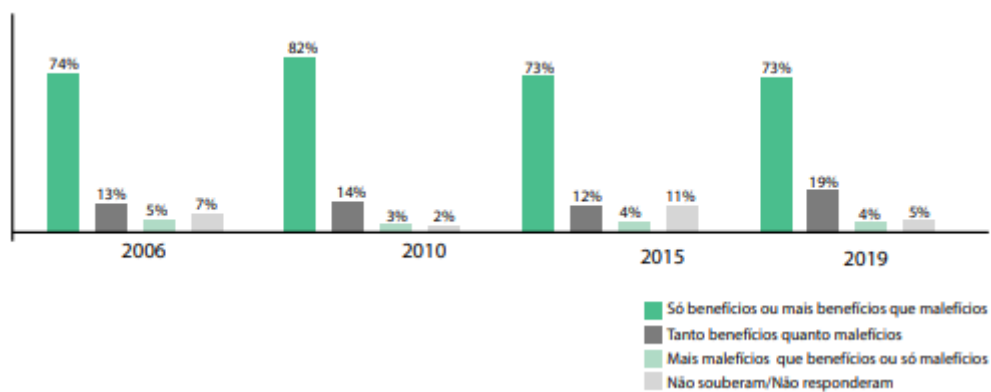


Figura 3: Percentual dos entrevistados segundo a opinião sobre benefícios e malefícios da ciência e tecnologia, 2019. **Fonte:** (CGEE, 2019, p. 11).

É perceptível que a população brasileira sente-se otimista ao longo dos anos sobre a ciência, ou seja, infere-se que eles acreditam nos cientistas. Outro dado importante, é o apoio financeiro em C&T que a sociedade almeja, conforme evidenciado na Figura 4.

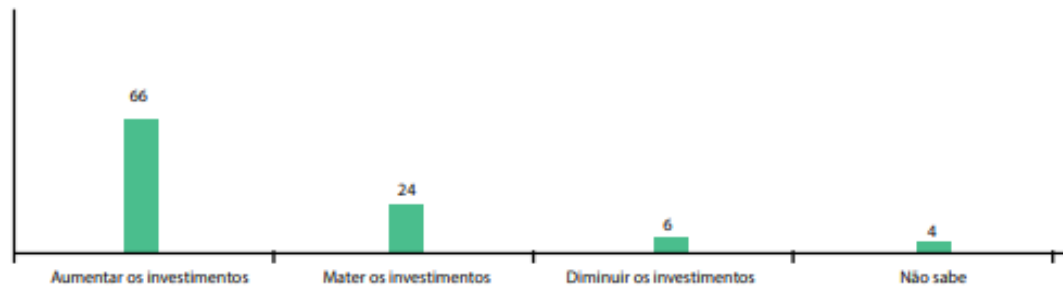


Figura 4: Percentual dos entrevistados, segundo a opinião sobre os investimentos em pesquisa científica e tecnológica no Brasil, 2019. **Fonte:** (CGEE, 2019, p. 19).

A Figura 3 revela que, no ano de 2019, 90% dos entrevistados apontam que é preciso aumentar ou manter os investimentos na C&T. Em contrapartida, apenas 6% julgam que o investimento em C&T deve ser minimizado (CGEE, 2019).

Por outro lado, o mesmo estudo revela que “90% dos brasileiros não se lembram ou não sabem apontar um cientista do País” (CGEE, 2019, p. 17). E ainda, 88% dos entrevistados não sabem citar o nome de uma instituição de pesquisa científica brasileira (CGEE, 2019).

Deste modo, esses resultados demonstram que a população brasileira acredita nos cientistas e requerem maior investimento na área de C&T, todavia a mesma população apresenta um *déficit* de conhecimento sobre as instituições e cientistas que realizam a pesquisa científica do país.

Na seção seguinte, são expostos os resultados dos estudantes brasileiros no Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) que ocorreu no ano de 2018.

1.2 RESULTADOS DO PROGRAMA DE AVALIAÇÃO INTERNACIONAL DE ESTUDANTES

Segundo os resultados do PISA de 2018, o desempenho em leitura no Brasil (Figura 5) permanece em um índice significativamente abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), sendo essa última a que realiza o PISA (BRASIL, 2020).

PAÍS	RANKING ¹	MÉDIA	EP ²	IC ³	INTERDECIL ⁴
Canadá	4-8	520	1,8	517-524	388-646
Finlândia	4-9	520	2,3	516-525	387-643
Coreia	6-11	514	2,9	508-520	377-640
Estados Unidos	10-20	505	3,6	498-512	361-643
Portugal	20-26	492	2,4	487-497	362-613
Média OCDE ⁵	--	487	0,4	486-488	354-614
Chile	42-44	452	2,6	447-457	331-572
Uruguai	46-52	427	2,8	422-433	299-552
Costa Rica	46-54	426	3,4	420-433	323-534
México	49-57	420	2,7	415-426	314-530
 Brasil	55-59	413	2,1	409-417	286-548
Colômbia	54-61	412	3,3	406-419	300-532
Argentina	60-66	402	3,0	396-407	274-529
Peru	61-66	401	3,0	395-406	283-523
Panamá	70-72	377	3,0	371-383	265-493
República Dominicana	76-77	342	2,9	336-347	241-453
Espanha ⁶	--	--	--	--	--

Figura 5: Médias, intervalos de confiança e percentis das proficiências dos países selecionados – Leitura – Pisa 2018. **Fonte:** (BRASIL, 2020, p. 68).

Em 2018, o índice do desempenho em leitura no Brasil foi de 413 pontos; em contrapartida, a média da OCDE é 487 pontos. Com esse desempenho, o Brasil ocupa a 55ª posição em um montante de 79 países (BRASIL, 2020).

Além disso, cerca de 50% dos estudantes apresentam o Nível 2 ou superior em letramento em leitura, em contrapartida, a média dos estudantes da OCDE está em 77,4%, conforme apresentado na Figura 6 a seguir. Esses níveis variam por ordem crescente de dificuldade – abaixo do Nível 1c; Nível 1c; Nível 1b; Nível 1a; Nível 2; Nível 3; Nível 4; Nível 5; e Nível 6 - (BRASIL, 2020).

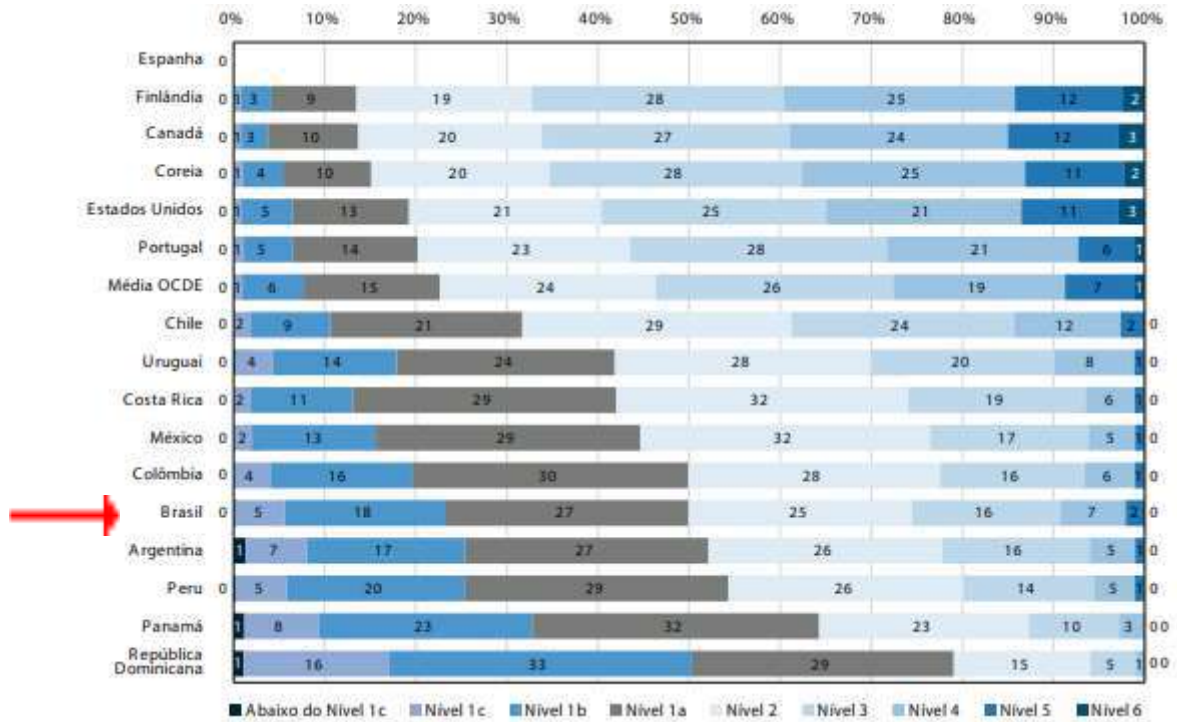


Figura 6: Percentual de estudantes por nível de proficiência nos países selecionados – Leitura – Pisa 2018. **Fonte:** (BRASIL, 2020, p. 78).

Vale ressaltar que o nível 2 representa que os alunos demonstram minimamente a “capacidade de usar suas habilidades de leitura para adquirir conhecimento e resolver uma ampla variedade de problemas práticos” (BRASIL, 2020, p. 77).

Com isso, percebe-se que o nível de proficiência em leitura no Brasil está abaixo da média da OCDE, o que implica possivelmente em um obstáculo na aprendizagem dos estudantes, dificultando o avanço de sua formação.

Desta forma, uma prática integrada entre a DC e o ensino de ciências podem favorecer na proficiência em leitura dos estudantes, além de desenvolver uma formação ampla e crítica. No entanto, essa prática deve ser coerente e consciente, nas seções a seguir (1.3 e 1.4) são retratados alguns cuidados que devem ser tomados durante a produção de materiais de DC e na própria sala de aula.

1.3 OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

No ensino de ciências discute-se acerca dos obstáculos epistemológicos e suas implicações ao processo de ensino-aprendizagem, pois no intuito de facilitar a

compreensão do conteúdo, os docentes usam subterfúgios os quais podem comprometer a aprendizagem científica futura dos estudantes (LOPES, 1993).

Os obstáculos epistemológicos e seus conceitos surgiram a partir dos pensamentos do epistemólogo francês Gaston Bachelard, que aborda o desenvolvimento da ciência como um processo descontínuo com o princípio de ruptura do conhecimento científico, de modo que se entenda que essa construção não se dá por meio de acúmulo de informações (LOPES, 1993).

Segundo Trindade, Nagashima e Andrade (2019), o epistemólogo evidencia que é necessário que o racionalismo e a realidade mantenham uma relação de desenvolvimento dialético. Desse modo, posto que os obstáculos epistemológicos constituem-se de excesso de ferramentas (como metáforas e analogias) que contribuem para que os conhecimentos se apresentem continuamente com o intuito de velar esse caráter abstrato, vê-se que:

[...] os obstáculos epistemológicos nunca são definitivamente suplantados, uma vez que o espírito científico sempre se apresenta com seus conhecimentos anteriores, nunca é uma tabula rasa. E amalgamados aos conhecimentos estão os preconceitos, as imagens familiares, a certeza das primeiras idéias (LOPES, 1993, p. 315).

A seguir são apresentados os principais obstáculos encontrados na literatura, sendo eles: obstáculo da experiência primeira, verbal, realista, substancialista e animista.

O obstáculo da experiência primeira é caracterizado como um dos primeiros obstáculos encontrados quando se diz a cultura científica, visto que, segundo Trindade, Nagashima e Andrade (2019), é algo que chama a atenção dos alunos através de fenômenos visuais, como inúmeras imagens e cores. Este ainda é muito encontrado em salas de aula por ser considerado como algo de fácil compreensão e encantamento dos alunos. Esse pensamento empírico, segundo Bachelard:

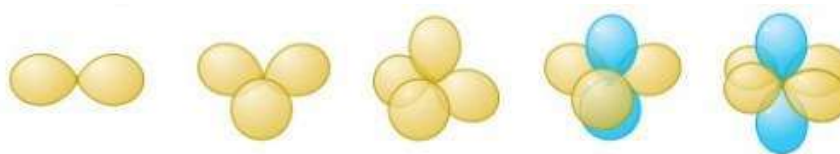
[...] assume, portanto, um sistema. Mas o primeiro sistema é falso. É falso, mas, ao menos, tem a utilidade de desprender o pensamento, afastando o do conhecimento sensível; o primeiro

sistema mobiliza o pensamento. O espírito constituído em sistema pode então voltar à experiência com ideias barrocas, mas agressivas, questionadoras, com uma espécie de ironia metafísica bem perceptível nos jovens pesquisadores, tão seguros de si, tão prontos a observar o real em função de suas teorias. Da observação ao sistema, passa-se assim de olhos deslumbrados a olhos fechados” (BACHELARD, 1996 *apud* TRINDADE; NAGASHIMA; ANDRADE, 2019, p. 17833).

Nas aulas de química do ensino médio esse obstáculo é facilmente identificado logo nos primeiros anos, no qual as experiências laboratoriais se tornam relevantes. Os alunos acabam apresentando um maior interesse nas aulas práticas do que no próprio conhecimento científico, o que afeta o ensino-aprendizagem. É indiscutível a relevância da experimentação, desde que o professor apresente um desenvolvimento com o conhecimento científico para que, assim, isto não se torne algo avulso (TRINDADE; NAGASHIMA; ANDRADE, 2019).

O obstáculo epistemológico verbal se dá a partir da distração com os novos sentidos de termos, ou seja, há uma ruptura da linguagem utilizada para a construção da ciência assim como entre o conhecimento científico a ser empregado e o conhecimento comum já existente. Segundo Alice Lopes (1993), nos termos científicos presentes nos livros didáticos, por exemplo, não há distinção de significados em relação à linguagem comum. Isso faz com que haja um impedimento do conhecimento científico além de fixar conceitos errados, ou seja, o aluno fica retido em um realismo ingênuo, distanciando-o da veracidade.

Nessa perspectiva, a Figura 7 demonstra um exemplo de obstáculo verbal, o qual aborda a explicação acerca dos orbitais envolvidos no arranjo espacial da molécula e para tal representação utiliza uma analogia aos balões. Entretanto, a palavra “balão” no decorrer do texto explicativo substitui o termo científico, fator que pode comprometer o aprendizado futuro.



Por que os balões assumem **espontaneamente** essas arrumações? Porque cada balão parece “empurrar” o balão vizinho de modo que, no final, todos ficam na disposição **mais espaçada** (esparramada) **possível**. Dizemos, também, que essa é a arrumação **mais estável** para os balões.

Pois bem, com os átomos acontece exatamente o mesmo, quando formam as moléculas. A tabela abaixo dá alguns exemplos comuns, nos quais o átomo central ocupa o lugar do nó que é dado nos balões.

Figura 7: Representação do obstáculo verbal relacionado à explicação de orbitais. **Fonte:** FELTRE, 2004.

O obstáculo epistemológico realista se estabelece através da representação concreta de um conhecimento, a fim de descartar o entendimento abstrato de algum conceito científico, isto é, quando o conteúdo não é suscetível à uma explicação por uma analogia precisa, recorre-se a prova empírica (LOPES, 1993).

De acordo com Lopes (1993), de uma forma mais específica, isso acontece propriamente pelo fato de que a aplicação do realismo se baseia na tendência de sobrepor metáforas em relação à abstração dos conhecimentos, levando à uma distorção e acarretando uma análise superficial destes.

Segundo Silveira (2003, p. 36), “para o realista a substância sempre possui algo passível de ser observado como real: possui cor, cheiro, forma definida, entre outras características comumente chamadas de propriedades”.

Sabe-se que a química trata de conceitos, por vezes, invisíveis a olho nu, assim como as moléculas. Um exemplo de obstáculo realista é quando se utiliza de balões para explicar a geometria molecular ou isomeria (Figura 8), o qual corre o risco de confundir os alunos já que os mesmos podem assimilar esta representação à visão real de molécula, de forma que utiliza-se de objetos com propriedades definidas, como cor e forma.



Figura 8: Docente ensinando geometria molecular por meio de bexigas. **Fonte:** (PAIVA, 2018).

Considerados por muitos da área, o “obstáculo substancialista” é um dos grandes obstáculos ao conhecimento científico na química, não é uma característica única dessa ciência, mas é a que mais se demonstra suscetível a essa tipologia. Esse obstáculo também utiliza de analogias reais (descritas no obstáculo realista), todavia numa visão macroscópica e microscópica da situação, que podem ser analisadas a olho nu, aferidas e compreendidas como uma propriedade geral de cada substância (LOPES, 1993).

As propriedades específicas de cada substância são vistas como intrínsecas e constantes, independentemente da quantidade e estado de agregação, consolidando-a um “Registro Geral”, por exemplo: falar que tal substância é ácida simplesmente porque possuem H^+ em sua estrutura; ou que o ouro sempre possuirá tom dourado. O cerne da discussão é que a propriedade, seja ela qual for, é resultado de uma “interação: não há cor sem luz, solubilidade sem solvente, temperatura de fusão ou ebulição e densidade sem métodos de medida” (LOPES, 1993, p. 325).

O obstáculo epistemológico animista é facilmente identificado, sendo caracterizado como aquele que transmite “vida” aos conteúdos. Nas aulas de ciências ou em materiais de DC, isto pode ser claramente perceptível quando se aplica sentimentos e sensações aos átomos ou moléculas, por exemplo. Segundo Silveira (2003), a identificação desse obstáculo pode ser marcada através de livros didáticos, nos quais os autores deixam a impressão de que “substâncias” só existem em seres vivos, logo, associa-se uma classe de substâncias à vida.

Esse obstáculo se faz presente quando o autor precisa facilitar a abstração do mundo microscópico como forma de explicação para o fenômeno macroscópico. Nesse sentido, o trecho a seguir retrata a atribuição de características humanas ao elétron: “Por perder um elétron é que o óxido nítrico se torna muito reativo - com fome de elétron, digamos - e adere rapidamente a outras moléculas” (FIORAVANTI, 2005). Vale ressaltar que esse trecho foi retirado de uma revista de divulgação científica, a Pesquisa FAPESP.

Durante a elaboração de materiais de DC é preciso se atentar para não reforçar os obstáculos epistemológicos descritos anteriormente, pois a DC visa transmitir informações científicas úteis e de qualidade. Logo, o reforço dos obstáculos epistemológicos pode vir a ser um entrave na compreensão de conhecimentos futuros por parte do público leigo.

Além disso, outro cuidado que deve ser tomado na elaboração dos materiais de DC é não reforçar as visões distorcidas da ciência, sendo estas descritas na seção a seguir.

1.4 VISÕES DISTORCIDAS DA CIÊNCIA

No ensino de ciências, discute-se acerca de como é apresentada a natureza da ciência nos materiais didáticos, bem como nos discursos dos professores. No artigo científico de Gil Pérez e colaboradores (2001), intitulado “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”, há a discussão de sete visões de ciência sobre o trabalho científico, sendo estas elencadas na Figura 9.



Figura 9: Visões distorcidas da ciência. **Fonte:** Elaboração própria com base em Pérez e colaboradores (2001).

Sendo uma das visões mais reportadas pela literatura, a visão empírico-indutivista e ateorica retrata sobre o papel neutro da observação/experimentação, omitindo o levantamento de hipóteses e as teorias por trás de um conhecimento, ou seja, revela um empirismo ingênuo (PÉREZ *et al.*, 2001).

Outra visão demasiadamente identificada na literatura é a visão rígida, na qual expressa o “Método Científico” sistematicamente como uma regra que deve ser seguida mecanicamente. Essa visão reflete em uma ciência infalível, exata e com caráter dogmático (PÉREZ *et al.*, 2001).

Outrossim, é a visão aproblemática e ahistórica, que expõe o conhecimento científico como algo consolidado e acabado, não há discussão sobre a origem, evolução, limitações. “Trata-se de uma concepção que o ensino da ciência reforça por *omissão*” (PÉREZ *et al.*, 2001, p. 131).

A visão exclusivamente analítica retrata que os professores trabalham com a fragmentação dos conteúdos, por questão de simplificação e que os conteúdos não possuem uma relação uns com os outros. Há ressalvas sobre essa prática, todavia é

necessário a *posteriori* a unificação e a inter-relação dos conceitos (PÉREZ *et al.*, 2001).

Ademais, a visão acumulativa de crescimento linear refere-se que a ciência abordada nos livros-texto é oriunda de um processo estritamente acumulativo. Essa deformação ignora as crises, rupturas de paradigmas científico e reformulações de uma teoria. Ela pode ser vista como complementar a visão rígida (PÉREZ *et al.*, 2001).

Outra visão amplamente discutida no ensino de ciências é a visão individualista e elitista, na qual descreve que os conhecimentos científicos são produzidos por gênios isolados, não dando os créditos à equipe de trabalho (PÉREZ *et al.*, 2001). Vale ressaltar que nos livros didáticos, a imagem do cientista é retratada puramente masculina, através de um homem, branco, de cabelo desarrumado e com jaleco. Por afinidade e identificação, essa representação pode causar um distanciamento entre a ciência e os estudantes.

Por fim, a visão socialmente neutra da ciência omite a complexa relação entre ciência e sociedade, por exemplo o contexto, a influência da política e economia, além de destacar os "cientistas como seres 'acima do bem e do mal', fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções" (PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133). É colocada uma visão descontextualizada da ciência, separando-a da sociedade, ou seja, desconsidera que a ciência é um produto social e dependente da sociedade.

O reforço dessas visões nas falas dos docentes, em materiais didáticos ou ainda em materiais de DC, implica no distanciamento do trabalho científico para os estudantes e público geral, bem como fornece uma visão ingênua e distorcida acerca da ciência (PÉREZ *et al.*, 2001).

O reconhecimento dessas visões deformadas por parte dos docentes ou em divulgadores científicos, pode desencadear numa ressignificação da prática. Modificando sua concepção epistemológica acerca da natureza da ciência e atuação como profissional. A seção a seguir descreve características do conhecimento científico usado na elaboração de um material de DC, que é produto desta monografia.

1.5 METAL ORGANIC FRAMEWORK

Uma nova classe de materiais porosos que vem sendo estudada na área da Química de Coordenação são os Polímeros de Coordenação, principalmente quando há uma estrutura de coordenação contendo cavidade potencialmente vazia, chamada de *Metal Organic Frameworks (MOF)*. Na *MOF* o sistema coordenado é constituído por íon metálico e ligantes orgânicos, constituindo um ácido/base de Lewis respectivamente, na qual culmina para uma rede de coordenação (FREM *et al.*, 2018).

Vale ressaltar que essas estruturas têm demonstrado diversas potencialidades para aplicações tecnológicas (FREM *et al.*, 2018). As potencialidades de utilização das *MOFs* estão em suas propriedades, na qual varia de acordo com os metais e ligantes presentes na estrutura. Uma das principais características é a cristalinidade, área específica elevada, alta porosidade, baixa densidade, boa estabilidade térmica e possibilidades de funcionalização (ARROYOS, 2018).

As *MOFs* foram ganhando notoriedade a partir do trabalho de Omar Yaghi e colaboradores, eles produziram um composto de Zn(II) com o ligante 1,4-benzeno-dicarboxilato (tereftalato), essa estrutura ficou conhecida como *MOF-5* [Zn₄O(BDC)₃] (BDC = 1,4-benzenodicarboxilato) (ARROYOS, 2018). A Figura 10 a seguir representa a *MOF-5*.

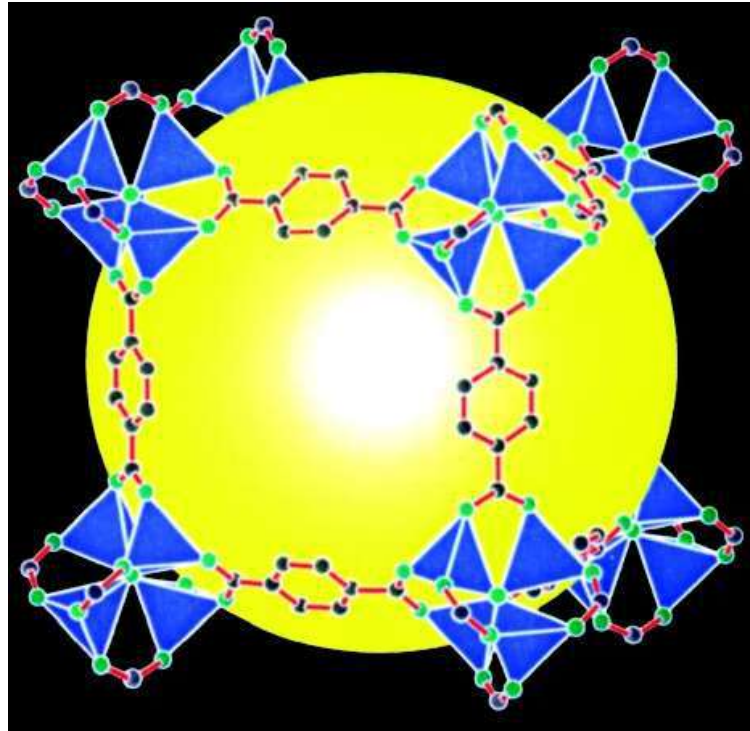


Figura 10: Estrutura da MOF-5. **Fonte:** Adaptado de LI *et al.*, 1999.

Identificando os constituintes da *MOF-5* representada pela Figura 10, a esfera amarela representa o volume/porosidade da estrutura, os tetraedros azuis representam os íons Zn^{2+} , as esferas verdes átomos de oxigênio e as esferas pretas átomos de carbono (LI *et al.*, 1999).

No processo de síntese das *MOFs* é preciso saber alguns parâmetros como “pH, concentração, temperatura (no geral, abaixo de $250^{\circ}C$), solvente e velocidade de aquecimento/resfriamento desempenham um papel fundamental na formação de uma *MOF*” (ARROYOS, 2018, p. 21).

Além disso, para síntese é preciso utilizar íons metálicos e ligantes orgânicos polidentados, geralmente são elaboradas por mecanismo de automontagem. Alguns pesquisadores utilizam os elementos terra rara, pertencentes aos íons lantanídeos (Ln III). Eles são chamados de ácidos duros de Pearson, ou seja, são pouco polarizáveis (ARROYOS, 2018).

Os elementos terra rara são usados na elaboração das *MOFs* por possuírem propriedade luminescentes, além de alta cristalinidade e porosidade. O fenômeno da luminescência ocorre quando um material sofre algum estímulo, tornando-se um

luminóforo (LIMA; MALTA; ALVES, 2005). As interações entre o ligante e o centro metálico podem ser transições de subníveis $f-f$, o que gera a luminescência, esse fenômeno é conhecido como efeito-antena, visto a seguir na Figura 11 (ARROYOS, 2018).



Figura 11: Efeito antenna em compostos de coordenação com íons lantanídeos. **Fonte:** Arroyos (2018 p. 24).

O campo de aplicação das *MOFs* é vasto, podendo ser usada para o armazenamento e/ou separação de gases, sensoriamento, dispositivos emissores de luz, aplicações biomédicas através da liberação controlada de fármacos, catálise heterogênea, entre outros (ARROYOS, 2018).

Além disso, as *MOFs* vêm sendo investigadas como um potencial aporte de soluções em investigações criminais referentes a resíduos de disparos de armas de fogo, anti falsificação de documentos e identificação de impressão digitais (DA LUZ *et al.*, 2015).

Diante do exposto nesta seção de introdução, com a difusão da ciência, mais precisamente a DC, a percepção pública de ciência no Brasil e os resultados dos estudantes no PISA 2018, este estudo visa produzir um material de DC sobre as *MOFs* levando em conta a importância de não reforçar os obstáculos epistemológicos e as visões distorcidas da ciência. A seguir, a próxima seção de referencial teórico abordará as características da DC e o porque ela é vista como um gênero de discurso próprio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do presente trabalho foi estruturado em dois tópicos, a saber: gênero discursivo e textos de divulgação científica. Assim, apresenta-se a fundamentação e explicação do porquê foram adotadas essas perspectivas.

2.1 GÊNERO DISCURSIVO

Desde o surgimento da democracia na Grécia antiga, os filósofos da época começaram a estudar sobre o gênero, pois perceberam que a oratória, o discurso promovido pelos representantes na Ágora, impactavam nas tomadas de decisões, conseqüentemente saber a respeito das características do gênero era fundamental (SILVA, 2010).

Com o advento da escrita alfabética, em torno do século VII a.C., houve o surgimento de formas para expressar a escrita. No campo da literatura, as diferentes modalidades de escritas, cada uma com suas particularidades, gerou a tipologização dos gêneros, por exemplo, a distinção entre poesia e prosa (SILVA, 2010).

De uma maneira geral, em toda a esfera da atividade humana há a utilização da língua, na qual se apresenta por meio de enunciados, a unidade básica da comunicação, seja oral ou escrita (BAKHTIN, 1979 *apud* ALVES-FILHO; SILVA, 2010). O enunciado está atrelado ao interlocutor, bem como a finalidade do discurso envolvido - processo comunicativo - que contém conteúdo, recursos da língua e forma de apresentação.

De acordo com Schneuwly e Dolz (2004, p. 74), "é através dos gêneros que as práticas de linguagem materializam-se nas atividades dos aprendizes", ou seja, são os textos que circulam nas esferas sociais. Nessa perspectiva, há duas vertentes teóricas, o gênero do discurso e o gênero de texto. A primeira converge para o produto da interação verbal, e a segunda na descrição da materialidade textual (ALVES-FILHO; SILVA, 2010).

A principal contribuição para a fundamentação do gênero de discurso foi do filósofo russo, Mikhail Bakhtin. O autor considera a língua como um instrumento de interação, por meio do signo linguístico - signo social e ideológico -, além disso essa

interação entre dois indivíduos leva à enunciação (ALVES-FILHO; SILVA, 2010; CUNHA, 2019).

Uma característica fundamental da noção de gênero expressa por Bakhtin refere-se ao “discurso do ‘eu’ marcado pela ‘voz do outro’ numa constante interação verbal na qual as minhas palavras encontram-se na voz do outro, e as palavras do outro se encontram na minha voz” (CUNHA, 2019, p. 29).

Segundo Zamboni (2001, p. 88), ao se retratar sobre a enunciação pela ótica de Bakhtin, “os gêneros refletem as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas no tocante a três aspectos: conteúdo temático, estilo verbal e construção composicional”. Esses três aspectos estão integrados indissoluvelmente no *todo* do discurso.

O conteúdo temático ou tema refere-se ao domínio de sentido presente no gênero o qual, não está atrelado somente a um assunto específico do texto, mas sim em toda sua essência. Por isso, o tema deve ser único, concreto e histórico. É a base para a enunciação, sendo ambos individuais e não reiteráveis (SILVA, 2010).

Em relação ao estilo verbal ou marcas linguísticas, é caracterizado pela seleção dos recursos linguísticos, ou seja, de meios lexicais, fraseológicos e gramaticais da língua (BAKHTIN, 1979 *apud* ALVES-FILHO; SILVA, 2010).

Por fim, a construção composicional é vista como o modo de estruturação global do texto, com as estruturas comunicativas e semióticas presentes no gênero. Diante do exposto, o gênero discursivo pode ser sintetizado conforme evidenciado na Figura 12, com seus principais elementos segundo Bakhtin.

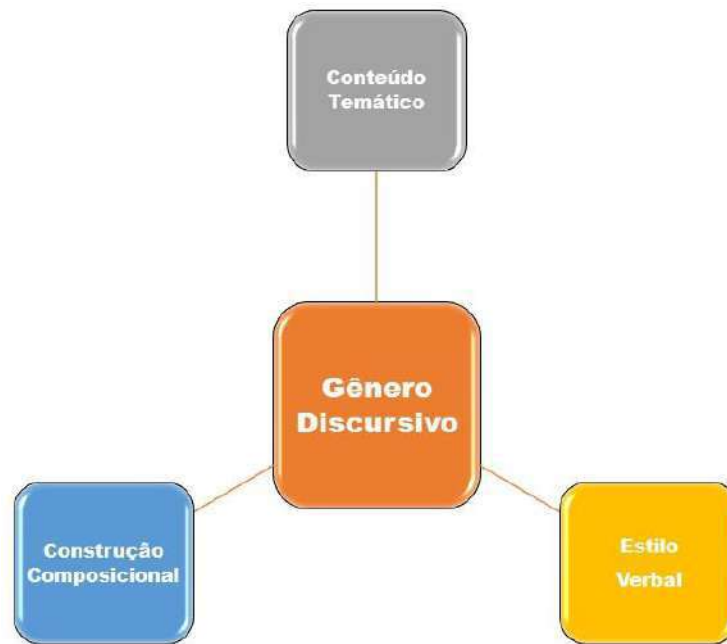


Figura 12: Aspectos para determinação de um gênero discursivo segundo Bakhtin.

Fonte: Elaboração própria.

Como dito, outra vertente é a de gênero textual, difundida por Joaquim Dolz e Bernard Schneuwly, sendo o gênero um instrumento para o uso da língua, na qual o sujeito age discursivamente, isto é, a relação entre o sujeito e a linguagem (DOLZ, SCHNEUWLY, 2004). Os autores seguem a concepção bakhtiniana sobre gênero, com as dimensões de conteúdo, estrutura e configurações específicas dos enunciados (DOLZ, SCHNEUWLY, 2004).

Ademais, a diferença terminológica adotada refere-se ao foco dos elementos textuais - visa trabalhar a materialidade linguística do texto - e funcionais, trata-se de abordar o gênero (FARIAS, 2013). Desta maneira e em comparação:

[...] denominam-se gêneros textuais os textos particulares, que apresentam organização textual, funções sociais, produtor e destinatário definidos; e gêneros discursivos, aqueles que se caracterizam segundo critérios como fator de economia cognitiva, rotina, atividade social, finalidade reconhecida, interlocutores legítimos, lugar e tempo legítimos, suporte material e organização textual (REINALDO, 2002, p. 02).

Com isso, o gênero textual difere-se da proposta de Bakhtin ao salientar a descrição linguística e textual e não ao aspecto discursivo (FARIAS, 2013). A partir dessas elucidações, este trabalho visa seguir a literatura da área adotando como referência a DC como um gênero de discurso próprio, conforme apontado por Zamboni (2001). Pois, a DC se enquadra na perspectiva de Bakhtin de gênero de discurso específico.

2.1.1 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COMO GÊNERO DE DISCURSO

Segundo Zamboni (2001), a DC apresenta critérios e se adequa à proposta bakhtiniana com suas especificidades de conteúdo temático, estilo verbal e construção composicional para caracterização de um gênero, bem como sua relação discursiva. Logo, ela pode ser vista como um gênero de discurso específico.

De acordo com a autora, o discurso da DC está atrelado ao assunto “ciência” ou ainda, “ciência e tecnologia” garantindo o aspecto do conteúdo temático (ZAMBONI, 2001). Além do mais, a especificidade desse gênero é vista na adaptação de conteúdos científicos para um destinatário leigo.

Em relação ao estilo verbal, o discurso da DC não apresenta uma linguagem esotérica, ou seja, deve ser compreendida ao público não especialista, expostas por meio de analogias, generalizações, aproximações, comparações, simplificações, entre outros. A utilização desses recursos linguísticos visam aproximar e facilitar o entendimento do conteúdo científico presente no discurso da DC (ZAMBONI, 2001).

A construção composicional, isto é, a forma de estruturação do discurso e o elo entre o remetente e o destinatário se faz presente na recuperação de conhecimentos tácitos, mecanismos de envolvimento, segmentação da informação, ordem de apresentação das informações (no jornalismo científico empregasse os resultados no início da reportagem, por exemplo), dentre outros aspectos (ZAMBONI, 2001).

Outrossim, a atividade de DC é vista como uma prática de reformulação textual-discursiva, “prática de reformulação de um discurso-fonte (D1) em um discurso segundo (D2)” (AUTHIER, 1982 *apud* ZAMBONI, 2001, p. 51).

Um fator importante, é que em 1981, Jacqueline Authier, pesquisadora francesa da análise do discurso, caracterizou o discurso da DC como uma prática de reformulação explícita (CUNHA, 2019). Por ser uma ação de reformulação, a DC não pode ser vista como uma tradução propriamente dita de um discurso científico, há uma sistematização por trás (ZAMBONI, 2001).

Outro indicativo de que não é simples tradução, é que o D2 é resultado do trabalho de reformulação de D1. Logo, D1 não se torna somente a fonte, entretanto o objeto mencionado por D2, além da constituição do “fio do discurso”, é a justaposição de dois discursos em uma atividade, com o emprego de signos, características metalinguísticas, formando assim um fio heterogêneo, aproximativo e dialógico (AUTHIER, 1982 *apud* ZAMBONI, 2001).

No nível da enunciação, pode haver duas situações de comunicação da ciência, uma entre cientistas e pesquisadores e outra de um divulgador ao público não especializado, evidenciado na Figura 13.

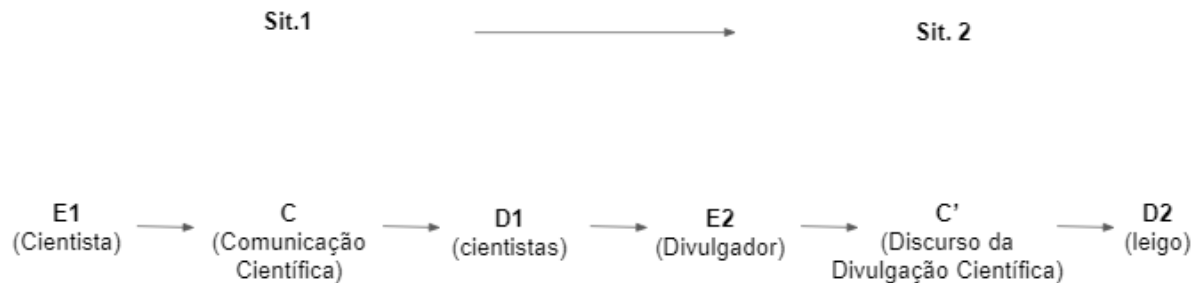


Figura 13: Cenários enunciativos do discurso científico e da divulgação científica.

Fonte: Adaptado de Zamboni, 2001, p. 59.

Esse processo de reformulação discursiva (Figura 13) apresenta:

Na primeira situação (Sit. 1), o enunciador (E1) é o cientista, que tem como destinatário (D1) de sua comunicação científica (C) seus pares cientistas. Na segunda (Sit. 2), o enunciador (E2) é um divulgador (que pode ser: um jornalista científico, um repórter, um cientista da especialidade, um cientista da área afim, e outros) que transforma a comunicação científica da Situação 1 num discurso vulgarizado (C') para um destinatário não-cientistas (D2), isto é, o “grande público” leigo em ciência (ZAMBONI, 2001, p. 59).

Segundo Authier-Revuz (1999 *apud* LIMA; GIORDAN, 2021), a DC contempla uma estrutura triádica entre os especialistas, público e divulgador da ciência, promovendo a interlocução dos conhecimentos científicos oriundos da academia para o público leigo.

Uma herança bakhtiniana do discurso do “eu” marcado pela “voz do outro” presente na DC é que, o *eu* refere-se ao divulgador, o qual utiliza um discurso para se aproximar do *outro* (não especialista), com base nas informações de *outro* (especialista) (CUNHA, 2019).

Em contrapartida, Orlandi (2001) traz outra interpretação para o discurso da DC, sendo este um “jogo complexo de interpretação”, aliada também à reformulação do discurso da ciência para o jornalístico. Todavia, não seria uma tradução, pois a “língua” da comunidade científica não é própria ou “estrangeira” e ainda, é uma relação entre discursos da mesma língua falada. Logo, é um “movimento interpretativo e complexo entre dois discursos” (CUNHA, 2019, p. 26).

Desse modo, o discurso da DC é um discurso sobre ciência e não mais da ciência, sendo assim a DC é uma versão da ciência (ORLANDI, 2001). E em relação à complexidade, a DC abarca duas esferas diferentes, ciência e mídia, sendo abstruso a análise e interpretação, da mesma forma que a constituição e formulação (CUNHA, 2019).

Ademais, a ciência deve ser considerada como uma prática social, decorrente de um processo histórico e cultural, sendo dependente do sujeito e sua ideologia. Consequentemente, esses aspectos contribuem para a estruturação do discurso da ciência na academia e na popularização da ciência (CUNHA, 2019).

Uma característica em comum entre o discurso científico e o discurso da DC é a enunciação de um especialista, empregando o nome e estatuto do mesmo. A utilização desse enunciado na DC traz um “efeito real” da ciência, assegura autoridade, seriedade e credibilidade ao público leigo (ZAMBONI, 2001).

Não obstante, uma característica que diferencia os dois gêneros supracitados é a importância do interlocutor no discurso da DC, pois é com base nele que

constituirá o discurso e a escolha dos componentes composicionais, isto é, o *estilo* (CUNHA, 2019).

Em vista disso, uma maneira de enunciar todas essas particularidades do gênero discursivo da DC é por meio de um Texto de Divulgação Científica (TDC), apresentando uma temática científica, uma linguagem voltada para um público não especialista e uma estrutura organizacional que chame a atenção do leitor e facilite sua compreensão do conteúdo abordado.

2.2 TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Os TDC são vistos como um formato da DC, destinado principalmente a um público não especialista. Os TDC podem ser utilizados no ensino de ciências ou em sala de aula de forma geral, apresentando as possibilidades de:

[...] a utilização de TDCs em ambientes de educação formal pode favorecer a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem de ciências, pois, uma vez aliados a metodologias as quais possibilitem o desenvolvimento também cultural dos estudantes, podem contemplar uma educação para cidadania e propiciar reflexões sobre os valores associados à ciência (FERREIRA; QUEIROZ, 2012a, p. 22).

Ferreira e Queiroz (2012b) apresentam um panorama das potencialidades da utilização dos TDC no ensino, por exemplo, o hábito de leitura; contato com a elaboração do conhecimento científico; engajamento dos alunos em sala; favorecer o pensamento crítico; promover discussões; e aprimorar as habilidades da comunicação oral e escrita. Logo, instrui os estudantes para cidadania.

Perante o exposto, percebe-se que os TDC podem ser usados em diferentes metodologias e contextos, uma vez que muitos desses textos estão disponibilizados na internet com acesso público, um exemplo disso é o acervo disponibilizado pela revista *Ciência Hoje*¹. Além disso, os textos são apresentados a diversas áreas do conhecimento, bem como suas especificidades que dialogam entre as grandes

¹ **Revista Ciência Hoje:** sendo uma das mais consolidadas revistas de divulgação científica no Brasil, atrai o público de estudantes e professores, bem como interessados em ciência. No formato *online* (<http://cienciahoje.org.br>) há algumas edições anteriores da revista disponibilizadas gratuitamente ao público.

áreas (e.g. física de materiais, nanociência, nanotecnologia, política energética, etc.).

Além do mais, por ser um formato de DC, os TDC consequentemente apresentam um gênero de discurso próprio, com características específicas. A linguagem empregada é inteligível, podendo assim abranger os diversos níveis de leitores (FERREIRA; QUEIROZ, 2012a).

Vale ressaltar que nos TDC há ocorrências de traços de *cientificidade* (oriundos do discurso científico), *laicidade* (aspecto tocante ao discurso do cotidiano) e *didaticidade* (elementos que visam a compreensão do leitor), apresentando-se em graus variáveis.

Em relação à dimensão da *cientificidade*, nos TDC há traços do discurso científico, de maneira explícita e implícita, por exemplo a não há ocultação do sujeito (cientista), ele assume um papel de protagonista na história, dá credibilidade e legitima o conceito destacado (ZAMBONI, 2001). Essa abordagem permite ao leitor um contato com as pesquisas científicas, tal como o funcionamento da ciência.

A dimensão da *laicidade* “compreende elementos inerentes ao discurso cotidiano, os quais abarcam as várias formas de contextualização” (QUEIROZ; FERREIRA, 2013). Esses traços são empregados ao longo dos recursos linguísticos, com a aproximação, exemplificação, definição, entre outros (ZAMBONI, 2001).

Zamboni (2001) apresenta três variações sobre a *didaticidade*. Para a autora, são necessárias e complementares para a transmissão de conhecimentos presentes nos TDC, bem como sua relação com os traços de *laicidade* e *cientificidade*.

Uma *caracterização situacional* para *didaticidade* é que no “discurso didático”, relação entre locutor e interlocutor, o remetente detém um saber que em princípio o destinatário busca saber ou necessita. Nesse contexto, os graus de *didaticidade* são referentes à distância dos conhecimentos entre os dois sujeitos da relação (locutor e interlocutor) (ZAMBONI, 2001).

Outra *caracterização*, de natureza *formal*, é a presença nos TDC de elementos de denominação, definição, exemplificação, classificação e paráfrase, visando contextualizar com o cotidiano do leitor, por essas formas de envolvimento.

O índice de frequência desses elementos estabelece diferentes graus de didaticidade, laicidade e cientificidade no texto (ZAMBONI, 2001).

Uma terceira explicação, de caráter *funcional*, expõe o *modus faciendi* da transmissão dos conhecimentos científicos, apresentando diferentes objetivos, de compreensão (“eu digo isso a você para que o saiba”), de competencialização (“eu digo isso para tornar você mais competente”), de imposição (“fazer agir”) e de exposição (“fazer conhecer os resultados de uma pesquisa”) (ZAMBONI, 2001).

Diante do exposto, percebe-se que a DC é um gênero discursivo próprio, na qual apresenta suas peculiaridades, haja visto a adequação ao tema, estilo e composição, bem como a reformulação discursiva do gênero científico.

Na DC o destinatário assume um papel fundamental na reformulação discursiva, pois “o destinatário se faz presente no discurso que lhe é destinado, interferindo no processo de produção e constituição do discurso” (ZAMBONI, 2001, p. 83).

Com isso, é importante frisar que a DC não está atrelada intrinsecamente a um especialista científico com habilidades comunicativas para a produção significativa de materiais de DC (NUNES; QUEIRÓS, 2020). É preciso realizar mais que uma simples tradução do conhecimento científico, há toda uma sistematização, competências e cuidados para essa elaboração, pois é voltada a um público leigo.

E, por fim, ressalta-se que não deve haver uma obrigatoriedade de todos os cientistas em realizar a DC, pois como foi falado anteriormente, exige algumas competências, por exemplo a linguagem utilizada, deve ser exotérica, voltada a um público não especialista, além da forma de abordagem com o leitor, entre outras. Na Figura 14 é apresentado um mapa conceitual com as características de um TDC, elas serão discutidas na seção 4 de procedimentos metodológicos.

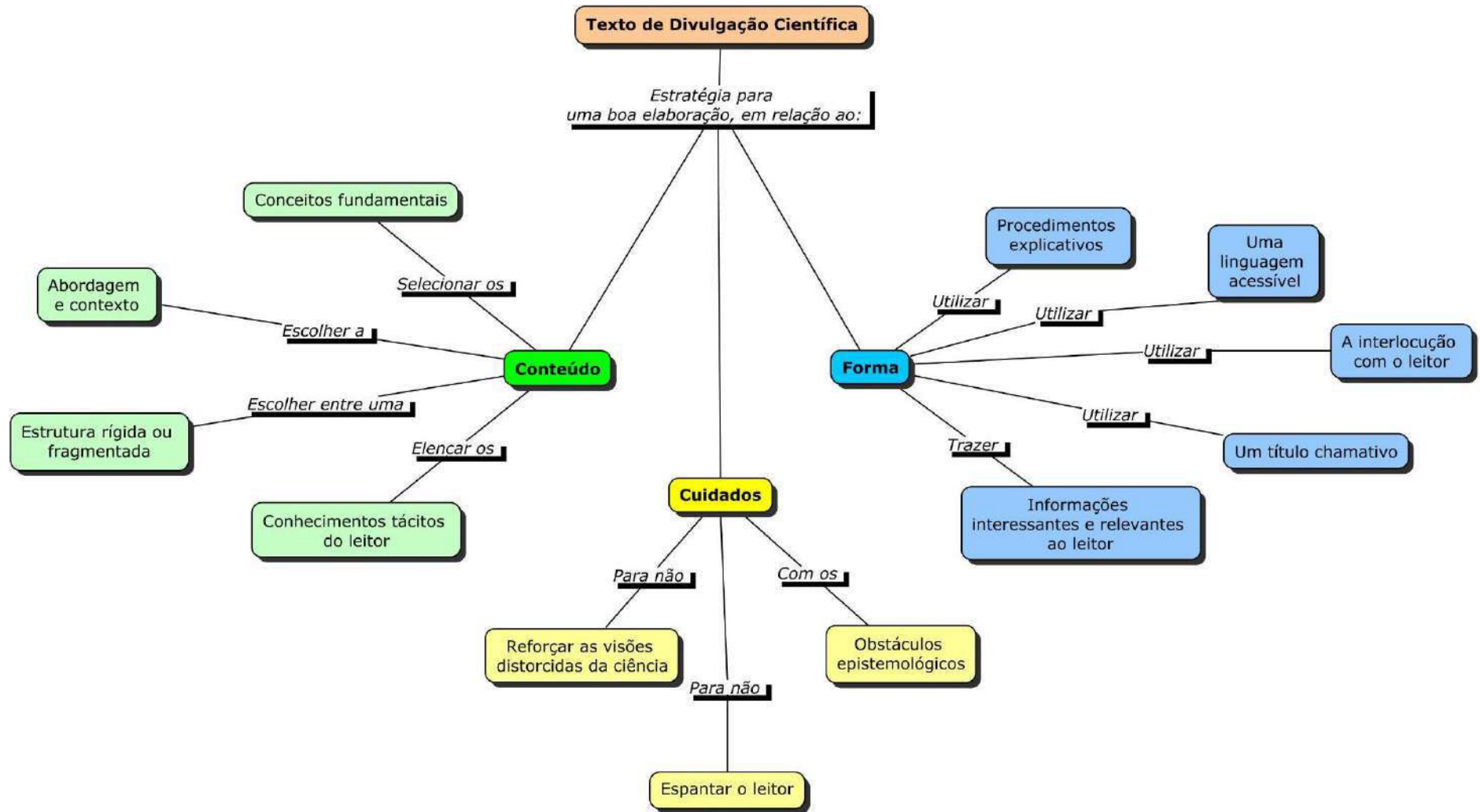


Figura 14: Mapa conceitual com as principais características de um bom TDC.

Fonte: Elaboração própria.

Logo, essas especificações não são todas correlatas de uma escrita acadêmica, podendo, assim, essa obrigatoriedade de todo cientista realizar DC desenvolver uma fragmentação da DC, bem como espantar o público não especializado.

3. OBJETIVO GERAL

Diante da percepção pública da ciência na sociedade brasileira e a importância de evidenciar o que vem sendo desenvolvido dentro das universidades públicas do país, o objetivo dessa pesquisa de desenvolvimento foi elaborar e analisar um Texto de Divulgação Científica sobre *Metal Organic Framework*, que permita fornecer uma contribuição para área de Ensino de Química, bem como ser a base para outros produtos educacionais e materiais de divulgação científica.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os conceitos e fenômenos químicos que as *Metal Organic Framework* apresentam e suas aplicações;
- Entender os conceitos pedagógicos e estratégias que fundamentam a elaboração dos Textos de Divulgação Científica;
- Produzir um Texto de Divulgação Científica sobre *Metal Organic Framework*;
- Identificar elementos e características pedagógicas e teóricas presentes no Texto de Divulgação Científica produzido.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dentre os materiais de DC mais populares, destacam-se os TDC. Cabe salientar que em sua concepção não necessariamente são utilizados equipamentos tecnológicos de alto custo, por exemplo câmeras e microfones, além de não depender de uma estrutura física. Essa facilitação permite uma maior produção dos TDC frente aos outros materiais de DC (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Um das maiores potencialidades dos TDC está em seu alcance, pois podem ser veiculados em revistas, jornais impressos ou digitais, *e-mail*, *sites*, *blogs* e redes sociais em geral, o que possibilita o acesso de diferentes maneiras a um grande público (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Vale ressaltar que a utilização das redes sociais permite um grande alcance para DC, todavia, cada rede social tem a sua peculiaridade com vantagens e limitações. A quantidade máxima de caracteres por postagem, duração de um vídeo, as interações por parte do público, a faixa etária do público que utiliza tal rede, a linguagem simplificada das redes, entre outros, são fatores que devem ser levados em conta na elaboração dos materiais de DC (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Em função deste trabalho ser uma pesquisa de desenvolvimento, a proposição de um produto educacional, ela se difere das demais por não conter uma etapa de coleta de dados. Todavia se faz necessário ressaltar que a literatura traz o delineamento de características fundamentais presentes no gênero da DC, as quais ao serem incorporadas nos TDC auxiliam em sua elaboração e fundamentação (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Com isso, a metodologia do presente trabalho foi estruturada em três tópicos, sendo eles: contexto de trabalho, características de um bom TDC e algumas cautelas na escrita do TDC. As próximas seções apresentam detalhadamente os tópicos levantados.

4.1 CONTEXTO DE TRABALHO

O Programa de Educação Tutorial (PET) é direcionado aos alunos de graduação que em conjunto com um professor tutor desenvolvem atividades norteadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 2010).

No ano de 2021, o grupo PET Química da Unesp *campus* Araraquara planejou realizar uma atividade que engloba o tripé universitário, intitulada “Implementação de Estudos de Casos Digitais para Divulgação Científica e Inovação do Ensino de Graduação”. Os objetivos da atividade foi desenvolver processos otimizados para produção de TDC que envolve uma pesquisa científica elaborada dentro da universidade; produzir Casos Investigativos para o ensino de química baseado nos TDC; e apurar os impactos da implementação dos Casos Investigativos em uma disciplina de química da graduação que abrange em sua ementa os compostos de coordenação.

Para realização dessas atividades em busca da interface entre ensino, pesquisa e extensão, houve uma parceria do PET com dois grupos de pesquisa da instituição, um voltado para área da química e outro para o ensino de química. O grupo da área da química, *Applied MOFs*, pertence ao laboratório de Redes Metalorgânica, liderado pela Prof. Dra. Regina Célia Galvão Frem, do departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica. A outra colaboração foi com a Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ), coordenada pelo Prof. Dr. Amadeu Moura Bego, o qual também é tutor do PET Química.

Desta forma, o produto educacional produzido neste TCC é um recorte de uma das atividades desenvolvidas no âmbito do grupo PET. Todavia, apesar de estar inserida no contexto do PET, a produção ocorreu de forma paralela à atividade, uma vez que as produções do grupo de extensão foram feitas em equipes, apresentando autorias de 4 ou 5 membros, todos alunos da graduação. Por este motivo, optou-se por produzir, concomitantemente às atividades do PET, um TDC de autoria individual para posterior defesa da monografia. Em relação à veiculação do material, será executada pelo projeto de extensão, além de ser disponibilizada futuramente na plataforma EduCAPES².

A pesquisa escolhida para elaboração do TDC refere-se aos Polímeros de Coordenação Luminescentes, em seu processo de síntese, caracterização e aplicação, referindo-se à área de Ciências Forenses.

² Mantido pela Universidade Aberta do Brasil, o EduCAPES é um portal educacional *online* que contém objetos de aprendizagem com licença aberta para alunos e professores de qualquer rede de ensino que buscam aprimorar seus conhecimentos.

Importante destacar que essa pesquisa foi premiada em primeiro lugar na área de ciências da natureza e da terra no XXXII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, realizado de maneira remota no ano de 2020. Ela foi desenvolvida pelo aluno de Licenciatura em Química Olavo Fiamencini Verruma, aluno pertencente ao grupo de pesquisa *Applied MOFs*.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE UM BOM TDC

Para a elaboração do TDC, utilizou-se como base um instrumento desenvolvido pela equipe de trabalho gerada a partir das parcerias citadas anteriormente (um aluno do PET, uma aluna de mestrado da RIPEQ e o professor tutor do PET e líder da RIPEQ). É importante salientar que, para elaboração do instrumento, utilizou-se como inspiração alguns importantes trabalhos desenvolvidos pela literatura especializada, como o instrumento para análise de TDC proposto por Salém e Kawamura (2001) e Ribeiro e Kawamura (2005), posteriormente adaptado para o contexto da Química por Ferreira e Queiroz (2011). Ademais, foram utilizados como fontes de inspiração o livro intitulado “Manual de Sobrevivência para Divulgar Ciência e Saúde” de Chagas e Massarani (2020).

O instrumento foi dividido em três grandes blocos, sendo eles: decodificação textual; estruturação do texto - conteúdo; e estruturação do texto - forma. Esses blocos são apresentados em subcategorias, objetivando a segmentação das informações, a fim de facilitar a compreensão e estruturação do TDC.

Esse instrumento desenvolvido pela equipe de trabalho se trata, de forma geral, de uma sistematização das informações e orientações apresentadas pelos trabalhos da literatura especializada citados anteriormente. Além disso, o instrumento foi estruturado em função das características e demandas do projeto do PET, cujas atividades ocorreram em reuniões semanais, de forma síncrona e remota, devido à pandemia do coronavírus.

Como dito, essa estruturação se justifica em função dos objetivos e demandas das atividades propostas no PET, isto é, de elaboração de TDC a partir de pesquisas e produções científicas produzidas na própria instituição. Sendo assim, o instrumento apresenta uma série de passos a serem seguidos considerando este contexto de produção, a partir das orientações e informações apontadas pela

literatura especializada. A perspectiva é que, com o instrumento, o autor do TDC possa fazer escolhas e definir tópicos e informações relevantes que darão subsídios para guiar a escrita do texto, em si.

Nesse sentido, é importante destacar que para o preenchimento do instrumento se fez necessário um estudo aprofundado sobre os conhecimentos científicos que envolvem a pesquisa científica, nesse caso sobre *MOFs* e também um estudo aprofundado sobre o referencial teórico de DC e TDC.

4.2.1 DECODIFICAÇÃO TEXTUAL

Para realização dessa etapa e as subsequentes, como citado anteriormente, é necessário ter ocorrido o contato e estudo com a pesquisa científica, compreendendo os conceitos científicos envolvidos durante a realização da mesma. Além disso, o processo descrito nessa seção e nas seguintes objetivam descrever uma estrutura de planejamento, para que a escrita da redação seja eficiente e fundamentada.

No primeiro momento foi realizada a decodificação textual, conforme mostrado no Quadro 1, elencando todos conceitos científicos envolvidos na pesquisa científica e em seguida, é selecionado quais os conceitos que realmente serão abordados no TDC.

Quadro 1: Instrumento para elaboração do TDC - Decodificação textual.

DECODIFICAÇÃO TEXTUAL	
<p>Conceitos fundamentais do texto-base</p> <p><i>Liste <u>todos</u> os conceitos e técnicas envolvidos no(s) texto(s)-base</i></p>	
<p>Seleção dos conceitos</p> <p><i>De todos os conceitos e técnicas listados acima, selecione aqueles que serão abordados no seu TDC.</i></p> <p><i>Lembre-se que os conceitos escolhidos devem estar bem articulados em uma sequência lógica e deve-se escolher somente os que vocês julgarem fundamentais para o entendimento do texto: a ideia não é esgotar a temática!</i></p>	

Fonte: Elaboração própria.

Os conceitos escolhidos devem ser fundamentais e articulados entre si. Uma característica importante é que um TDC não deve esgotar a temática, ou seja, não ser longo, apresentando poucas páginas. Logo, é inviável incluir todas as informações de um tema em um único texto, é preciso selecionar os conceitos que o divulgador considera indispensáveis (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

4.2.2 EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO

Segundo Ribeiro e Kawamura (2005), o TDC pode ser categorizado em duas grandes áreas, em relação ao seu *conteúdo* e sua *forma*. O Quadro 2 mostra o *template* utilizado para o conteúdo, delimitando suas características.

Quadro 2: Instrumento para elaboração do TDC - Delimitação do conteúdo.

PRODUÇÃO DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
ESTRUTURAÇÃO DO TEXTO - CONTEÚDO	
Tema Geral <i>Qual é a ciência envolvida?</i>	
Tema específico <i>Qual será o enfoque dado ao tema geral para abordar no TDC?</i>	
Conhecimentos tácitos? <i>Quais são os conhecimentos “pré-requisitos” para o entendimento do seu TDC?</i>	
Tópicos <i>Selecione de 3 a 5 informações que serão abordadas no TDC</i> <i>Dica: Pensem em uma forma de “costurar” os tópicos! Busque formas de ligar os conteúdos e fazer mais</i>	● Informação 1:
	● Informação 2:
	● Informação 3:
	● Informação 4:

<i>sentido o seu texto!</i>	● Informação 5:	
Procedimentos internos da ciência	Explore a Ciência envolvida <i>i. Escolha da pesquisa;</i> <i>ii. Breve descrição sobre a pesquisa;</i> <i>iii. Sequência da pesquisa (Quantas etapas? Quais? Tempo demandado?).</i>	
	Condições de trabalho <i>i. Apresentar o nome do grupo de pesquisa e o Instituto responsável;</i> <i>ii. Quais e quantos pesquisadores (em média) estão envolvidos;</i> <i>iii. Equipamentos;</i> <i>iv. Investimento, parcerias realizadas (outros grupos, institutos, etc.).</i>	
	Limitações da pesquisa <i>Discutir as dificuldades/obstáculos encontrados pelos pesquisadores</i>	
Funcionamento Institucional da ciência <i>Controvérsias científicas, a diversidade de idéias, a necessidade de debate público</i>		

<p><i>sobre descobertas ou aplicações tecnológicas e as relações entre os processos da ciência e seus produtos</i></p>	
<p>Abordagem e contexto</p> <p><i>Qual será a abordagem utilizada para tratar as questões científicas? (econômica, sociocultural, histórica, ambiental, tecnológica?)</i></p>	
<p>Considerações finais</p> <p><i>i. Quais são as contribuições da pesquisa para a sociedade, meio ambiente, economia e/ou saúde do país/mundo?</i></p> <p><i>ii. Destacar a importância da pesquisa para o desenvolvimento da ciência</i></p>	

Fonte: Elaboração própria.

No campo do tema geral, trata-se sobre a grande área da ciência que compreende a temática. Na parte do tema específico, há uma particularização do assunto que envolve o tema geral, o qual será retratado no TDC (SALÉM; KAWAMURA, 2001).

O levantamento dos conhecimentos tácitos, ou seja, os pré-requisitos para o entendimento do texto, são fundamentais para a estruturação e composição do TDC, pois com a delimitação do que o leitor compreende de antemão, implica na definição do público alvo (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Por mais que o TDC seja voltado para um público leigo, se faz necessário delimitar um público (CHAGAS; MASSARANI, 2020). Além do mais, essa delimitação deve ser coerente com os conceitos selecionados na etapa de decodificação textual.

No campo de tópicos, apresenta-se a estruturação das principais informações que serão discutidas no TDC, podendo ser usada futuramente como base para os intertítulos, por exemplo. Essa segmentação deve ser fluida e lógica, ou seja, essas informações se relacionam entre si, compondo assim um texto coerente.

A categoria de procedimentos internos da ciência está dividida em três subseções, explorando a ciência envolvida; condições de trabalho; e limitações da pesquisa. A primeira diz respeito à pesquisa científica que será abordada no TDC, por meio de uma breve descrição das etapas, tempo demandado e o porquê da escolha dessa pesquisa (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Em relação às condições de trabalho, é importante destacar os pesquisadores envolvidos, local de trabalho, nome da instituição responsável, principais técnicas, equipamentos utilizados e o investimento designado à pesquisa. Desta forma, é salientado a complexidade do desenvolvimento de uma pesquisa e ocorre a valorização, bem como evidenciar os agentes em questão.

Na terceira subcategorização, limitações da pesquisa, é fundamental elencar os desafios e obstáculos encontrados pelos pesquisadores para o desenvolvimento da pesquisa (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005). Com isso, revela que a ação de fazer ciência é muitas vezes repleta de limitações e dificuldades.

No campo do funcionamento institucional da ciência, são pautados, se houver, as controvérsias científicas - disputa sistemática, significativa e controlada

por cientistas da mesma área -, a diversidade de ideias, a relação entre os processos da ciência e seus produtos, entre outros, são assuntos voltados para caracterização do funcionamento da ciência (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

No campo da abordagem e contexto, é definido a abordagem para tratar as questões científicas, podendo ser: econômica, sociocultural, histórica, ambiental, política e tecnológica (SALÉM; KAWAMURA, 2001). Essa escolha de abordagem e contexto visa uma aproximação da ciência com o leitor, além de não descrever o conteúdo científico estritamente, mas sim relacionando com tal abordagem escolhida.

E, por fim, no campo das considerações finais, são listadas as contribuições da pesquisa para o meio ambiente, economia, saúde ou a sociedade de uma forma geral. Importante destacar a relevância da pesquisa para o desenvolvimento da ciência, seus impactos, consequências e contribuições para o cotidiano do leitor. Com isso, há o direcionamento do leitor para uma reflexão mais ampla sobre a temática (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

4.2.3 EM RELAÇÃO À FORMA

Com relação à *forma*, no Quadro 3 são destacados os elementos fundamentais que devem estar presentes no TDC, sendo dividido em: estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais.

As informações presentes no quadro estão dispostas no formato de um *checklist*. Recomenda-se que após a escrita do TDC, o instrumento deve ser consultado, checando se as informações e cuidados foram tomados durante a escrita, em caso negativo, retorna-se ao TDC e adequa-se às informações.

Quadro 3: Instrumento para elaboração do TDC - Checklist com relação à forma.

PRODUÇÃO DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
ESTRUTURAÇÃO DO TEXTO - FORMA	
Estrutura	<p style="text-align: center;">Lembrem-se que um TDC não apresenta uma estrutura rígida</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Decidam se as informações serão distribuídas em uma estrutura fragmentada (quando é possível fazer leituras dos blocos de forma independentes), ou integrada (quando a leitura deve ser feita em progressão lógica). <input type="checkbox"/> O texto deve possuir um início, um meio e um fim (mesmo que não apresente uma estrutura rígida - introdução, metodologia, conclusão) e os conceitos devem estar interligados. <input type="checkbox"/> Geralmente, um TDC está focado nos resultados da pesquisa. <p style="text-align: center;">Lembre-se que a escolha do título é essencial para um TDC</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> O título deve ser uma frase curta e condizente com a essência do tema. <input type="checkbox"/> Deve instigar o leitor e provocar a vontade de ler o texto. <p><i>Sugestão:</i> Deixe para elaborar o título no final da escrita do texto e use a criatividade!</p> <p style="text-align: center;">Cuidado para não espantar o leitor</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Evite aberturas com textos muito longos ou muito genéricos. <input type="checkbox"/> Evite o uso de muitas fórmulas matemáticas e muitas equações químicas (use somente quando imprescindível). <input type="checkbox"/> Um TDC geralmente possui, no máximo, 5-8 páginas e as informações podem estar divididas em “subtítulos” com ilustrações.

	<p style="text-align: center;">É importante que o TDC tenha uma conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Levante perspectivas futuras e deixe claro se a pesquisa ou estudo ainda está em desenvolvimento.<input type="checkbox"/> Levante questões sem respostas (lacunas do conhecimento).<input type="checkbox"/> Mostre os impactos da pesquisa: quais são as consequências ou influências no cotidiano do leitor, seja no meio ambiente, economia e/ou saúde do país/mundo? <p style="text-align: center;">Não se esqueça das referências bibliográficas</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Não se esqueça dos direitos autorais das figuras, imagens, tabelas, etc. (caso se aplique).<input type="checkbox"/> Adicione as referências ao final do texto (explorar hiperlinks).
<p style="text-align: center;">Linguagem</p>	<p style="text-align: center;"><i>Lembre-se que a linguagem deve ser acessível e o seu público-alvo não é especialista</i></p> <p style="text-align: center;"><i>O texto deve ser interessante e despertar o interesse pela Ciência envolvida!</i></p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Apresente fenômenos e curiosidades que motivam a reflexão do leitor sobre o assunto.<input type="checkbox"/> Explique os conceitos indiretamente envolvidos, mas que são necessários para compreensão da pesquisa em espaços diferenciados (em balões, boxes de informações, etc). <p style="text-align: center;">Ao explicar um conteúdo, faça o uso de procedimentos explicativos</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Uso de definição por conceituação (explicar um termo por meio de seu conceito científico).<input type="checkbox"/> Uso de definição por aproximação (explicar um conceito científico de forma mais geral, não tão específica).<input type="checkbox"/> Uso de simplificações.

- Uso de apostos (termo adicional de explicação entre vírgulas) e parênteses.
- Uso de nomeação (explicar um conceito científico utilizando o nome comum que se utiliza entre os cientistas).
- Uso de aspeamento (utilizar aspas para trazer uma ideia de “como se fosse”).
- Uso de metáforas e analogias.
- Uso de comparações.
- Estratégias de aproximação com a linguagem científica/química.
- Apelos às questões legais, de saúde, econômicas e ambientais.

A interlocução com o leitor é muito importante em um TDC!

- Lance perguntas que são importantes para a compreensão da pesquisa (perguntas-chave).
- As perguntas devem motivar a reflexão do leitor sobre o assunto
- Podem também ser utilizadas para indicar mudança de assunto.
- Responda as perguntas ao longo do texto.

Cuidado com as visões distorcidas da ciência e com os obstáculos epistemológicos!

- Evite visões distorcidas da ciência (ciência infalível, construção do conhecimento linear, sem dificuldades e debates, ciência feita por gênios isolados em seus laboratórios, cientistas como pessoas totalmente altruístas e que só querem o bem da humanidade).
- Evite reforçar obstáculos epistemológicos.

Os principais são:

- Obstáculo animista: Atribuir sentimentos e intenções a objetos inanimados, existindo uma tendência em privilegiar o corpo humano e funções vitais em virtude da abstração existente no conhecimento científico.

Exemplo: “Por perder um elétron é que o óxido nítrico se torna muito reativo - com fome de elétrons, digamos - e adere rapidamente a outras moléculas”.

- Obstáculo verbal: Relacionam-se ao uso da linguagem científica do mesmo modo que a linguagem comum. Associação de um termo concreto para um termo abstrato. Muitos termos utilizados cientificamente não têm o mesmo significado no cotidiano.

Exemplo: “A ‘metralhadora’ usada por ele lançava pequenas partículas radioativas (...)” - referindo-se ao experimento de Rutherford.

- Obstáculo substancialista: As qualidades são encaradas como atributos das substâncias, deixando-se de perceber que as substâncias químicas são inteiramente relativas umas às outras e suas propriedades são frutos dessas relações.

Exemplo: Associar a cor dos anéis e jóias de ouro (amarela/dourada) ao átomo de ouro e não às propriedades do sistema que fazem com que a coloração seja amarela.

O uso adequado de recursos textuais e visuais são fundamentais para um bom TDC

- Adicione imagens relacionadas à pesquisa.
- Laboratório;
- Equipamentos;
- Experimentos;
- Processos;
- Gráficos;

**Recursos visuais e
textuais**

➤ Tabelas.

Sugestão: Onde encontrar imagens com licença livre?

Busque bancos de dados de imagens gratuitas para fins educativos! Procure por imagens com licença Creative Commons.

Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page

Public health image library: <https://phil.cdc.gov/>

Fio cruz imagens: <https://www.fiocruzimagens.fiocruz.br/>

Alguns recursos textuais também podem auxiliar!

- Utilize sempre que possível *boxes* de informações para trazer as informações complementares. O uso de glossário é uma alternativa interessante!

Fonte: Elaboração própria.

Sobre o campo da estrutura, os TDC não seguem uma única apresentação, isto é, podem ser retratados de uma maneira fragmentada e independente, ou integrado com uma progressão lógica.

Geralmente os TDC apresentam uma estrutura integrada para facilitar o entendimento do leitor, na qual são explorados o uso de intertítulos, a mudança de enfoque com expressões chamativas, instiga o leitor e permite uma leitura fluida, além de evidenciar um discurso multifacetado, composto por várias partes que se interligam por um fio condutor (ZAMBONI, 2001).

Uma característica comum em ambas abordagens é o TDC possuir um início, meio e fim. Vale ressaltar que os TDC, na maioria das vezes, estão focados nos resultados da pesquisa e em contraposição a um artigo científico, muitas vezes no TDC os resultados estão nos primeiros parágrafos. No jornalismo essa técnica é chamada de *lead*, abordando (qual é a novidade? Quem descobriu? Quando? Onde? Como?) de forma sintetizada, essas questões, as quais serão respondidas com detalhes ao longo do texto (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Na área da comunicação científica, em especial no jornalismo científico, há algumas formas para serem realizadas as aberturas dos textos, expostas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4: Exemplos de aberturas nos textos de jornalismo científico.

Abertura contextual	Voltada para a interligação entre o tema e a atualidade, pois consiste na importância do assunto.
Abertura anedótica	Neste caso, inicia-se o texto com uma pequena história, um exemplo ou um fato preciso para chamar a atenção antes de generalizar e introduzir o tema abordado.
Abertura que interpela o autor	A ideia é provocar nos leitores reações intrigantes acerca do tema tratado. Pode ser construída a partir de questionamentos ou transpondo o leitor para dentro de uma situação relacionada ao tema fazendo com

	que ele mesmo se questione.
Abertura impressionista	Consiste em projetar o leitor num cenário no qual dará lugar ao mistério, ao insólito, à aventura, ao medo, etc, usando sempre a imaginação.
Abertura Ficcional	Lança mão do imaginário, numa situação fictícia no futuro ou passado, para introduzir o assunto. A ideia é sensibilizar o leitor em relação ao tema.
Abertura interrogativa	Introduzir o assunto a partir de uma questão ou a própria resposta a uma pergunta tratada ou decifrada a partir da pesquisa.

Fonte: Elaborado com base em VARELA, 2011, p. 49.

Em todos os exemplos de aberturas citados, o que há em comum é a utilização de elementos capazes de chamar a atenção do leitor, não generalizando o tema e instigando o leitor, para Zamboni (2001, p. 102) essa característica é chamada de “apelo inicial à leitura”.

A criatividade e cuidado na elaboração do título é fundamental, pois desde o início provoca e instiga o leitor a ler o TDC. Com isso, o título deve ser uma frase curta, concisa, simples e condizente com a essência do tema, não empregando artifícios sensacionalistas para chamar a atenção do leitor (VARELA, 2011).

Além disso, é preciso tomar cuidado para não espantar o leitor, evitando aberturas desnecessárias, com muita informação ou genéricas. Outro ponto é o uso de fórmulas matemáticas, equações químicas, colocar números sem arredondamento, essas expressões podem causar desinteresse no leitor, por não estar presente em seu cotidiano (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Ademais, os TDC devem apresentar uma conclusão, levantando perspectivas futuras sobre o trabalho. Uma característica comum nos TDC é a proposição de questões sem respostas, ou seja, as lacunas do conhecimento (CHAGAS;

MASSARANI, 2020). E por fim, retratar os impactos da pesquisa, além de referenciar o trabalho e fornecer, caso se adeque, os direitos autorais das imagens utilizadas.

Em relação à linguagem, a principal característica é que deve ser acessível e voltada para um público não especialista. Existem algumas características de envolvimento e procedimentos explicativos que favorecem o despertar de interesse do leitor e entendimento acerca do texto (ZAMBONI, 2001).

Na redação, é preciso que ocorra, em alguns momentos, a recuperação dos conhecimentos tácitos, isto é, dar suporte teórico ao leitor (por ser um público não especializado), pois antes de continuar com a progressão dos conceitos/informações é preciso explicar ao leitor um conceito fundamental, para que ocorra o entendimento da mensagem que o texto propõe a passar (ZAMBONI, 2001).

Outro procedimento explicativo rotineiro presente no TDC é a definição por conceituação, ou seja, a elucidação do termo mediante seu conceito científico. Há também a definição por aproximação, não explicando o conceito científico de uma forma específica, mas sim geral.

Um recurso muito utilizado é o uso de apostos, explicação de um termo entre vírgulas ou parênteses. Além disso, há o uso da nomeação, isto é, trazer o nome comum utilizado entre os cientistas no corpo do texto, alguns autores não recomendam as expressões ou jargões da área, porém se houver é preciso ser seguido de uma explicação (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2017).

Ademais, é comum incorporar o “aspeamento” durante uma explicação de conceito, essa estratégia visa trazer a ideia de “como se fosse”, facilitando assim a compreensão do leitor.

Um recurso estilístico demasiadamente utilizado por divulgadores são as metáforas e analogias, a metáfora visa transpor o sentido literal para o figurado, por meio de uma comparação não explícita. A analogia pode ser vista como uma “forma de raciocínio a partir do qual se pode conhecer um fenômeno desconhecido mediante o estabelecimento de correspondências com o fenômeno já conhecido” (FRANCISCO-JÚNIOR; FRANCISCO; OLIVEIRA, 2012, p. 132).

Além disso, há o uso de comparações para dilucidar os termos técnicos e científicos. Uma outra estratégia, é apelo às questões legais, de saúde, econômicas e ambientais, provocando e instigando o leitor.

Com isso, a utilização desses recursos, em especial o de metáforas e analogias, requer um cuidado para não reforçar os obstáculos epistemológicos, vistos como entraves ao desenvolvimento científico (LOPES, 1993). Além de não enfatizar as visões distorcidas da ciência, o que comprometeria não só o entendimento do conteúdo descrito no TDC, mas também em outros materiais que retratam tal conteúdo (os obstáculos epistemológicos e as visões distorcidas da ciência foram elucidados na seção de introdução).

Uma característica comum nos TDC é a interlocução com o leitor. Com este recurso busca-se uma participação ativa, na qual são lançadas por meio de perguntas e questionamentos, favorecendo a reflexão do leitor sobre o assunto. Vale ressaltar que não necessariamente, as perguntas descritas ao longo da redação precisam ser respondidas, algumas podem trazer lacunas do conhecimento (ZAMBONI, 2001; CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Com relação aos recursos visuais e textuais, eles são fundamentais para composição e estilo de um TDC. As ilustrações geralmente são chamativas podendo retratar laboratórios, equipamentos, experimentos, processos, gráficos, tabelas, infográficos, mapas conceituais, fluxograma, entre outros, são recursos que fornecem uma linguagem verbal e/ou não verbal que direciona o entendimento do conteúdo (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Um cuidado a ser tomado é o uso de imagens com licença livre, por exemplo a licença *Creative Commons*. E quando for utilizada a ilustração, é preciso fornecer os créditos para o autor.

E, por fim, um recurso textual demasiadamente encontrado nos TDC são os *boxes* informativos, que são seções à parte do texto que visam explicar determinado conceito, estruturados com um *layout* diferente do corpo do texto para chamar a atenção do leitor (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

4.3 ALGUMAS CAUTELAS NA ESCRITA DO TDC

Nesta seção são destacadas quatro armadilhas que podem comprometer a escrita de um TDC, sendo elas: propaganda enganosa; amor cego pelo tema; obviedade; e não antecipar as dúvidas do leitor.

1. *Propaganda enganosa*: durante o texto deve haver uma coerência entre o início, meio e fim, se atendo aos fatos e somente a eles. Um erro grotesco é prometer uma informação no início do texto, todavia, ao longo do mesmo não cumprir (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

2. *Amor cego pelo tema*: o público não conhece e talvez não se interesse pela temática igual ao divulgador, uma maneira de reverter ou amenizar a situação é conquistar o leitor. Além disso, é preciso reconhecer e discutir as limitações da pesquisa, evitando a imparcialidade (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

3. *Obviedade*: nem sempre o que é óbvio para o divulgador será o mesmo para o leitor. O público destinado a leitura do TDC é um público não especializado, ou seja, faz necessário utilizar procedimentos explicativos, direcionando o entendimento do leitor acerca do conteúdo científico posto (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

4. *Não antecipar as dúvidas do leitor*: é fundamental definir o público alvo do texto. Desta forma, favorece a antecipação das perguntas que o leitor pode vir a fazer durante a leitura, com isso é possível respondê-las de antemão (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dedicada à apresentação e discussão dos elementos e características presentes no TDC produzido (APÊNDICE A). Para tal, foram utilizados como parâmetros os trabalhos elaborados e validados por Salém e Kawamura (2001) e Ribeiro e Kawamura (2005), os quais consistem em um instrumento de análise de TDC, formado em duas grandes frentes: o conteúdo e a forma.

A dimensão conteúdo compreende a temática, os elementos que evidenciam a dinâmica interna da ciência, o funcionamento da ciência como instituição social, a contextualização dos fatos noticiados e suas abordagens etc. Por outro lado, a dimensão forma compreende a estrutura do texto, o uso de recursos visuais e textuais, a linguagem e os gêneros discursivos empregados (como explicação, descrição, exposição, argumentação e narração), o uso de metáforas e analogias etc (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005, p. 4).

O instrumento visa investigar elementos que possam caracterizar os TDC, podendo ainda distingui-los perante aos diferentes veículos de comunicação que são publicados. Um exemplo é a diferença dos TDC encontrados em jornais frente aos presentes nas revistas de DC (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Ribeiro e Kawamura (2005) analisam os TDC sobre mudanças climáticas do jornal Folha de São Paulo e da revista Galileu. Elas identificaram que a diferença está no enfoque do assunto abordado. À medida que o texto da Folha de São Paulo apresenta um caráter de notícia, destacando uma polêmica sobre o conteúdo, o texto da revista Galileu apresenta o estudo e contextualiza em toda sua extensão.

Conforme apontam Ribeiro e Kawamura (2005), na categoria conteúdo há quatro subdivisões, sendo elas: *la*) temática; *lb*) procedimentos internos da ciência; *lc*) funcionamento institucional da ciência; *ld*) abordagens e contexto. Em relação à forma, há três categorizações, nomeadas por: *IIa*) estrutura; *IIb*) linguagens; *IIc*) recursos visuais e textuais. Na seção anterior, “Procedimentos Metodológicos”, foram discutidos estes e outros elementos, portanto, a seguir serão comentadas superficialmente essas subdivisões.

No que diz respeito à dimensão do conteúdo do TDC, a primeira categoria, temática, refere-se ao enfoque do conteúdo abordado. A categoria de procedimentos internos da ciência é referente aos modelos utilizados na pesquisa, o papel da experimentação, a coleta dos dados e a análise dos resultados. O funcionamento institucional da ciência, por sua vez, evidencia as disputas científicas com diferentes abordagens científicas sobre um mesmo conteúdo. Por fim, a categoria abordagens e contexto refere-se à contextualização, podendo o TDC possuir uma abordagem social, política ou econômica (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Ademais, sobre a dimensão da forma, no tocante à estrutura, é a maneira de como as informações estão dispostas ao longo do texto. O campo de linguagens refere-se a clareza do texto, uso de metáforas e analogias, se há jargões científicos, entre outros. Por último, os recursos visuais e textuais abrangem como é realizada a distribuição espacial das informações textuais e não textuais no TDC, por exemplo, as figuras, gráficos, *boxes*, notas de margens, etc (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Ferreira e Queiroz (2011) sintetizam e adaptam o esquema de análise produzido por Kawamura e colaboradores, sendo a preposição evidenciada na Figura 15.



Figura 15: Adaptação do instrumento de análise proposto por Kawamura e colaboradores.

Fonte: Ferreira e Queiroz (2011, p. 355).

Observa-se no esquema que as autoras supracitadas implementam na seção de conteúdo, uma análise geral, seguida da área do conhecimento que

compreende o conteúdo abordado (nesse caso a análise eram de TDC envolvendo a química), com temas transversais e disciplinas ditas “fronteiras”, como a física ou biologia, podendo ser relacionados com os conteúdos abordados no TDC (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

Além disso, há uma análise específica do conteúdo, com uma mudança de nomenclatura, ao invés de “procedimentos internos da ciência” e “funcionamento institucional da ciência”, adota-se as “características da atividade científica”. Essa mudança ocorre por conta da similaridade de informações das duas categorias, caracterizando uma síntese das mesmas (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

5.1 ELEMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO TDC ELABORADO

O TDC elaborado nesta monografia, intitulado “*Verdadeiro ou Falso?*”, apresenta como subtítulo: “As potencialidades das *MOFs* no combate à falsificação de documentos” foi assinado por Leonardo Lima e Silva, com orientação de Amadeu Moura Bego, do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP) *Campus Araraquara*.

O TDC em questão expõe uma das potencialidades de aplicação de uma pesquisa desenvolvida no Instituto de Química da UNESP *Campus Araraquara*. Além disso, o TDC traz uma discussão do problema da falsificação de cédulas e seu impacto na economia do Brasil (CORREIA *et al.*, 2018).

Outrossim, tal aplicação insere-se na área da ciência forense, mais especificamente na documentoscopia, com a autenticidade de documentos (CORREIA *et al.*, 2018). O TDC buscou promover uma argumentação para o incentivo do investimento público nessa e em outras áreas, mas em especial as que são voltadas para a anti-falsificação.

5.1.1 EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO

Inicialmente, a discussão se pauta nos conteúdos específicos, como a temática, procedimentos internos da ciência, funcionamento institucional da ciência e abordagens e contexto (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

As questões científicas vistas no TDC correspondem à área da química, com o conteúdo de *MOFs*, abordando suas técnicas de sínteses e caracterizações. São

retratados também alguns conceitos bases acerca dessa área, e.g. os polímeros e o fenômeno da luminescência.

Para tratar as questões científicas, o enfoque do TDC está na possível aplicação de uma tinta luminescente produzida a partir de uma *MOF* luminescente, a qual poderia ser usada na inserção de documentos, visando a anti-falsificação dos mesmos (VERRUMA; FREM; ARROYOS, 2020).

O TDC elaborado apresentou quatro intertítulos. A introdução do TDC foi contextualizada com o impacto econômico da problemática acerca da falsificação de cédulas falsas no Brasil. No primeiro intertítulo “*As notas mais falsificadas*” foram apresentadas as cédulas com o maior índice de falsificação, bem como as medidas de segurança que as notas da segunda geração possuem e, ainda, uma metodologia de análise de tais notas (CORREIA *et al.* 2018).

O segundo intertítulo “*Como enfrentar o problema?*” Trata-se do âmago do TDC, pois é neste momento que inicia-se a discussão sobre as *MOFs* e a pesquisa que será divulgada ao longo do texto. Além disso, ainda neste intertítulo foi realizada a recuperação dos conhecimentos tácitos. Este momento é fundamental em um TDC, pois é fornecido ao leitor um suporte para continuar a progressão dos conceitos presentes no TDC (ZAMBONI, 2001).

Após a recuperação dos conhecimentos tácitos, detalhou-se a pesquisa desenvolvida no Instituto de Química, no terceiro intertítulo “*Construindo ...*” com a explicação do processo de síntese e caracterização da *MOF* luminescente produzida. Além disso, houve a explanação do que são os elementos terra raras e sua importância na produção da *MOF* luminescente. Destacam-se também os pesquisadores pioneiros da área, Omar M. Yaghi e Susumu Kitagawa (FREM *et al.*, 2018).

E por fim, nas considerações finais descrito por “*O que está por vir*”, foi elaborado uma síntese do texto, bem como inseriu-se uma provocação ao leitor, com uma série de perguntas e questionamentos abertos, visando um momento de reflexão ao final da leitura do TDC (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Em relação aos procedimentos internos da ciência presentes no TDC, foram descritos em alguns momentos metodologias científicas, técnicas ou ainda equipamentos envolvidos na pesquisa científica. Essa característica promove ao

leitor uma visão dos processos que circundam a ciência, na qual daqui a diante serão destacados trechos referentes a esses processos metodológicos (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005). Os trechos a seguir demonstram essas características.

“Além disso, pesquisadores brasileiros desenvolveram uma metodologia de análise para avaliar se uma nota é autêntica ou não, analisando as características específicas de cada nota”.

“Para isso, a análise consiste em usar um espectrômetro de infravermelho portátil”.

“As técnicas forenses que buscam inspecionar as cédulas para verificação de sua autenticidade devem ser rápidas, simples, econômicas e não destrutivas ao material”.

“Para a construção de uma MOF, precisamos de um cátion (íon positivo) de metal de transição e de um ligante orgânico que interagem entre si através de ligações coordenadas formando uma Rede bi-ou tridimensional”.

“No desenvolvimento da MOF luminescente, que gerou a tinta emissora de luz, os pesquisadores da UNESP utilizaram uma matriz não-emissora de ítrio dopada com o íon európio (III) como ativador (európio é um metal terra rara de número atômico 63)”.

“A síntese desses materiais foi realizada pelo método solvotérmico assistido por microondas a 135 °C durante 20 minutos, utilizando o solvente dimetilformamida (DMF)”.

“Cabe destacar que além do método solvotérmico, as MOFs podem ser preparadas através de outras rotas sintéticas como a mecanoquímica, eletroquímica, usando radiação de ultra-som, entre outras”.

O TDC elaborado apresentou algumas características de procedimentos interpretativos de resultados, corroborando novamente para promoção de um ponto de vista amplo ao leitor sobre a ciência (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005), como mostram os trechos a seguir:

“Segundo o Banco Central, as notas de 50 e 100 reais são as que possuem o maior índice de falsificação. Assim, os falsificadores obtêm um maior lucro frente às outras notas”.

“[...] gerou o desenvolvimento de uma MOF luminescente. A partir dela, foi possível elaborar uma tinta luminescente”.

“Realizado esse processo da síntese, os cientistas precisam efetuar a etapa de caracterização, pois é nela que se constata o que de fato tem no produto obtido, ou seja, as características do material, como luminescência, morfologia das partículas, disposição dos átomos no espaço, ligações, entre outros”.

“Para a MOF luminescente em questão, realizou-se inicialmente a Espectroscopia Vibracional na região do Infravermelho, com essa técnica é possível identificar quais são os grupos funcionais presentes na MOF, por meio da vibração das moléculas dos ligantes. Logo, verifica-se se o centro metálico coordenou de fato o ligante orgânico”.

Ainda sobre os procedimentos internos da ciência, o TDC abordou alguns resultados inesperados acerca da pesquisa científica, sendo eles:

“O Banco Central recolheu mais de 900 mil moedas e cédulas falsas, o que equivale a 5,4 milhões de reais. O número assusta, porém é o menor em 20 anos”.

“Por se tratar de uma nova área da química, só em 2013 a IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada - apresentou a definição oficial de MOFs”.

E por fim, nessa categoria percebe-se a presença de enunciados relacionados às limitações e dificuldades encontrados nas pesquisas científicas. Desta forma, com essa abordagem, objetivou-se fornecer ao leitor uma perspectiva assertiva acerca da ciência, evidenciando as dificuldades do trabalho dos cientistas (CHAGAS; MASSARANI, 2020). Os trechos a seguir são extratos demonstrativos destas características.

“Vale destacar que esta é uma área nova no Brasil, ou seja, poucos laboratórios do mundo investigam esse tipo de material poroso”.

“A implementação dessa técnica para ciência forense não deve ser imediata, é preciso averiguar de maneira cuidadosa quais são as implicações de custos, produção, análise, dentre outros, verificando assim se é vantajoso ou não”.

“Além disso, para o desenvolvimento dessa e de outras técnicas (que envolvem a ciência de uma forma geral) é necessário o investimento público na ciência brasileira, com a compra de equipamentos novos e apropriados, bem como uma remuneração adequada para os pesquisadores, entre outros fatores”.

Ademais, na categoria intitulada “funcionamento institucional da ciência”, por inspeção, o TDC apresentou aspectos como a diversidade de ideias acerca da pesquisa científica, com a percepção de dois pesquisadores distintos. No entanto, o TDC não apresenta controvérsias científicas sobre as *MOFs*, tais pesquisadores convergem na mesma linha sobre a temática, apresentando assim uma única voz da ciência (ZAMBONI, 2001).

“Os estudos sobre as MOFs foram ganhando notoriedade no final dos anos 1990 com os grupos liderados pelos pesquisadores Omar M. Yaghi dos EUA e Susumu Kitagawa do Japão”.

“Vale ressaltar que todos apresentam vantagens e desvantagens, cabe ao cientista verificar qual a melhor metodologia para o seu estudo”.

A última subcategoria presente no conteúdo é sobre abordagem e contexto, sendo relacionado com diferentes domínios do conhecimento e as implicações decorrentes da pesquisa científica (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Em relação à abordagem, o TDC apresentou uma mescla de abordagens conceituais e científicas (FERREIRA; QUEIROZ, 2011). Há aspectos conceituais por se tratar de estudos científicos relacionados com as *MOFs*, por exemplo, a explicação de polímeros, polímeros de coordenação, luminescência, ligantes, porosidade, materiais cristalinos, entre outros.

Outrossim, foi apresentado uma abordagem científica, pois estão presentes no TDC aspectos científicos sobre as *MOFs*, os procedimentos internos relacionados à pesquisa científica, bem como o funcionamento institucional da ciência.

No que tange ao contexto da pesquisa, retratou-se um relevante acontecimento do cotidiano da sociedade brasileira, a falsificação de cédulas de dinheiro. Com isso, foi explorado um viés econômico, de como esta prática afeta a economia brasileira (CORREIA *et al.*, 2018).

Desta maneira, é possível perceber que o TDC elaborado abarcou todos os elementos referentes ao conteúdo, discutido por Salém e Kawamura (2001) e Ribeiro e Kawamura (2005). Logo, o produto educacional produzido nesta monografia se mostrou coerente com a literatura, caracterizando um TDC.

5.1.2 EM RELAÇÃO À FORMA

Nesta seção foram apresentados e discutidos os aspectos referentes à forma presente no TDC, no que diz respeito a sua estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Com relação à estrutura, o TDC compôs um texto integrado e de progressão lógica, ou seja, são fornecidos ao leitor aspectos que se complementam ao decorrer da leitura, o que favorece o entendimento do TDC. Logo, fica inviabilizado uma interpretação fragmentada do texto, isto é, a leitura de partes independentes (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

Ainda sobre a estrutura, o TDC foi composto por quatro tópicos relativamente curtos, os quais dividem espaço com dois *boxes*. *A priori*, os *boxes* são vistos como uma estrutura à parte do texto, ou seja, seu entendimento deve ser auto suficiente, todavia nesse TDC, a leitura progressiva fornece uma maior compreensão do conteúdo que está sendo abordado no texto, o que reforça a impossibilidade de uma leitura fragmentada (ZAMBONI, 2001).

Desta forma, um TDC integrado visa instigar o leitor a progredir com a leitura (FERREIRA; QUEIROZ, 2011). Além disso, a leitura progressiva fornece ao interlocutor uma apresentação sobre o conteúdo das *MOFs*, em relação à sua síntese e caracterização, fornecendo uma visão geral da ciência e seu impacto na sociedade.

Pode-se dizer que o TDC em pauta apresentou uma linguagem acessível ao público não especializado. Vale ressaltar que ao longo do texto há presença de termos técnicos e científicos, porém a densidade dos termos foi amenizada com a frequência de procedimentos explicativos, o que pode facilitar a compreensão do leitor (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Com isso, a seguir serão apresentados trechos que expõem a utilização demasiada desses procedimentos explicativos presentes no TDC, dentre eles

destacam-se: definição por conceituação [1], uso de nomeação [2] e uso de aspeamento [3].

[1] *“Já os polímeros de coordenação são estruturas inorgânicas formadas entre cátions metálicos e ligantes orgânicos. Quanto às Redes Metalorgânicas (ou MOFs), tratam-se de redes de coordenação contendo espaços potencialmente vazios (poros). O fenômeno da luminescência é aquele que emite luz (quando submetido a algum tipo de estímulo como luz, energia de uma reação química ou radiação ionizante)”*.

[2] *“precisamos de um cátion (íon positivo) de metal de transição”*.

[3] *“A partir dela, foi possível elaborar uma tinta luminescente “tinta capaz de emitir luminescência”*.

[3] *“Vale ressaltar que uma das principais características das MOFs é a sua porosidade (cavidades potencialmente vazias) cujo microporos permitem adsorver “guardar” diversas substâncias dentro de sua cavidade”*.

No TDC elaborado, o principal recurso utilizado foi a interlocução direta com o leitor [4], estando presente nos intertítulos. Além disso, houve o uso de definição por justaposição metalinguística (uso de apostos, explicação entre vírgulas, parênteses e travessão) [5]. Outrossim, o autor estabelece estratégias de aproximação com a linguagem científica [6], nesse caso com a química.

[4] *“Talvez tenha passado em nossas mãos mais de uma nota falsa e nunca tenhamos percebido”*.

[4] *“Se você pensou nas cédulas que possuem maior valor, está correto!”*.

[4] *“Apesar do que foi comentado, há alguns questionamentos: **existem pesquisas na área para o desenvolvimento de outras técnicas de anti-falsificação?** O Brasil investe nessa área? Quais são as medidas adotadas por outros países? **Há sempre a possibilidade de fraudar um documento?** As MOFs são de fato uma solução para esse problema? Esses e outros desafios estão nas mãos dos cientistas e, também, da sociedade”*.

[5] *“Segundo o levantamento realizado pelo Banco Central (BC), desde 1995 (a implementação do Real foi em julho de 1994)”*.

[5] “Com o advento da tecnologia, o papel moeda foi atualizado, as notas da segunda geração (que usamos hoje em dia) possuem medidas de anti contrafação, isto é, a proteção da reprodução do material, o qual impede sua circulação sem autorização do titular”.

[5] “As MOFs são materiais artificiais na sua grande maioria, tendo sido reportadas até o momento, mais de 70.000 estruturas”.

[6] “[...] os **elementos terras raras (ETR)** [...] trata-se de um conjunto de 17 elementos sendo 15 do grupo dos lantanídeos (encontrado no final da tabela periódica) junto com o escândio (Sc, número atômico 21) e o ítrio (Y, número atômico 39)”.

[6] “[...] matriz não-emissora de ítrio dopada com o íons európio (III) como ativador (európio é um metal terra rara de número atômico 63)”.

[6] “Utilizaram também ligantes orgânicos para absorver a energia do processo - sendo eles o ácido 2,6-naftaleno dicarboxílico (2,6-NDC) e 1,10-fenantrolina (1,10-phen) - que são cromóforos, ou seja, possuem características de absorver a energia incidente e intensificar o fenômeno de luminescência (efeito antena)”.

Por último, mas não menos importante, discute-se a categoria de “recursos visuais e textuais”. No que diz respeito a essa categoria, o TDC foi escrito em sete páginas e seu título ocupou por volta de um terço da primeira folha.

Além disso, há uma moldura do texto, com imagens de tubo de ensaio, cédulas de dinheiro na presença de luz ultravioleta e ilustrações de caracterização de MOFs (e.g. difração de raio-X, morfologia de cristais, entre outros).

Outro fator importante, são as cores utilizadas para destacar o início de uma seção ou troca de página, bem como o contraste entre elas. Em relação à capa do TDC, na retranca ao lado esquerdo, há um quadro com a identificação do autor e orientação do texto. Ao lado, foi descrita a data de produção do TDC “Novembro de 2021”.

Além disso, em todas as páginas no rodapé, ou seja, na retranca, há numeração da página e a área correspondente do texto “Divulgação Científica - Química”. Outro recurso textual utilizado foram os *boxes* explicativos, o primeiro corresponde à ciência forense e a documentoscopia. Enquanto o segundo *boxe*

informa sobre a localização e coordenação do “Laboratório de Redes Metalorgânicas”, laboratório este que foi desenvolvida a pesquisa divulgada no TDC.

Em relação às ilustrações, o texto em pauta apresentou cinco figuras. Na primeira foi exposto o processo de análise do papel-moeda discutido em uma pesquisa científica (CORREIA *et al.*, 2018). A segunda figura representou a tinta luminescente produzida a partir da *MOF* luminescente, sendo a 2.a) sem a presença da luz ultravioleta e a 2.b) sob a luz ultravioleta.

Além disso, a terceira representação foi sobre o processo de elaboração de uma *MOF*, com a organização dos ligantes e centro metálicos. A quarta figura evidencia os elementos terra rara em azul na tabela periódica, os demais elementos estão com coloração branca. E por fim, a quinta figura demonstrou o resultado da *MOF* dopada com európio (III) em diferentes porcentagens.

Diante do exposto, tais estratégias utilizadas expõem os traços de laicidade, didaticidade e cientificidade presentes no TDC (ZAMBONI, 2001). O uso de definição por conceituação foi usado para explicar ao leitor sobre os conceitos de polímeros, polímeros de coordenação e o fenômeno da luminescência.

Em relação à nomeação, refere-se a explicação do que seriam os íons. Além disso, as aspas podem ser usadas em diversas finalidades (FERREIRA; QUEIROZ, 2011). No TDC o aspeamento foi usado para promover comparações, com termos do cotidiano.

Ademais, o TDC visa instigar e aproximar o leitor pelo diálogo, ou seja, o narrador constitui um interlocutor participativo, por meio de perguntas diretas do início ao fim do texto. No trabalho de Ribeiro e Kawamura (2005), as autoras constataram que essa característica pode ocorrer por meio da aproximação temporal entre autor-leitor e também com uma interlocução direta.

Outro recurso linguístico usado foi a justaposição metalinguística, com o objetivo de explicar termos técnicos e científicos por meio de apostos, ou seja, explicação entre vírgulas, parênteses ou travessão.

Além disso, durante a elaboração do TDC, visou-se aproximar o leitor com a linguagem científica, são poucos jargões da química usados, todavia ao serem apresentados há uma explicação do termo.

Salienta-se, ainda, que na escrita do TDC foram tomadas algumas cautelas para não afastar o leitor. Grande parte das perguntas lançadas ao longo do texto foram respondidas e não houve uma propaganda enganosa. A partir da contextualização, tratou-se do início ao fim um mesmo assunto, características essa importante destacada por Chagas e Massarani (2020).

No TDC foram discutidas as limitações da pesquisa envolvida, destacando a importância de averiguar vantagens e desvantagens da técnica, ou seja, não houve um “amor cego pelo tema”, aspecto esse que afasta o leitor (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Além disso, os procedimentos explicativos foram demasiadamente usados, não atribuindo uma “objetividade” por parte do leitor, por ser um público não especializado (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

O TDC analisado abarcou todas as características e elementos referentes à forma discutido por Salém e Kawamura (2001) e Ribeiro e Kawamura (2005). Portanto, o produto educacional produzido nesta monografia se faz coerente com a literatura, caracterizando um TDC.

Em virtude do que foi apresentado, o público alvo final do TDC produzido enquadra-se em pessoas que outrora tiveram contato com a química, ao menos no ensino médio, ou seja, estudantes. Além disso, o TDC destina-se aos professores que almejam trabalhar tal conteúdo em sala de aula. Ou ainda, interessados na área da ciência forense, visto que o TDC abarca aplicações nesta área.

É ressaltado que o público possua algum contato com a química pois, apesar dos procedimentos explicativos e outros elementos citados anteriormente, são exigidos alguns conhecimentos tácitos para compreensão dos conteúdos, por exemplo linguagem química e certo nível de abstração.

Vale ressaltar que, na elaboração do TDC, tomou-se os cuidados para não reforçar uma visão distorcida da ciência. Além disso, buscou-se evitar o uso de termos e analogias que possam criar e reforçar os obstáculos epistemológicos.

Frente a essa discussão, pode-se dizer que o produto educacional produzido se caracteriza como um TDC coerente, uma vez que apresenta elementos e características fundamentais sugeridas pela literatura especializada. Além disso, o

TDC pode ser usado em salas de aulas de ciências tanto na educação básica quanto no ensino superior.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TDC produzido “Verdadeiro ou Falso? As potencialidades das *MOFs* no combate à falsificação de documentos”, se adequa a um gênero de discurso específico segundo a herança bakhtiniana (ZAMBONI, 2001). Com conteúdo temático voltado para as *MOFs*, apresentou o estilo verbal com uma linguagem acessível ao público não especialista e a construção composicional sendo uma estrutura integrada.

Vale ressaltar que o TDC abrange a área da química, elencando os conceitos de sínteses e caracterização das *MOFs*. O TDC retrata uma pesquisa científica desenvolvida no Instituto de Química da UNESP *Campus* Araraquara e propõe uma aplicação na área da ciência forense com a autenticidade de documentos por meio de uma tinta luminescente, além de discutir o problema da falsificação e seu impacto econômico.

Ademais, no TDC há a recuperação dos conhecimentos tácitos e a explanação de novos conceitos, por exemplo os elementos terra rara. Foi levantado os procedimentos internos da ciência e as limitações da pesquisa científica, bem como o funcionamento institucional da ciência. Essas características estão presentes em um bom TDC no que diz respeito ao conteúdo.

Em relação à forma, o TDC apresenta uma sequência lógica e integrada, com título e intertítulo chamativos. Há presença de procedimentos explicativos e recursos visuais e textuais como figuras e boxes informativos. E por ser um TDC, apresenta uma linguagem acessível ao público não especializado e uma contextualização - falsificação de cédulas - que visam aproximar o leitor, além da interlocução direta com o leitor.

Além disso, para a elaboração do TDC houve a preocupação de não reforçar as visões distorcidas da ciência, bem como os obstáculos epistemológicos (PÉREZ *et al.*, 2001; LOPES, 1993). Pois, por ser um produto educacional, esses cuidados são indispensáveis para utilização em sala de aula.

Com isso, o processo de elaboração de um TDC fundamentado teórico e pedagogicamente contribui para o desenvolvimento de uma formação mais qualificada acadêmica e cientificamente. Pois, adquire-se a habilidade não só de

compreender o conhecimento científico, mas também o processo de expressá-lo em um gênero distinto de sua origem, o gênero específico da DC.

Uma perspectiva futura deste trabalho é que o TDC produzido pode servir como fonte de inspiração para elaboração de outros materiais de DC, por exemplo um vídeo ou animação. Além disso, um formato de DC que vem sendo consumida amplamente pela sociedade brasileira é o *podcast*, na qual se utiliza o recurso de áudio para transmissão de conteúdo. Quanto ao modelo de condução do *podcast*, se é entrevista, debate, conversa sobre uma temática, utilização de convidados, tempo do episódio, entre outros, são características distintas de cada um que produz o *podcast* (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Essa estratégia de DC vêm ganhando notoriedade e aceitação por parte do grande público, por trazerem recursos audiovisuais chamativos e intrigantes, além de informações úteis e na maioria das vezes confiáveis (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Vale ressaltar que o Brasil apresenta um baixo rendimento na proficiência em leitura segundo os dados do PISA, ficando abaixo da média da OCDE (BRASIL, 2020). Uma contribuição para minimizar esse índice são os TDC, pois segundo Ferreira e Queiroz (2012b) sua utilização em sala de aula favorece o hábito leitura, contato com o conhecimento científico, promove engajamento dos alunos, além de promover discussões e propiciar o pensamento crítico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAGLI, S. Divulgação Científica: informação científica para cidadania. **Ciência da Informação**, v. 25, n. 3, 1996. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639>. Acesso em: 3 jan. 2022.

ALVES-FILHO, S. C.; SILVA, S. R. da. Algumas contribuições de Bakhtin, Schneuwly e Adam para os estudos sobre gêneros. **Soletras**, n. 20, p. 17 - 28, dez. 2010. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/soletras/article/view/5188>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ARROYOS, G. **Síntese, caracterização e aplicações fotônicas de mofs (metal-organic frameworks) de lantanídeos**. Orientadora: Regina Célia Galvão Frem. 2018. 100f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153184>. Acesso em: 03 jan. 2022.

Brasil. Brasil no Pisa 2018. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**, Brasília, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. Portaria nº 976, de 27 de julho de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, jul. 2010. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5644-portaria-mec-591-18062009&category_slug=junho-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 01 out. 2021.

BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceito e funções. **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 9, p. 1420 - 1427, 1985.

BUENO, W. C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: Aproximações e Rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp, p. 1 - 12, 2010. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/6585>. Acesso em: 31 jan. 2022.

CAMPOS, A.; FREITAS, A. A divulgação científica no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 1, p. 1 - 18, 30 mar. 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2825>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo executivo. Brasília, DF: 2019. 24p.

CHAGAS, C.; MASSARANI, L. **Manual de sobrevivência para divulgar a ciência e saúde**. São Paulo: SciELO – FIOCRUZ, 2020.

CORREIA, R. M. *et al.* Banknote analysis by portable near infrared spectroscopy. **Forensic Chemistry**, v. 8, p. 57 - 63, 2018.

CUNHA, M. B. **Divulgação Científica: Diálogos com o ensino de ciências**. Curitiba: Appris, 2019.

DA LUZ, L. L. *et al.* Inkjet Printing of Lanthanide–Organic Frameworks for Anti-Counterfeiting Applications. **ACS Applied Materials and Interfaces**, n. 48, v. 7, p. 27115 – 27123, 2015.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. Gêneros e progressão em expressão oral e escrita-elementos para reflexões sobre uma experiência suíça (francófona). **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas SP: Mercado de Letras, 2004, p. 41 - 73. Disponível em: <https://midiasstoragesec.blob.core.windows.net/001/2017/02/gneros-e-progresso-em-expresso-oral-e-escrita-cpia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

FARIAS, S. A. L. S. **Gêneros textuais em livros didáticos: uma análise de duas coleções do ensino médio**. 2013.

FELTRE, R. **Química: Química Geral**. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2004. Disponível em: <https://quimicales.files.wordpress.com/2013/09/quimica-feltre-vol-1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova** [online], v. 34, n. 2, p. 354 - 360, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000200033>. Acesso em: 03 jan. 2022.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Características discursivas de artigos de divulgação científica relacionados à química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, N. 1, p. 21 - 42, 2012a. Disponível em:

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_1_2_ex543.pdf. Acesso em: 19 jul. 2021.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3 - 31, 2012b. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695>. Acesso em: 10 nov. 2021.

FIORAVANTI, C. Corpo com mais gás: formulações com rutênio que liberam ou captam óxido nítrico podem servir de base para futuros medicamentos. **Pesquisa Fapesp**, n. 111, p. 46 - 49, 2005. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/folheie-a-ed-111/>. Acesso em: 03 jan. 2022.

FRANCISCO, W. E.; FRANCISCO, W.; OLIVEIRA, A. C. G. de. Analogias em livros de Química Geral destinados ao ensino superior. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 14, p. 131 - 147, 2012.

FREM, R. C. G. *et al.* MOFs (metal-organic frameworks): uma fascinante classe de materiais inorgânicos porosos. **Química Nova**. Sociedade Brasileira de Química, v. 41, n. 10, p. 1178 - 1191, 2018.

LEWENSTEIN, B. V. **Models of public communication of science and technology**. Version 16 June 2003. Disponível em:

<https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/58743>. Acesso em: 31 jan. 2022.

LI, H. *et al.* Design and synthesis of an exceptionally stable and highly porous metalorganic framework. **Nature**, v. 402, p. 276 – 279, 1999.

LIMA, G. da S.; GIORDAN, M. Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos** [online]. 2021, v. 28, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LIMA, P. P.; MALTA, O. L.; ALVES, S. *Spectroscopic study of the Eu³⁺, Tb³⁺ and Gd³⁺ complexes with ligands derived from dicarboxylic acids*. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 805 – 808, 2005.

LOPES, A. R. C. **Livros didáticos: Obstáculos Verbais e substancialistas ao Aprendizado da Ciência Química**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 74, n. 177, p. 309 - 334, maio/ago. 1993. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1147/886>. Acesso em: 19 out. 2021.

NUNES, R. C.; QUEIRÓS, W. P. Um panorama das pesquisas sobre divulgação científica em periódicos na área de ensino. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 11, n. 4, p. 333 - 347, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2229>. Acesso em: 19 jul. 2021.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Comunicação e Linguagem Científica: guia para estudantes de química. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2017.

ORLANDI, E. P. Divulgação científica e efeito leitor: uma política social urbana. *In* GUIMARÃES, E. (Org.). **Produção e circulação do conhecimento: estado, mídia, sociedade**, v.1. Campinas: Pontes Editores, 2001.

PAIVA, I. V. N. **Geometria Molecular e Isomeria**. Colégio Reggio Emilia. 09 abr. 2018. Disponível em: <https://reggioemilia.com.br/geometria-molecular-e-isomeria/>. Acesso em: 20 out. 2021.

PÉREZ, D. G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)** [online], v. 7, n. 2, p. 125 - 153, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>. Acesso em: 02 jan. 2022.

REINALDO, M. A. G. de M. Que concepções teóricas de gênero textual estão subjacentes às questões discursivas do enem?. **Revista do GELNE**, v. 4, n. 1, p. 1 - 8, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/gelne/article/view/9134/6488>. Acesso em: 10 nov. 2021.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, V, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: ABRAPEC, 2005.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M. R. As perguntas dos leitores nas revistas de divulgação científica: possíveis contribuições ao ensino de física. **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A53.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2022.

SILVA, R. **Teoria aplicada sobre gêneros do discurso/textuais**. 2010. Disponível em: http://www.filologia.org.br/xiicnlf/textos_completos/Teoria%20aplicada%20sobre%20g%C3%AAneros%20do%20discurso-textuais%20-%20SILVIO%20DA%20SILVA.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

SILVEIRA, M, P. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª a 8ª série do ensino fundamental**. 2002. Dissertação (Mestrado em Química) - Interunidades de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10072003-162535/pt-br.php>. Acesso em: 19 out. 2021.

TRINDADE, D. J.; NAGASHIMA, L. A.; ANDRADE, C. C. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 17829 - 17843, out. 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3612/3674>. Acesso em: 19 out. 2021.

VARELA, U. N. **Divulgação científica e mídia digital: Estudo comparativo entre a Fapeam e Fapesp**. Orientadora: Luiza Elayne Corrêa Azevedo. 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011 Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/2538>. Acesso em: 03 jan. 2022.

VERRUMA, O. F.; FREM, R. C. G.; ARROYOS, G. Polímeros de coordenação luminescentes como potenciais candidatos para aplicação em Ciências Forenses e Investigação Criminal. *In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP*, 32, 2020, **Anais**, São Paulo, 2020.

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

VOGT, C. *The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America*. **Public Understanding of Science**. v. 21, n. 1, p. 4 - 16, 2012. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0963662511420410>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. Campinas: Autores Associados, 2001.

APÊNDICE A

VERDADEIRO OU FALSO?

As potencialidades das MOFs no combate à falsificação de documentos

É difícil diferenciar a olho nu uma nota falsa de uma verdadeira. Talvez tenha passado em nossas mãos mais de uma nota falsa e nunca tenhamos percebido. Segundo o levantamento realizado pelo Banco Central (BC), desde 1995 (a implementação do Real foi em julho de 1994) foram recolhidos mais de **R\$ 510 milhões** em notas e moedas falsas no país, resultado este que afeta diretamente a economia.

Em 2020, com o período assombroso causado pela pandemia do novo Coronavírus e havendo a restrição de circulação de pessoas, bem como a ascensão das transações eletrônicas financeiras (Pix, TED, DOC, etc), o Banco Central recolheu mais de **900 mil moedas e cédulas falsas**, o que equivale a **5,4 milhões** de reais. O número assusta, porém é o menor em 20 anos.

Elaborado por:
Leonardo Lima e Silva
Orientação:
Amadeu Moura Bego

NOVEMBRO, 2021

AS NOTAS MAIS FALSIFICADAS



Se você pensou nas cédulas que possuem maior valor, está correto! Segundo o Banco Central, as **notas de 50 e 100 reais** são as que possuem o **maior índice de falsificação**. Assim, os falsificadores obtêm um maior lucro frente às outras notas.

Com o advento da tecnologia, o papel-moeda foi atualizado, as notas da segunda geração (que usamos hoje em dia) possuem medidas de **anti-contrafação**, isto é, a proteção da reprodução do material, o qual impede sua circulação sem autorização do titular.

Na impressão das cédulas de dinheiro, há algumas dessas medidas de anti-contrafação, dentre elas destacam-se: **marca d'água, relevo e faixa holográfica**.

Além disso, pesquisadores brasileiros desenvolveram uma metodologia de análise para **avaliar se uma nota é autêntica ou não**, analisando as **características específicas de cada nota**. Para isso, a análise consiste em usar um **espectrômetro de infravermelho portátil**, evidenciado na Figura 1, para fazer a leitura das medidas de anti-contrafação.

As **técnicas forenses** que buscam inspecionar as cédulas para verificação de sua autenticidade **devem ser rápidas, simples, econômicas e não destrutivas ao material**.

Como enfrentar o problema?

Uma pesquisa realizada no Instituto de Química (IQ) da UNESP de Araraquara tem demonstrado que a utilização de uma sub-classe de polímeros de coordenação luminescentes, conhecida como Redes Metalorgânicas (do inglês, *MOFs*) pode vir a ser uma aliada na área da **documentoscopia** como estratégia no combate à falsificação.



Figura 1: Adaptado de Correia *et al.*, 2018.

A Ciência Forense é uma área que investiga crimes e assuntos legais (civis, penais ou forense) que estuda a autenticidade de documentos e, em caso contrário, determina a sua autoria.

A documentoscopia é a parte da criminalística (que compõem a ciência administrativa), por meio de métodos e técnicas de diversas áreas do conhecimento.

POLÍMEROS

MUITOS

PARTES

Já os **polímeros de coordenação** são estruturas inorgânicas formadas entre cátions metálicos e ligantes orgânicos. Quanto às **Redes Metalorgânicas** (ou *MOFs*), tratam-se de redes de coordenação contendo espaços potencialmente vazios (poros). O **fenômeno da luminescência** é aquele que emite luz (quando submetido a algum tipo de estímulo como luz, energia de uma reação química ou radiação ionizante).

A pesquisa realizada pelo estudante de Licenciatura em Química, Olavo Fiamencini Verruma, sob orientação da Prof. Dra. Regina Frem e supervisão do pós graduando Guilherme Arroyos, gerou o desenvolvimento de uma *MOF* **luminescente**. A partir dela, foi possível elaborar uma **tinta luminescente** com cola PVA (Aceto de polivinila), que pode ser facilmente aderida ao papel e quando exposta a luz ultravioleta (UV) exibe a cor vermelha típico da emissão de íons európio (III) (ver a seguir) constituintes do material conforme visto na Figura 2.

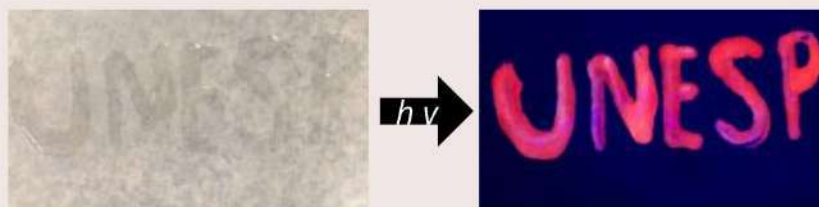


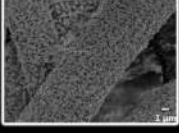
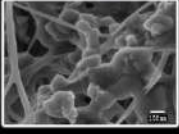
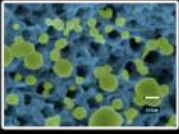
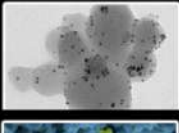
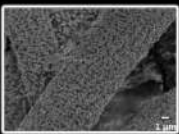
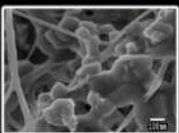
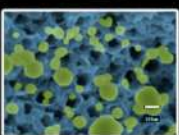
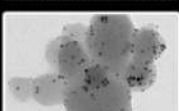
Figura 2: Tinta luminescente contendo 1% de Európio, antes e após a excitação com luz UV, com comprimento de onda $\lambda = 254$ nm. **Fonte:** Olavo Fiamencini Verruma, 2021.

Essa técnica poderia ser aprimorada e inserida em documentos para evitar fraude, pois as *MOFs* apresentam alta especificidade estrutural e não degradam facilmente, além de serem produzidas em laboratório. Vale destacar que esta é uma área nova no Brasil, ou seja, poucos laboratórios do mundo investigam esse tipo de material poroso.



O Laboratório de Redes Metalorgânicas foi fundado em 2010 pela pesquisadora Regina Célia Galvão Frem e está localizado no Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

O grupo é formado pela professora Regina, além de alunos de graduação (iniciação científica) e de pós-graduação (mestrado e doutorado). Eles atuam na área de síntese, caracterização e aplicação de *MOFs* (por isso a razão do logotipo *Applied MOFs*) e seus compósitos como materiais adsorvedores de metais pesados, sensores luminescentes, dispositivos emissores de luz e sistemas de liberação de fármacos.



Os estudos sobre as *MOFs* foram ganhando notoriedade no final dos anos 1990, com os grupos liderados pelos pesquisadores Omar M. Yaghi dos EUA e Susumu Kitagawa do Japão. Por se tratar de uma nova área da química, só em 2013 a IUPAC apresentou a definição oficial de *MOFs*, segundo a qual “*MOFs* (ou *redes metalorgânicas*) é uma rede de coordenação com ligantes orgânicos contendo espaços potencialmente vazios”.

As *MOFs* são materiais artificiais na sua grande maioria, tendo sido reportadas até o momento, mais de 70.000 estruturas. Para a construção de uma *MOF*, precisamos de um cátion (íon positivo) de metal de transição e de um ligante orgânico que interagem entre si através de ligações coordenadas formando uma Rede **bi-ou tridimensional**, conforme mostra a Figura 3. A rede se **auto-organiza** (do inglês, *Self-assembly*) na forma de um **material cristalino poroso** cuja dimensão do poro é de até 3 nanômetros.

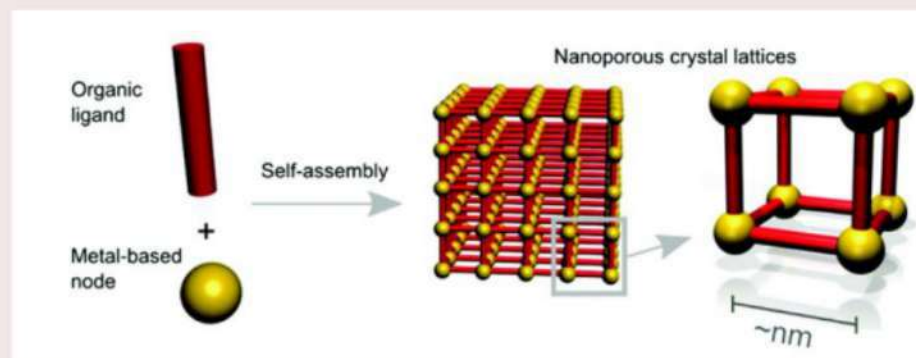


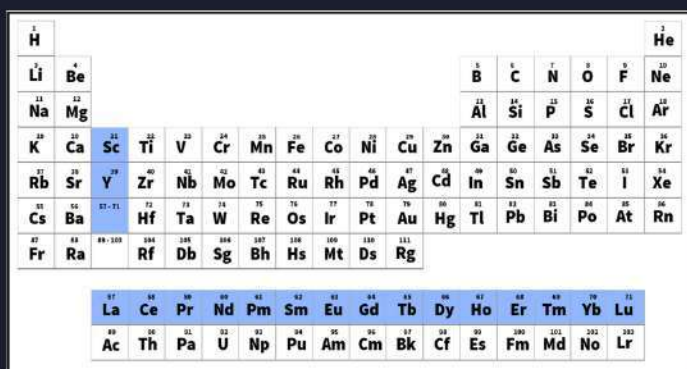
Figura 3: Representação da formação de uma MOF de topologia cúbica formada pela auto-organização de um cátion metálico (esfera amarela) e um ligante orgânico (bastão vermelho). Fonte: Xiang He, 2019.

Vale ressaltar que uma das principais características das *MOFs* é a sua porosidade (cavidades potencialmente vazias) cujo microporos permitem adsorver “guardar” diversas substâncias dentro de sua cavidade.

Além da porosidade, algumas *MOFs* podem apresentar também a propriedade da luminescência, principalmente se o cátion metálico pertencer à família dos **elementos terra raras (ETR)**.

Como mostra a Figura 4, trata-se de um conjunto de 17 elementos sendo 15 do grupo dos lantanídeos (encontrado no final da tabela periódica) junto com o escândio (Sc, número atômico 21) e o ítrio (Y, número atômico 39).

Portanto, com a utilização de alguns íons lantanídeos no lugar de metais de transição para obtenção das *MOFs*, adquire-se a propriedade de emissão de luz, conseguindo então a característica luminescente para o material.



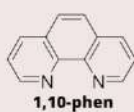
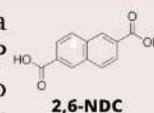
1																	2
1	2											10	18				
3	4											11	18	19	36		
11	12											13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87	88-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112							
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
107	108	109	110	111	112												

Figura 4) Tabela periódica, com destaque aos elementos terras raras (ETR).



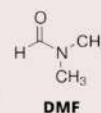
Construindo ...

No desenvolvimento da *MOF* luminescente, que gerou a tinta emissora de luz, os pesquisadores da UNESP utilizaram uma matriz não-emissora de ítrio dopada com o íon európio (III) como ativador (európio é um metal terra rara de número atômico 63).



Utilizaram também ligantes orgânicos para absorver a energia do processo - sendo eles o ácido 2,6-naftaleno dicarboxílico (2,6-NDC) e 1,10-fenantrolina (1,10-phen) - que são cromóforos, ou seja, possuem características de absorver a energia incidente e intensificar o fenômeno de luminescência (**efeito antena**).

A síntese desses materiais foi realizada pelo método solvotérmico assistido por microondas a 135 °C durante 20 minutos, utilizando o solvente dimetilformamida (DMF). As cinco amostras com diferentes dopagens com Eu^{3+} podem ser vistas a seguir na Figura 5.



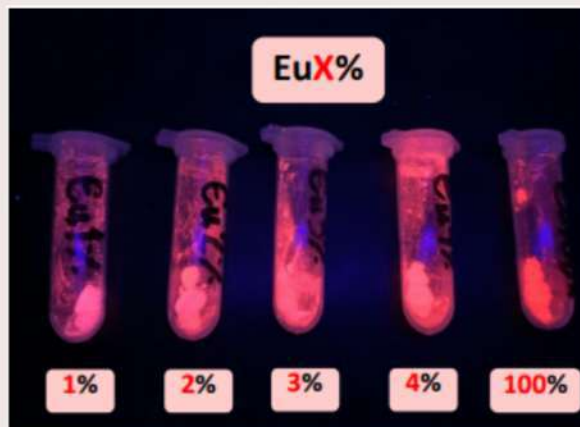


Figura 5: *MOFs* dopadas com európio (III) em diferentes porcentagens, sob luz UV ($\lambda = 254$ nm). **Fonte:** Olavo Fiamencini Verruma, 2021.

Cabe destacar que além do método solvotérmico, as *MOFs* podem ser preparadas através de outras rotas sintéticas como a mecanoquímica, eletroquímica, usando radiação de ultra-som, entre outras. A escolha do método vai depender de sua finalidade, alguns métodos vão exigir mais tempo (horas, dias) e outros serão rápidos, como a síntese assistida por micro-ondas. Vale ressaltar que todos apresentam vantagens e desvantagens, cabe ao cientista verificar qual a melhor metodologia para o seu estudo.

Realizado esse processo da síntese, os cientistas precisam efetuar a etapa de **caracterização**, pois é nela que se constata o que de fato tem no produto obtido, ou seja, as características do material, como luminescência, morfologia das partículas, disposição dos átomos no espaço, ligações, entre outros.

Para a *MOF* luminescente em questão, realizou-se inicialmente a **Espectroscopia Vibracional na região do Infravermelho**. Com essa técnica, é possível identificar quais são os grupos funcionais presentes na *MOF*, por meio da vibração das moléculas dos ligantes. Logo, verifica-se se o centro metálico coordenou de fato o ligante orgânico. Além disso, foram usadas também as técnicas de: **Difração de Raio-X**, para confirmar a cristalinidade do material e a **Espectroscopia de Luminescência** para estudar o fenômeno da luminescência observado.

O que está por vir

Podemos perceber que os estudos das *MOFs* são recentes e apresentam potencialidades para diversas aplicações e o Brasil vem conquistando seu espaço nessa área. A implementação dessa técnica para a ciência forense não deve ser imediata, é preciso averiguar de maneira cuidadosa quais são as implicações de custos, produção, análise, dentre outros, verificando assim se é vantajoso ou não.

Pois infelizmente, a falsificação ainda persiste e é preciso investir em maneiras para combater as fraudes.

Além disso, para o desenvolvimento dessa e de outras técnicas (que envolvem a ciência de uma forma geral) é necessário o investimento público na ciência brasileira, com a compra de equipamentos novos e apropriados, bem como uma remuneração adequada para os pesquisadores, entre outros fatores. Deste modo, a ciência produzida nas universidades públicas pode oferecer soluções para os problemas existentes na sociedade, isto é, forma uma espécie de círculo virtuoso, no qual todos saem beneficiados.



Apesar do que foi comentado, há alguns questionamentos: **existem pesquisas na área para o desenvolvimento de outras técnicas de anti-falsificação?** O Brasil investe nessa área? Quais são as medidas adotadas por outros países? **Há sempre a possibilidade de fraudar um documento?** As MOFs são de fato uma solução para esse problema? Esses e outros desafios estão nas mãos dos cientistas e, também, da sociedade.

Referências

BRASIL. Segunda Família do Real. Banco Central do Brasil, Brasília. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br>.

BATTEN, Stuart R. *et al.* Terminology of metal–organic frameworks and coordination polymers (IUPAC Recommendations 2013). *Pure and Applied Chemistry*, v. 85, p. 1715 - 1724, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1351/PAC-REC-12-11-20>.

CORREIA, Radigya M. *et al.* Banknote analysis by portable near infrared spectroscopy. *Forensic Chemistry*, v. 8, p. 57 - 63, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forc.2018.02.003>.

FREM, Regina C. G. *et al.* MOFs (metal-organic frameworks): uma fascinante classe de materiais inorgânicos porosos. *Química Nova*, v. 41, n. 10, p. 1178 - 1191, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170285>.

VERRUMA, Olavo F.; FREM, Regina C. G.; ARROYOS, Guilherme. Obtenção de polímeros de coordenação de lantanídeos dopados para aplicação em luminescência. 2020. *Relatório Científico* (Graduação em Licenciatura em Química) - Unesp. Araraquara, 2020.

Revisão Técnica:

Carolina Martins Primo
Olavo Fiamencini Verruma