



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Lucas Carvalho dos Santos

**ASPECTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA
MANIFESTADOS EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2º/2022



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Lucas Carvalho dos Santos

**ASPECTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA
MANIFESTADOS EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA**

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

**Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado
Co-Orientador: Marcondes Medeiros de Lima**

2.º/2022

AGRADECIMENTOS

À professora Patrícia Fernandes Lootens Machado, por ter me guiado durante a elaboração deste trabalho. A experiência adquirida durante este processo é imensurável e foi um prazer vivenciá-la ao lado de uma das mulheres mais fortes e inteligentes da Universidade de Brasília. Sou muito grato a tudo e, com toda certeza, levarei suas parábolas comigo por toda a minha vida, profissional e pessoal.

Ao meu grandioso amigo e co-orientador Marcondes Medeiros de Lima, por ter sido uma peça fundamental da minha história no curso de Licenciatura em Química. Obrigado por ter sido o estopim do meu momento “iluminismo”. Graças a sua presença e as discussões que me foram proporcionadas, tive meus olhos abertos e pude observar a Ciência de forma mais autêntica, me distanciando da visão propedêutica tão difundida durante toda a minha formação escolar. Você sempre será um dos meus heróis.

A todos os membros do Instituto de Química, por corroborar para a melhor formação que eu poderia ter. Sem cada um de vocês que cuidaram de cada detalhe deste período, eu não seria a pessoa e profissional que sou hoje. Logo, sou muito grato aos meus colegas de curso, professores, funcionários administrativos, técnicos, auxiliares de limpeza e de segurança do melhor Instituto desta Universidade.

Entre os docentes, gostaria de agradecer especialmente ao professor Ricardo Gauche. Junto com o Marcondes, o senhor me instigou a buscar o estudo pela Ciência mais a fundo, sem as amarras que outrora me limitaram neste percurso. Se eu chegar a ser 10% do homem que você é, eu serei melhor do que jamais sonhei em toda minha vida.

Entre os discentes, gostaria de citar alguns nomes que se tornaram amigos durante minha jornada na graduação. Para começar, gostaria de agradecer ao Lucas Borges e Julyanne que, mesmo ao deserdarem do curso de Química na Universidade de Brasília, estão dentro do meu coração por terem sido incríveis durante parte da minha jornada. Começamos na Universidade em um trio e, mesmo que cada um de nós tenhamos seguido caminhos distintos, vivi uma parte importante da graduação com vocês. Sempre estarei torcendo para que vocês alcancem todas suas metas pessoais e sejam felizes. Adoro vocês.

As minhas amigas Giovanna, Luana, Ana Beatriz e Isa, por serem as melhores companheiras de semestre que eu poderia ter. Enfrentamos muitos laboratórios juntos, sofremos

em disciplinas, nos distraímos focando e ajudamos uns aos outros ao longo dessa jornada. Eu admiro cada uma de vocês. Em especial para a Gi, que sempre me fez sentir em casa e a Lulu por sempre ouvir quaisquer das cismas deste canceriano que vive no mundo da lua.

Aos meus amigos Daniel e Renildo, por proporcionarem os momentos mais singelos que vivi em Brasília. Dani sempre foi como um irmão, estamos juntos desde o início do curso e tenho certeza que o levarei para onde o destino possa me guiar, vivemos coisas maravilhosas juntos e lhe agradeço pela oportunidade de conhecer alguém tão especial como você. E ao majestoso Reni, muito obrigado por ser uma pessoa tão bondosa e pura que, assim como eu, enfrentou grandes percalços até chegar na Capital do País. Sempre me identifiquei muito com você e, como já te disse, um milhão de vezes, e não canso de repetir, você é a pessoa que eu mais desejo o bem neste mundo. Amo vocês.

Agradeço profundamente as minhas rainhas, mãe e irmã, Rosa e Larissa. Vocês são a minha essência. Eu faria tudo e qualquer coisa por vocês assim como vocês fizeram por mim. Foi uma luta sair do interior do Tocantins e vir para Brasília. Tudo que eu colhi até aqui foi graças ao apoio de vocês. Vocês são as pessoas mais especiais do mundo. Não existem palavras no mundo que possam descrever o que sinto. Tenho a sorte de carregar no sangue esta importância.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília pois sou fruto da cultura e tradição gerada por tantos outros que vieram antes de mim. Agora, eu faço parte desta história. Finalizo adaptando e parafraseando uma grande pensadora contemporânea, que diz: “este pode ser o fim de um lustro, mas é o início de uma era.”

SUMÁRIO

Sumário	5
Introdução	7
Fundamentação teórica	10
Metodologia	15
Resultados e Discussões	21
Considerações finais	33
Referências	36
Apêndice 1	38
Apêndice 2	40
Apêndice 3	41
Apêndice 4	42
Anexo 1	43
Anexo 2	47

RESUMO

O ensino de Natureza da Ciência explora, entre outras, a apresentação de Ciência de maneira mais autêntica, aproximando os alunos do verdadeiro cotidiano científico, favorecendo a compreensão e reflexão acerca dos processos de produção de Ciência. Tendo isso em vista, este Trabalho de Conclusão de Curso faz uso da ferramenta Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2 (MoCEC v. 2) para elaborar uma situação de ensino de Natureza da Ciência e investigar as ações advindas desse contexto, operando a partir de uma Atividade Investigativa. Para isso, realizou-se uma Oficina como meio para o desenvolvimento da capacidade investigativa dos graduandos para se mobilizar aspectos de Natureza da Ciência, aos quais foram manifestados e identificados a partir do MoCEC v. 2 no desenvolvimento da atividade investigativa, aplicada ao contexto de fluorose, com estudantes de cursos de graduação em Química de uma universidade pública brasileira. Na avaliação deste evento, identificou-se a emergência de 10 aspectos de Natureza da Ciência e destacamos o uso da Oficina proposta como uma estratégia potencial para discussões *sobre* Ciências, pois a partir desta se gerou um contexto propício para a manifestação dos aspectos elencados pelo MoCEC v. 2. Além disso, ressaltamos que até este momento, não havia discussões sobre o uso desta ferramenta na elaboração de situações reais de ensino envolvendo atividades investigativas. Desta maneira, este trabalho contribui para discussões sobre a utilização do MoCEC v.2 em atividades práticas reais, corroborando assim para novas discussões da literatura atual.

Palavras-chaves: Natureza da Ciência; Atividades Investigativas; MoCEC.

INTRODUÇÃO

Durante um curso de graduação em Ciências, entramos em contato com as mais variadas áreas de estudos e suas aplicações. Iniciei esta jornada no curso de Bacharelado em Química, trazendo alguns estigmas do Ensino Médio resultante do “ensino tradicional” que vivenciei. Assim, eu via a Ciência como algo neutro destinado a resolver problemas técnicos, uma visão utilitarista, que excluía qualquer fator social e chegava a limitar minhas expectativas como futuro cientista.

Esta filosofia que eu vivenciava se formou a partir de toda minha vida escolar, um efeito dominó que fez um amante de Ciências não conhecer suas diferentes facetas. A entrada na Universidade acarretou para meu momento *big bang*, que me permitiu novos olhares sobre as Ciências, saindo da visão limitada que a forma de ensino vivenciada na escola me impôs.

Obviamente, esta mudança de filosofia não ocorreu ao pisar meus pés na universidade. Inclusive, acredito que muitas das disciplinas iniciais do curso de Bacharelado em Química perpetuaram o ensino tradicional, nos mantendo presos dentro de caixinhas. Entretanto, as relações interpessoais, que este ambiente promove, nos levam a caminhos jamais imaginados e todo este processo de amadurecimento e conexões me fizeram chegar às disciplinas do Curso de Licenciatura, razões do porquê mudei de curso e estou escrevendo este TCC. No decorrer destes acontecimentos, acompanhei diversos colegas e, a partir das observações e vivência de um deles, me interessei por Natureza da Ciência (NdC).

NdC pode ser entendido como uma perspectiva para o ensino de Ciências, que nos proporciona visões de Ciência a partir de diferentes áreas, podendo desmistificar certas idealizações presentes no imaginário popular de como fazer Ciência (ALLCHIN, 2013). Essa forma de se pensar sobre o ensino de Ciências foi de encontro a minha experiência como aluno, elucidando diversas problemáticas que vivenciei. Portanto, estudar o ensino de Ciências a partir da problematização das minhas vivências se tornou o tema perfeito para a conclusão da minha jornada acadêmica na graduação.

Mesmo que NdC seja uma área em ascensão na literatura, especialmente desde o início do século XXI, tendo como importantes contribuintes Lederman (2006) e McComas (2008), percebe-se uma baixa discussão explícita em sala de aula, inclusive no curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília. Portanto, explorar esta abordagem corrobora para aumentar discussões e possíveis aplicações por outros professores em formação inicial, ou mesmo contribuir para uma visão mais clara sobre Ciência por parte de futuros pesquisadores.

Essa percepção nos levou a ter por objetivo neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), elaborar uma atividade investigativa a ser aplicada em situação real de ensino com alunos do instituto de Química da Universidade de Brasília, bacharelados e licenciandos, e posteriormente, investigar os aspectos de NdC manifestados durante essa vivência. Consideramos que a proposta desenvolvida no decorrer deste trabalho pode nos permitir discutir o potencial da utilização da atividade investigativa como contexto propício à abordagem de NdC.

Para auxiliar o desenvolvimento da atividade investigativa, apoiamo-nos em teóricos que pesquisam a temática, na literatura que aborda NdC e no Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2 (MoCEC v. 2) (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Este Modelo vem sendo difundido na Educação em Ciências no sentido de ser uma abordagem que tem contribuído para proposições de situações de ensino (por exemplo, SANTOS; JUSTI, 2021; SIQUEIRA; SANTOS; CORRÊA, 2020), que envolvam discussões sobre NdC, assim como vem sendo utilizada como ferramenta de análise de dados de contextos de discussões sobre NdC (por exemplo, LIMA; IBRAIM; SANTOS, 2021; SANTOS, 2019). No caso deste TCC, utilizaremos o MoCEC v. 2 em suas duas funcionalidades, ou seja, como guia para a elaboração de uma atividade investigativa e como unidades de análise desta atividade. Ressaltamos que o MOCEC v. 2 tem como histórico ser o suporte de análise e discussão em casos históricos (como, LIMA; IBRAIM; SANTOS, 2021) e casos sociocientíficos (por exemplo, SANTOS, 2019). Com isso, é possível perceber seu potencial inexplorado em outras situações de ensino, como em atividades investigativas.

Inicialmente, tínhamos a ideia de trabalhar com uma atividade investigativa que envolvesse acidentes químicos. Eu estava confortável, pois foi um tópico recorrente na graduação e presente nos meus referenciais conhecidos. Porém, dentro da minha vivência na disciplina de Estágio em Licenciatura em Química, tive a regência com o conteúdo de Equilíbrio Químico e percebi o maior interesse dos alunos na desmineralização dos dentes, algo presente em seus cotidianos. Esta experiência me mostrou a relevância de se trabalhar temas

que despertam o interesse dos alunos. Ao invés de seguir com a minha proposta inicial acerca de acidentes químicos, resolvi sair da minha zona de conforto e buscar elaborar um caso a partir da condição de saúde dentária chamada Fluorose. Elaborado o material, estruturamos uma Oficina para alunos dos cursos de Química do IQ/UnB com uma atividade investigativa que será posteriormente detalhada nesse texto.

Partindo do desenvolvimento da Oficina, realizada durante a Semana Universitária em setembro de 2022, buscamos responder à duas perguntas de pesquisa que orienta este TCC, a saber: (i) Quais aspectos de NdC foram manifestados e identificados a partir do MoCEC v. 2 no desenvolvimento de uma atividade investigativa sobre Fluorose com estudantes de cursos de graduação em Química? e; (ii) Em que medida uma atividade investigativa contribui para discussões de Natureza da Ciência?

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Há alguns anos, pesquisadores apontam que o modo como o ensino de Ciências é conduzido vêm contribuindo para a propagação de visões distorcidas sobre a atividade científica. Nesse contexto, algo que pode contribuir para uma visão menos distorcida de Ciência é o ensino de NdC (PÉREZ *et al.* 2001).

A partir do desenvolvimento e uso de NdC como abordagem de ensino de Ciências, várias concepções sobre fazer Ciência podem ser desmistificadas. Os estereótipos presentes no senso comum da população podem dificultar o entendimento dos métodos científicos, o que corrobora para a falta de interesse pelo estudo da Ciência e seus métodos. Com isso, desvendar certos imaginários populares como o fazer Ciência ser algo brilhante, a classe dos cientistas serem formados por pessoas dotadas de inteligência ou que as grandes descobertas científicas surgem a partir de ideias súbitas e, acaba afastando os alunos da real Ciência praticada no meio científico (ALLCHIN, 2013).

Pode-se dizer que na tentativa de desmistificar a Ciência para os alunos, isto é, apresentar uma visão mais autêntica do cotidiano científico, buscando evitar a propagação de um conhecimento especial e inalcançável, a compreensão de todo o processo é primordial. Portanto, compreender que a Ciência não apresenta conclusões irrefutáveis e que o conhecimento é construído e não é resultado de uma adição de conceitos prontos, são pontos essenciais para uma visão realista da ciência. Além de reforçar que a ciência não é perfeita e é gerada a partir de tentativas, como qualquer outro ato humano (ALLCHIN, 2013).

Apesar da relevância das discussões sobre NdC e do consenso quanto à sua importância, existe uma divergência no meio científico quanto à definição de Natureza da Ciência. Diferentes linhas de estudo como Filosofia da Ciência, História da Ciência ou os próprios educadores seguem os mais diversos caminhos. Contudo, entende-se que, devido à complexidade da Ciência e tudo que a comporta, este é um efeito esperado nas discussões teóricas e não é caracterizado como um empecilho para o ensino de NdC (LEDERMAN, 2006).

Dentre as diversas visões sobre a definição de NdC, McComas diz:

Um conhecimento híbrido que busca compatibilizar aspectos de variados estudos sociais da Ciência, incluindo História, Filosofia e Sociologia da Ciência, combinados com a pesquisa das ciências da Cognição, como a Psicologia, em uma abrangente descrição da Ciência; como funciona, como os cientistas pesquisam enquanto um grupo social; e como a própria sociedade guia e reage aos empreendimentos científicos. (MCCOMAS, 2008, p. 249, tradução nossa).

Enquanto na perspectiva de Lederman (1992), NdC “se refere à epistemologia da ciência, tendo ciência como uma forma de conhecimento, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico ou ao desenvolvimento do conhecimento científico”. A partir dessa definição, Lederman defende que as discussões sobre NdC podem perder parte de sua complexidade e ganham potencial para serem introduzidas em ambientes que foram considerados inapropriados, como a sala de aula (LEDERMAN, 2006).

Todavia, estudar como a Ciência funciona é complexo, e desconsiderar tal complexidade pode tornar as discussões sobre NdC superficiais, mas a partir dos detalhamentos de seus aspectos, as assertivas científicas elevam seu grau de confiabilidade. Assim, o nascer da Ciência vem de decisões reais mesmo que nem todo conhecimento científico surja da resolução de problemas (ALLCHIN, 2013).

Considerando a complexidade da atividade científica, e a importância que o ensino de NdC reflita isso, Allchin, Andersen, Nielsen (2014) propõem algumas formas de se levar NdC para as salas aulas, que seriam por meio de estudos de casos, sendo esses históricos ou sociocientíficos, assim como a partir de atividades investigativas, sendo que cada uma dessas situações de ensino favorece debates diferentes sobre NdC. Sobre o uso de atividades investigativas, para esses autores, elas favorecem discussões como o desenvolvimento de habilidades experimentais em conjunto com maior possibilidade de formulação de hipóteses além de, conseqüentemente, relacionar a natureza do conhecimento científico com os métodos científicos. Com isto, também é promovido um engajamento pessoal e uma contribuição para o entender da Ciência a partir de uma construção do conhecimento.

Carvalho (2018) aponta também que um dos benefícios da utilização de atividades investigativas em relação às atividades tradicionais é o desenvolvimento da independência dos alunos. No ensino tradicional, o ambiente de sala de aula é inflexível, em que o professor age como o detentor do conhecimento e os alunos seguem as regras impostas de forma passiva. Enquanto no ensino investigativo, os alunos podem desenvolver uma maior independência durante as atividades, podendo ter mais ou menos autonomia, o nível disso é denominado grau de liberdade (CARVALHO, 2018).

No geral, o método tradicional de experimentação no ensino de Química busca concretizar as formulações teóricas com o desígnio de facilitar a aprendizagem. Entretanto, deve-se considerar que o ato de experimentar é uma transposição de modelos científicos que por si são uma transposição da própria Ciência. Logo, mesmo que a experimentação seja conduzida a partir da teoria, ainda estamos afastados do real entendimento de Ciência, como se uma nova realidade fosse criada (SILVA; MACHADO; TUNES, 2019).

Mesmo que haja ganhos nas atividades experimentais tradicionais, sua metodologia rígida contribui para um ensino em que é enfatizado a verificação de leis e/ou teorias, o que pode ser percebido por meio dos objetivos presentes nos roteiros. Além disso, as atividades desse tipo, não favorecem a geração de hipóteses, apontando para uma conclusão única, o que não condiz com os métodos científicos utilizados no dia a dia da Ciência. Todo este processo apenas mascara o conhecimento em um roteiro que entrega as respostas e traz prejuízos, mesmo que a intenção seja a facilitação de conhecimento e reprodução de técnicas (BORGES, 2002).

A capacidade de generalização e previsões de fenômenos, leis e teorias de cunho científico, pode favorecer as atividades experimentais terem um caráter investigativo, fugindo assim do método de experimentação tradicional (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010). Com a aplicação de atividades investigativas, os alunos saem de uma metodologia em que trabalham de maneira mais ativa apenas na fase de obtenção de dados e começam a participar de forma integral em todo o corpo da atividade, desde a identificação do problema, como na geração de hipóteses, até as conclusões (CARVALHO, 2018).

Esta discussão dialoga com pautas propostas em documentos oficiais que guiam o modelo de ensino do Brasil, como a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018). Assim, a contextualização de problemas diários dos alunos pode desencadear uma melhor internalização, além de contribuir para formação de pessoas mais autônomas, para atuarem com maior criticidade na sociedade, estando a par e discutindo as novas tecnologias, podendo ir até ao aprendizado da linguagem científica.

Apesar de ser uma estratégia que difere positivamente do denominado ensino tradicional, as atividades investigativas necessitam de um empenho diferente para serem desenvolvidas. O problema inicial é a parte fundamental e guiará todo o desenvolvimento da atividade em sala de aula. Portanto, um bom problema inicial precisa gerar determinadas situações que possibilitem a elucidação do fenômeno a ser investigado de maneira abrangente, em que as hipóteses construídas consigam designar suas variáveis. Além disso, os alunos precisam conseguir fazer a relação dos fenômenos com as outras disciplinas e o mundo externo

(CARVALHO, 2018). Com isso, a escolha e/ou elaboração de atividades investigativas devem ser feitas de maneira cautelosa para gerar situações que abarquem todas as condições acima, proporcionando uma estratégia de ensino eficiente.

Diante disso, salientamos que o ensino de NdC pode ser integrado às discussões conceituais que são recorrentes nas salas de aula, podendo emergir a partir de modalidades diferenciadas no ensino de Ciências, como as atividades investigativas. Entretanto, para que as atividades investigativas e as discussões sobre NdC sejam implementadas nas salas de aulas, é importante que os professores tenham conhecimentos amplos sobre esses assuntos. A partir desta competência, os professores podem desenvolver variados exemplos, aplicações e contextualizações com potencial de criar situações em que podem emergir aspectos de NdC e gerar discussões para os alunos (BARBOSA; AIRES, 2018). Assim como, a partir das atividades investigativas propiciar situações nas quais os estudantes sejam mais ativos no desenvolvimento de seu conhecimento (CARVALHO, 2018).

Buscando investigar a interface entre NdC e atividades investigativas - como estratégia de ensino -, optou-se pela utilização da ferramenta Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC) que foi desenvolvida com o intuito de elucidar os aspectos da NdC para os professores ensinarem Ciências, assim como pode ser utilizada como ferramenta de análise de dados em contextos de discussões sobre Natureza da Ciência (JUSTI; ERDURAN, 2015).

Neste trabalho, utilizaremos a segunda versão da ferramenta, denominada MoCEC v.2 (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020), pois nela, as autoras trazem definições de aspectos de NdC, que vêm sendo utilizados como unidades de análises em pesquisas (LIMA; IBRAIM; SANTOS, 2021; SANTOS, 2019). Além do uso como ferramenta de análise de dados, o MoCEC v.2 também tem sido utilizado para propor situações de ensino (LIMA; SANTOS, 2021; SANTOS; JUSTI, 2021; SIQUEIRA; SANTOS; CORRÊA, 2020)

Em nosso trabalho, investigamos os aspectos de NdC a partir da aplicação de uma atividade investigativa, desenvolvida pelos autores deste trabalho. Ressaltamos que o uso do MoCEC v.2 para análise de atividades investigativas ainda não foi relatado na literatura. Entretanto, a ferramenta foi usada em situações que envolviam casos históricos (por exemplo, LIMA; IBRAIM; SANTOS, 2021) e casos sociocientíficos (como, SANTOS, 2019).

Desta maneira, acreditamos que discussões de NdC a partir de atividades investigativas podem oferecer aos alunos um poder crítico em que eles possam contestar as diversas situações científicas que lhe são apresentadas. Desta maneira, pode ocorrer o desenvolvimento e a compreensão de habilidades básicas no processo de construção de ciência, podendo gerar

situações de ensino que favoreçam a discussão de aspectos de NdC como preconceitos culturais, influência da economia e conflito de interesses, tornando o ensino de Ciências mais próximo da realidade da mesma (ALLCHIN; ANDERSEN; NIELSEN, 2014).

O MoCEC v.2 traz diferentes áreas do conhecimento que apresentam perspectivas sobre Ciência, sendo elas: Antropologia da Ciência; Psicologia da Ciência; Sociologia da Ciência; Economia da Ciência; Filosofia da Ciência e História da Ciência. Por trazer variadas perspectivas, não se espera que em cada situação de ensino todas as áreas sejam potencialmente exploradas, logo, cada caso irá apresentar diferentes focos, como a dominação das perspectivas Sociologia da Ciência; Filosofia da Ciência e História da Ciência nos casos históricos investigados no trabalho de Lima, Ibraim e Santos (2021). A partir disso, seguimos para as metodologias quanto à coleta de dados e a utilização do MoCEC v. 2 na proposta apresentada.

METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo geral estabelecido neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizamos uma pesquisa de abordagem qualitativa a partir do desenvolvimento (elaboração e aplicação) de uma atividade investigativa. Conseqüentemente, este foi o fenômeno observado e analisado qualitativamente a partir de gravações de áudio e notas de campo.

Para isto, elaboramos uma atividade investigativa baseada nos pressupostos identificados na literatura como característicos desse tipo de recurso, abordando um problema real que permeia a sociedade. No caso, escolhemos trabalhar com o fenômeno da fluorose, condição de saúde que atinge a arcada dentária humana, afetando a estética dos dentes com manchas cobrindo parcial ou totalmente a superfície dentária (BARROS; TOMITA, 2010) e também nos inspiramos em uma proposta de experimentação que utiliza de um tema social para o Ensino de Química (GASPAR, 2017).

O interesse da pesquisa desenvolvida foi perceber como os participantes discutiam acerca de questionamento: Qual é o papel do flúor na água de abastecimento? Para isso, ofertamos uma oficina para alunos dos cursos de graduação de uma universidade pública brasileira, durante a Semana Universitária, uma semana destinada a eventos científicos como palestras, minicursos e afins. Objetivando o desenvolvimento da atividade por graduandos, a atividade investigativa foi aplicada nas dependências do Instituto de Química desta universidade e sua observação se sucedeu a partir de caderno de campo e gravações de áudio previamente acordadas com os participantes por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A partir de nossas discussões e reflexões sobre a importância do entendimento sobre NdC e também devido à complexidade desses conhecimentos, escolhemos trabalhar com estes grupos de estudantes do Instituto de Química por abranger tanto professores em formação inicial (licenciandos em Química) quanto futuros pesquisadores (bacharelandos em Química) que trabalham diretamente com os fenômenos químicos.

Como a atividade investigativa proposta requer conhecimentos de equilíbrio químico, trabalhamos com estudantes que estão na reta final da graduação. Portanto, os participantes haviam cursado disciplinas como Princípios de Equilíbrio Químico, Química Analítica 1 e 2, Fundamentos de Análise Instrumental, Laboratório de Físico Química e entre outras. Pressupondo que tenha ocorrido a internalização dos conceitos abordados em cada uma das disciplinas, consideramos que poderia contribuir para a condução segura da atividade investigativa.

Para a realização da atividade proposta, conduziu-se uma Oficina intitulada “A emergência de Natureza da Ciência a partir de Atividade Investigativa” como uma atividade de extensão. Realizou-se a inscrição da Oficina no Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), principal plataforma de integração de assuntos acadêmicos da Universidade de Brasília. A Oficina foi realizada entre os dias entre os dias 19 de agosto de 2022 e 19 de setembro de 2022, mesclando encontros presenciais e remotos, com duração estimada de 10 horas.

Inicialmente, 12 alunos se inscreveram para a realização da Oficina. A partir desse montante, formaram-se quatro trios para o desenvolvimento da atividade. O critério para a formação dos trios se deu ao agrupamento de estudantes do mesmo curso de origem, isto é, foi preferido trios entre alunos do curso de bacharelado em Química e entre alunos do curso de licenciatura em Química. Como todos os voluntários eram alunos da UnB, eles estavam aptos a se inscreverem via plataforma SIGAA. A seleção dos participantes sucedeu-se por meio de convites e tributos, sendo respeitados os pressupostos éticos das pesquisas científicas.

A fim de facilitar a leitura dos dados, sistematizamos a escrita dos grupos e voluntários. Na codificação, adotou-se o código ‘Gn’ para identificação dos Grupos e ‘Pn’ para os alunos, sendo ‘n’ a variável correspondente ao número identificador de cada grupo ou aluno. Exemplo: G1 é a sigla referente ao grupo 1, P1G1 é a sigla referente ao membro 1 do grupo 1, P2G1 é a sigla referente ao membro 2 do grupo 1 e, assim, sucessivamente.

Para maiores detalhes, segue abaixo uma descrição do cronograma da Oficina:

Dia 1 - Apresentação, via plataforma *Microsoft Teams*, da atividade investigativa para todos os voluntários. Neste encontro, descreveu-se as ferramentas de apoio dispostas aos grupos, sendo elas: estudo de caso (Apêndice 2), texto auxiliar (Apêndice 1), lista de materiais (Apêndice 3) e vídeo (Anexo 2)¹.

¹ O vídeo, inicialmente disponibilizado na rede social *TikTok*, foi apagado por sua autora. Portanto, uma transcrição fidedigna do material original está disponível no capítulo *Apêndices*.

Dia 2 - Após a discussão do dia 1, os grupos se reuniram e, a partir da lista de materiais, decidiram quais materiais (reagentes, vidrarias, equipamentos, etc.) utilizariam para propor um experimento que responderia as questões levantadas pelo estudo de caso. Essas escolhas foram discutidas e acatadas pelos organizadores da Oficina. O encontro com cada grupo foi realizado de maneira remota.

Dia 3 - O desenvolvimento da atividade investigativa. Um laboratório foi disponibilizado para os grupos, bem como os materiais solicitados no dia 2. Os organizadores acompanharam todo o processo sem intervir nas escolhas do grupo.

Dia 4 - Roda de conversa sobre a oficina. Uma reunião presencial no Instituto de Química da Universidade de Brasília com todos os participantes da Oficina, para que os grupos partilhassem e discutissem os resultados obtidos, assim como pudessem refletir sobre os aspectos de NdC vivenciados durante a AI e acerca dos alcances e limitações desta. Os diálogos transcorridos durante a roda de conversa foram gravados em áudio para fins acadêmicos que serão discutidos no próximo capítulo.

A análise foi feita a partir da observação e discussão da metodologia apresentada pelos grupos. Como os passos metodológicos foram definidos por cada grupo antes do dia da aplicação da atividade investigativa, acompanhamos a construção de suas propostas e podemos percorrer os impasses e mudanças de trajetórias, similar ao que ocorre no meio científico. Para isso, apresentamos a síntese e o objetivo de cada grupo de voluntários a seguir:

G1 - Tinha como objetivo investigar a perda de Carbonato de Cálcio presente na casca de ovo a partir do peso do material, isto é, após a imersão das cascas em solução de Fluoreto, secaram as cascas e compararam com o peso antes dessa imersão. Uma observação importante é que utilizaram a casca do ovo inteira.

G2 - Tinha como objetivo caracterizar a solução após a imersão das cascas de ovo em solução de Fluoreto. Ou seja, depois que as cascas de ovos quebradas reagirem, realizaram alguns testes com a solução, como uma reação de precipitação de Cálcio e até sugeriram usar o clássico teste de chamas, mas não foi possível de realizar no laboratório disponibilizado.

G3 - Tinha como objetivo averiguar a perda de carbonato de cálcio na casca de ovo a partir do peso do material. Diferente do grupo 1, este macerou a casca do ovo. Além disso, utilizaram de testes estatísticos para validar seus dados.

G4 - Tinha como objetivo analisar a interação da solução de fluoreto com as cascas de ovo. Para isso, trabalharam com as cascas inteiras e utilizaram cascas de ovos brancas e

marrons. Além do mais, utilizaram de fitas de pH para averiguar a faixa da solução antes e após interação com as cascas de ovos.

A partir disso, utilizamos como objetos de análise para este TCC os dias 3 e 4 do cronograma descrito. A decisão se consolida nos momentos de maior desempenho rastreável de nossos voluntários, isto é, nestes dias os possíveis aspectos de NdC são mais facilmente explicitados devido ao comprometimento direto dos voluntários com o estudo de caso. Com isso, investigamos o desenvolvimento dos mais variados aspectos de NdC e como eles emergem em estudantes que estão atuando em diferentes áreas do estudo de Química. Dessa forma, no dia 3 analisamos a interação dos estudantes em grupo e a condução da atividade experimental e, no dia 4, analisamos as discussões subsequentes ao experimento sendo guiadas pelas “Questões norteadoras da roda de conversa”, que serão apresentadas a seguir (Apêndice 4 e Quadro 1), elas foram elaboradas tendo em vistas os aspectos de NdC apresentados no MoCEC.

Durante a elaboração, aplicação e observação da atividade investigativa, também utilizamos o MoCEC v. 2 proposto por Santos, Maia e Justi (2020) como instrumento de análise. Esta ferramenta nos conduziu à identificação de aspectos de NdC, visto que, a partir das situações propiciadas por tal atividade, investigamos como aspectos de Natureza da Ciência se apresentam na resolução dos problemas apresentados. Portanto, esta atividade foi elaborada com prudência, a fim de evocar a formação das situações almejadas. As Áreas de Conhecimento e seus aspectos de Natureza da Ciência podem ser observados, em resumo, no quadro abaixo. Todos os aspectos de NdC são conceituados no quadro em anexo.

Quadro 1: Aspectos de Natureza da Ciência apresentados na segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (continuação).

Áreas de Conhecimento	Aspectos de Natureza da Ciência
Filosofia da Ciência	Epistemologia; Ética e Lógica
Psicologia da Ciências	Complexidade; Criatividade; Falibilidade; Incerteza; Influência motivacional; Inteligência; Limitação; Não linearidade; Objetividade; Personalidade; Racionalidade; Representação e Subjetividade
Antropologia da Ciência	Incomensurabilidade e Influência cultural
Sociologia da Ciência	Aceitabilidade; Credibilidade; Falibilidade; Incerteza; Influência sociopolítica e Interações entre cientistas

Economia da Ciência	Acesso ao conhecimento; Aplicabilidade; Competitividade; Fontes de financiamento; Investimento econômico; Produtividade; Publicidade e Viabilidade
História da Ciência	Influência histórica; Multiplicidade; Não linearidade; Progressividade e Provisoriedade

Fonte: Adaptado de Santos, Maia e Justi (2020, p. 603).

A partir das definições dos aspectos de NdC (Anexo 1), e considerando o contexto da atividade, selecionamos aspectos de NdC que poderiam ser discutidos e/ou vivenciados pelos sujeitos da pesquisa. Alguns aspectos classificamos como intrínsecos à atividade, isto é, dado o contexto, seriam aspectos de NdC que inevitavelmente os graduandos teriam contato, sendo eles, Objetividade (dado que eles tinham uma resposta final a ser respondida); Racionalidade (pois eles precisariam explicitar e justificar seus os caminhos metodológicos e os materiais a serem usados, antes da prática experimental); Representação (pois a atividade se dava no contexto da Química, que é uma área do conhecimento conhecida por seus modelos, conceitos e diversas outras formas de expressar seus resultados) e Interação entre cientistas (pois era uma atividade em grupo, além disto, no último encontro eles compartilhariam seus resultados com seus “pares”, que seriam os demais colegas”.

A seguir, apresentamos no Quadro 2 perguntas que elaboramos, com a intenção de orientar as discussões de aspectos de NdC, assim como criar um contexto em que pudéssemos discutir aspectos de NdC de forma explícita. Assim, esse quadro ilustra como usamos o MoCEC v.2 em sua função de suporte para situações de ensino *sobre* Ciências. É importante ressaltar que durante a roda de conversa (dia 4) fizemos outras perguntas, que não necessariamente tinham a intenção de explicitar discussões de aspectos de NdC, mas almejávamos entender melhor as etapas e intenções dos sujeitos da pesquisa, assim como ter acesso a considerações gerais dos graduandos sobre a atividade no todo, essas questões estão no Apêndice 4.

Quadro 2: Exemplos de questões que poderiam suscitar discussões sobre NdC durante a atividade investigativa (continuação).

Questões norteadoras da roda de conversa	Aspectos de Natureza da Ciência
Em algum momento vocês sentiram dificuldade com algum conceito relacionado ao caso?	Complexidade (Psicologia da Ciência)
Vocês vivenciaram algum resultado inesperado durante o experimento? (Como a resposta seja afirmativa) Como lidaram com tal resultado?	Incerteza (Psicologia da Ciência)

Vocês acham que, para resolver este caso ou outros casos que os cientistas vivenciam em seu cotidiano, é necessário que ele seja um gênio? Uma pessoa com inteligência acima do normal?	Inteligência (Psicologia da Ciência)
Vocês modificaram, em algum momento, a proposta de experimento elaborada para resolver o caso? (Caso a resposta seja afirmativa) por que houve essa modificação?	Não linearidade dos Pensamentos (Psicologia da Ciência)
Vocês acham que os cientistas vivenciam situações em que precisam reelaborar suas ideias iniciais durante a pesquisa?	Não linearidade dos Pensamentos (Psicologia da Ciência)
Os materiais, listados e disponibilizados para a realização da atividade, foram suficientes para a realização do experimento? Vocês usariam algo que não estava disponível?	Limitação (Psicologia da Ciência)
A personalidade de vocês interferiu na proposta e condução do experimento?	Personalidade (Psicologia da Ciência)
Os conhecimentos prévios, adquiridos na vida acadêmica ou em outros âmbitos de suas vidas, influenciou em algum momento a forma como vocês propuseram e conduziram o experimento?	Subjetividade (Psicologia da Ciência)
Durante a atividade, vocês acham que vivenciaram etapas pelos quais o conhecimento científico passa para ser aceito pela comunidade científica? Quais etapas são essas?	Aceitabilidade (Psicologia da Ciência)
Algum membro tomou a frente do trabalho? Todos participaram das etapas de elaboração e produção?	Interações entre os cientistas (Psicologia da Ciência)

Fonte: autoria nossa.

A partir desta apresentação da metodologia adotada, em sequência, apresentamos as discussões sobre NdC manifestadas na Oficina baseados nos pressupostos teóricos apresentados por este trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da elaboração e efetivação da Oficina “Emergência de Natureza da Ciência a partir de Atividade Investigativa”, demos início a análise de dados, buscando elucidar os aspectos de NdC emergentes nos diálogos e ações dos participantes. Para isso, como mencionado, utilizamos a ferramenta MoCEC v. 2, seguindo a ordem de aspectos indicados pela ferramenta, como pode ser observado no quadro em anexo.

Cabe ressaltar que nem todas as áreas de conhecimento e nem todos os aspectos de NdC estabelecidos pelo MoCEC v. 2 foram identificados nos diálogos e/ou ações dos participantes da Oficina. Pela nossa análise não emergiram, por exemplo, aspectos da área da Antropologia da Ciência, Economia da Ciência e História da Ciência. Sendo assim, todos os dados apresentados restringem-se a tais como Filosofia da Ciência, Psicologia da Ciência e Sociologia da Ciência.

Entendemos que o MoCEC v. 2 auxilia seus usuários na conceituação e identificação de diversos aspectos de todas as áreas do conhecimento. Entretanto, a ferramenta não elenca estes aspectos como um de seus objetivos, isto é, não é necessário a obrigatoriedade da emergência destes para que a elaboração, avaliação e/ou discussão de determinado objeto de análise seja válida. Considerando estes preceitos, discutimos a seguir cada área do conhecimento que foi explicitada a partir da realização da atividade investigativa.

1. ÁREA - FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Esta área do conhecimento busca explicar a proeminência da Ciência a partir de elementos como a construção de conhecimento, o surgimento, seus valores éticos e morais e suas finalidades e, com isto, defini-la (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

Logo, podemos constatar que a área Filosofia da Ciência é associada a toda atividade científica, visto que está inserida na formação do conceito de o que é Ciência. Santos, Maia e Justi (2020) chama isso de “base filosófica”, afirmando que os aspectos desta área estão intrínsecos a todos os aspectos das outras áreas. A partir disso, elaboramos o Quadro 3 com os

aspectos de NdC referentes a área de Filosofia da Ciência, os quais foram expressos na realização pelos grupos da atividade investigativa.

Destacamos que em todos os Quadros deste TCC os fragmentos de fala aparecem entre aspas e, quando se tratar de ações dos participantes referentes a um determinado aspecto, sinalizamos com um asterisco.

Quadro 3 - Aspectos de NdC associados à Área de Conhecimento Filosofia da Ciência baseados no MoCEC v. 2, juntamente com excertos das falas e/ou ações dos participantes da Oficina.

Aspecto de NdC	Excerto de falas e/ou *ações dos participantes-cientistas
Ética	P1G2 - “O vídeo me deu raiva” P2G2 - “O vídeo é todo o ponto pelo que a gente quer educar pessoas” *G4 - Não participação das discussões após ausência de um membro.

Fonte: autoria nossa.

Apesar dos aspectos dessa área do conhecimento serem inerentes às áreas subsequentes, a emergência mais evidente deles sucedeu-se de maneira pontual. Um fator que pode ter influenciado tal resultado é a estratégia utilizada. Outro exemplo de atividades que evidenciam discussões sobre essa área são os casos históricos relatados por Lima (2019), ao apresentar aspectos de NdC, que apareceram em discussões sobre o surgimento da Química e suas relações com a alquimia. Uma outra situação que pode ser exemplo é quando Lima (2019) discute o papel de observações, leis, modelos, teorias a partir de apreciações sobre trabalhos de cientistas como Dalton e Thompson e o impacto do contexto histórico-social na produção do conhecimento. O texto desse autor convida-nos a refletir sobre os trabalhos do casal Curie e demais cientistas, envolvidos em torno do descobrimento da radioatividade.

Aspecto - Ética

Sobre o aspecto Ética, estabelece-se em como valores morais guiam ou influenciam frente a tomada de decisões no meio científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). No decorrer do último dia da Oficina, os participantes desta estavam discutindo sobre os materiais que lhes foram disponibilizados para a realização da oficina. Durante a discussão exclusiva deste aspecto, observamos o momento de fala sobre o vídeo (transcrição do vídeo no Anexo 2), em que os membros P1G2 e P2G2 discutiram a respeito das falácias científicas propagadas por esse material, destacadas na linha 2 do Quadro 3. Por outro lado, P1G1 mostra-se chateado quanto às falas do vídeo e se sentiu motivado a responder tais afirmações ali contidas através da

realização do experimento. Nesse mesmo contexto, P2G2 foi movido a divulgar reagir contra as falácias, explicando quais as funções do Flúor em confronto às informações de vídeos como aqueles que disseminam *fake news*. É possível inferir que esses participantes foram influenciados por fatores morais que os nortearam até este momento e, mesmo que eles tenham como objetivo combater as falas do vídeo, cada um deles parte de um ideal específico. P1G2 quer combater as informações inverídicas do material de apoio, mas também deseja saber a “verdade”, pois se irritou com as afirmações. Por outro lado, P2G2 objetiva ensinar para que outras pessoas não acreditem nas falácias propagadas pelo vídeo.

É importante destacar que, no momento da entrega dos materiais, o vídeo fornecido não foi apresentado como uma *fake news*, portanto, a inferência desta característica ao material foi totalmente dos participantes. Identificar as falas do vídeo como informações falsas, mobilizou os cursistas a querer entender o problema posto para agir no combate à disseminação de inverdades. Ao nosso ver, esta ação combativa deles pode estar associada a compreensão de quão maléficas são as *fake news*, para a sociedade em geral. Isso ficou muito evidente no período da pandemia do Covid-19.

Provavelmente, a internalização dos saberes e das práticas científicas vivenciadas no período da formação profissional dos participantes, somada a discussão muito atual sobre o alastramento de falsas narrativas ligadas ao mundo científico, tenha aflorado nos licenciandos e bacharelados da Oficina iniciativas éticas e morais. Isso aponta para a relevância de se trabalhar a Filosofia da Ciência e discutir aspectos éticos e morais relativos à vida acadêmica/científica.

Quanto ao G4, a questão central para que pudéssemos inferir a emergência do aspecto de Ética adveio da ausência de um dos membros ao último dia da Oficina. Com a ausência de P1G4, os membros P2G4 e P3G4 não conseguiram explicar com clareza o que ocorreu no dia 3 da Oficina. Esperava-se que, como o trabalho era em grupo, todos os membros participassem colaborativamente na construção intelectual para a resolução da problemática associada à atividade investigativa. A falta de manifestação dos membros do G4, que compareceram ao último encontro, nos levou a questionamentos, tais como: Quanto o trabalho desenvolvido foi realmente colaborativo? Quanto os cursistas de G4 tinham entendido igualmente sobre a investigação? Qual o real papel de todos no grupo? Tais perguntas surgiram porque P2G4 e P3G4 ficaram praticamente sem se manifestar durante a reunião final, e quando se manifestaram, suas falas indicavam que elas não tinham consciência plena sobre as etapas da experimentação realizada. Nesse caso, restou-nos dúvidas quanto ao comprometimento ético

com a finalização do trabalho em grupo, e com a igualdade dos papéis assumidos na condução da atividade.

2. ÁREA - PSICOLOGIA DA CIÊNCIA

Esta área do conhecimento explora como as ações de cada indivíduo (como cientista) podem influenciar desde a construção do conhecimento científico até a sua aplicação (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). A partir desta conceituação, elaboramos o Quadro 4 para destacar com excertos cada aspecto associado à Psicologia da Ciência na ferramenta MoCEC v. 2.

Quadro 4 - Aspectos de NdC associados à Área de Conhecimento Psicologia da Ciência baseados no MoCEC v. 2, juntamente com excertos das falas e/ou ações dos participantes da Oficina

Aspecto de NdC	Excerto de falas e/ou *ações dos participantes-cientistas
Influência Motivacional	P2G2 - “O vídeo é todo o ponto pelo que a gente quer educar pessoas” P3G2 - “Eu acho que o vídeo foi perfeito porque a gente responde justamente a pergunta do vídeo. Por que no vídeo a mulher fala “não use pasta de dentes” e aqui provamos que você precisa sim usar”
Limitação	*G3 - solicitaram a troca de um equipamento disponível (secador por estufa)
Objetividade	*G2 - foco na caracterização da solução final do experimento, para confirmar uma de suas hipóteses
Subjetividade	P3G1 - “Eu joguei um pouco de cloreto de sódio (líquido), aí eu fui passando, rodando o ovo e depois descartei. [...] para simular a pasta de dente, porque a gente só passa a pasta de dente e depois enxaguamos”
Personalidade	P1G2 - “É minha maneira complicar as coisas” P3G1 - “Eu tento me adaptar ao que tenho”
Representação	*G1 - cálculos de concentração (linguagem matemática) *G2 - utilização de estrutura de Lewis para prever produto obtido *G3 - utilização de estatística com o Teste t

Fonte: autoria nossa.

Diante disto, percebemos que todos os grupos expressaram aspectos da Psicologia da Ciência, cada qual do seu modo.

Aspecto - Influência Motivacional

O aspecto Influência Motivacional explica como fatores internos e/ou externos podem despertar o interesse no uso e na produção do conhecimento científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Durante o dia 4 da Oficina, os voluntários avaliaram esta e destacaram algumas observações quanto ao material que lhes foi disponibilizado. O foco desta discussão foi o vídeo disponível na rede social *TikTok*. Em resposta ao vídeo, P2G2 destaca que as afirmações contidas neste material são uma das razões pela qual ele quer proporcionar ensinamentos sobre Ciências às pessoas. O membro destacou que as falas do vídeo são erradas e que uma pessoa com um conhecimento básico de Química tenderia a não concordar com elas, avistando os erros e possivelmente evitando a propagação das falácias deste material. P3G2 corroborou este pensamento e completou-o dizendo que o experimento realizado por seu grupo mostra a necessidade do flúor na nossa saúde bucal, contrariando as afirmações do vídeo. Estes posicionamentos mostraram que os voluntários podem ser motivados por fatores além da pesquisa, se preocupando com causas sociais e se comprometendo, como cientistas, a apresentar discernimentos de determinados assuntos para a população. Todavia, nem todos os pesquisadores apresentam a mesma influência. Um exemplo claro foi dito por P3G1 ao afirmar que o conteúdo do vídeo não foi necessário para a elaboração das hipóteses do grupo e, inclusive, gerou dúvidas, sugerindo sua retirada da atividade investigativa em possíveis aplicações futuras.

Aspecto - Limitação

O aspecto Limitação discute possíveis condições, internas e externas, que possam dificultar ou até mesmo impedir a conclusão do raciocínio dos cientistas (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). No contexto da Oficina, os principais fatores observados foram referentes à estrutura física e a disponibilidade de materiais para a realização do experimento. O G3 solicitou uma estufa para a realização da secagem de suas cascas de ovo. Como o equipamento não estava disponível, optaram por utilizar um secador de cabelo, afirmando que o mesmo teria um efeito similar ao objeto de análise. Enquanto isso, G2 buscou caracterizar seu produto a partir do teste de chama e cogitou utilizar a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) para identificar a estrutura química do produto alcançado. Como não foi possível utilizar a técnica instrumental, P1G2 colocou em dúvida a composição do produto final decorrente do experimento realizado pelo grupo. Vimos essa atitude de forma positiva, pois para ser crível, os cientistas devem lançar mão de todos os aparatos teórico-metodológicos. Mesmo que a proposta na Oficina não tivesse como objetivo esse nível de aprofundamento na caracterização

do produto reacional, foi importante perceber que a atividade proposta possibilitou a externalização da preocupação de P1G2 quanto a importância de uma caracterização mais robusta no precipitado obtido, assim como a busca por métodos alternativos e disponíveis no laboratório para caracterização, o que reflete uma situação em que o aspecto limitação pôde ser vivenciada por P1G2. Cabe ressaltar que esta participante estava cursando o último semestre do curso de Química Tecnológica.

Aspecto - Objetividade

Em relação ao aspecto *Objetividade*, que discute como o cientista lida com suas prioridades, ou seja, a relação do foco do pesquisador no processo de construção de conhecimento (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Uma situação em que o objeto de interesse foi observado foi a disposição do G2 para determinar qual o produto final de sua reação. Para impor tal determinação, o grupo resolveu caracterizar seu produto, discorrendo de diversas abordagens para chegar neste objetivo. Para isto, o grupo propôs a realização de análises instrumentais a partir de várias técnicas clássicas, como por exemplo, o teste de chama até o RMN. É notório o comprometimento aguçado de G2 na busca por uma resposta concreta aos seus questionamentos. Neste caso, o processo de caracterização finalizou a atividade investigativa.

Aspecto - Subjetividade

Quanto ao aspecto *Subjetividade*, se conceitua em como as concepções prévias podem gerar diferentes atitudes em cientistas, tornando-o suscetível a agir diferente de outros cientistas (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Um membro do G1 relatou de maneira breve como realizou o experimento como vimos no excerto da quinta linha do Quadro 4. Este participante utilizou seus próprios hábitos de higiene bucal para realizar seus testes experimentais mesmo que estes não tenham comprovação científica. Essa atitude é curiosa visto que, mesmo com os cientistas imersos na cultura de um mesmo ambiente, suas atitudes de higiene são influenciadas por fatores distintos. Logo, utilizar de conhecimentos adquiridos em ações cotidianas no meio científico acaba por ser algo inerente a cada indivíduo.

Ainda na coleta de dados, P3G1 relatou que consultou experimentos com os materiais indicados e os utilizaram para elaborar sua proposta experimental. Esta atitude é interessante, pois os voluntários não tinham a obrigação de pesquisar fora do material fornecido pelos realizadores da oficina. Os outros grupos não relataram ter acessado informações para além do material fornecido.

Aspecto - Personalidade

Sobre *Personalidade*, discute-se de que modo as individualidades dos cientistas influenciam nas tomadas de decisões frente a situações no meio científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). O P1G2 declarou que é da sua natureza “complicar” as situações e lembrou que, durante a Oficina, sugeriu a utilização de técnicas como teste de chamas e RMN para caracterizar o produto final, mesmo que este não tenha sido o objetivo da atividade. Enquanto isso, o P3G1 disse ser adaptável e buscou utilizar apenas os materiais ofertados. Estas características individuais provocam um confronto interessante visto que os grupos destes participantes seguiram caminhos bastante distintos quanto à resolução da atividade. Enquanto G1 utilizou como estratégia a pesagem da massa das cascas de ovos para sondar perdas significativas após a imersão destas na solução de Fluoreto de Sódio (NaF), G2 optou pela caracterização da solução que as cascas de ovos estavam imersas a partir do teste de chamas.

Aspecto - Representação

O aspecto *Representação* pleiteia o uso de diferentes tipos de linguagens para expressar ideias ou fenômenos, podendo ser visual, verbal, números ou outras (SANTOS, MAIA, JUSTI, 2020). Este é um dos aspectos intrínsecos à atividade pelo fato da Química utilizar diferentes modelos para explicar os mais variados conceitos. Por isso, utilizamos disto como artifício para determinar e/ou quantificar determinados resultados. Assim, observou-se que diversas formas de representação durante a Oficina, como o uso de cálculos matemáticos de concentração no G2 ao diluir seus reagentes, utilização das estruturas de Lewis pelo G1 para prever os produtos formados e as fórmulas estatísticas utilizadas pelo G3 a fim de discutir seus resultados.

3. ÁREA - SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA

Esta área do conhecimento explora o homem como um ser social, isto é, como as suas interações com o meio e os indivíduos ao seu redor podem e influenciam frente a tomada de decisões no meio científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). A partir desta conceituação, elaboramos o Quadro 5 para destacar com fragmentos cada aspecto associado à Sociologia da Ciência na ferramenta MoCEC v. 2.

Quadro 5 - Aspectos de NdC associados à Área de Conhecimento Sociologia da Ciência baseados no MoCEC v. 2, juntamente com excertos das falas e/ou ações dos participantes da Oficina.

Aspecto de NdC	Excerto de falas e/ou *ações dos participantes-cientistas
Aceitabilidade	<p>P1G3 - “A gente pegou os resultados das massas e fizemos um tratamento estatístico, aplicamos um Teste t para ver se teve diferenças das médias. Ou seja, se teve diferente da média com o que tratou com a média que não tratou com cloreto. A diferença foi muito pequena, foi tipo 0,01 g. [...] por causa, eu acho, dar mais que o desvio padrão, deu uma diferença significativa, com mais de 90% de confiança. Então sim, há diferença em tratar com o cloreto.”</p> <p>P2G3 - “o levantamento de hipóteses, ter um conhecimento prévio do que você vai fazer [...]. E a revisão por pares.”</p>
Incerteza	<p>G3 - “Quando você começa a ir para o laboratório pela primeira vez sozinho, né? Tem muito essa insegurança. Você começa a planejar os experimentos, você começa a ter acessos a vidrarias, você precisa se planejar para fazer as coisas darem certo, comunicar o que deu certo e o que não deu certo, as vezes cê faz besteira”</p> <p>P3G2 - “A todo momento - precisamos - parar e traçar novas estratégias.”</p> <p>G2 - remediação a partir da caracterização do produto</p>
Interação entre cientistas	<p>*G1 - Conversa e determinação de precipitado</p> <p>*G2 - Conversa a respeito de resultado inesperado e solução das próximas etapas</p> <p>*G3 - Definição sobre testes estatísticos</p> <p>*G4 - Decisão sobre a retirada da película do ovo</p> <p>*G2 e G4 - Observação de metodologias dos outros grupos</p> <p>*G1, G2, G3 e G4 - apresentação de resultados no dia 4</p>

Fonte: autoria nossa.

Aspecto - Aceitabilidade

O aspecto de Aceitabilidade se dá pela produção, avaliação, revisão e validação do conhecimento para que possa ser aceito como científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). O membro P1 do G3 relatou a abordagem do grupo, descrita na linha 2 do Quadro 5. Pelo excerto percebe-se que há uma preocupação dos membros desse Grupo com a credibilidade de seus dados, assim, na intenção de obter dados mais confiáveis o G3 recorreu a um teste estatístico. Este foi um cuidado que os demais grupos não tiveram, porém consideramos fundamental no meio científico. Além disso, todos os dados e os testes realizados foram discutidos entre os membros do grupo durante todas as etapas dos procedimentos experimentais e nas etapas subsequentes, o que reflete algumas das etapas pela qual o conhecimento científico passa.

Complementando a fala de seu colega de grupo, P2G3 destacou a relevância do “levantamento de hipóteses, ter um conhecimento prévio do que você vai fazer [...]. E a revisão por pares” para que o grupo pudesse acessar algumas das etapas que são apresentadas pelo aspecto Aceitabilidade durante a oficina. Todavia, P1G2 relatou que seu grupo não tinha passado por todas as etapas e destacou que em assim sendo não teriam como fazer uma publicação com os dados coletados. Isso porque durante a discussão esse membro percebeu que

seu grupo não realizou alguns outros testes de confiabilidade. Sobre esse assunto cabe destacar que no G3 havia um membro (P1G3) com experiência em pesquisa quantitativa, por também estar cursando um mestrado em Química, concomitantemente, ao curso de Licenciatura em Química.

Aspecto - Incerteza

Quanto ao aspecto Incerteza, define-se como a tomada de decisões do grupo de cientistas, em situações imprecisas (SANTOS, MAIA, JUSTI, 2020). Este aspecto foi evidenciado pelo grupo G3 como mostra o relato de um de seus membros:

“Quando você começa a ir para o laboratório pela primeira vez sozinho, né? Tem muito essa insegurança. Você começa a planejar os experimentos, você começa a ter acessos a vidrarias, você precisa se planejar para fazer as coisas darem certo, comunicar o que deu certo e o que não deu certo, as vezes cê faz besteira [...]” (fala de P1G3, roda de conversa)

P1G3 compara a experiência da realização desta oficina com a realização de projetos de pesquisa dentro da Universidade. Eles evidenciaram que esta experiência não costuma ser vivida nas disciplinas que cursaram durante a graduação.

Outra comparação foi feita por P3G2 que, sobre esse aspecto, disse: “A todo momento - precisamos - parar e traçar novas estratégias.” se referindo ao fato da atividade investigativa não apresentar um roteiro a ser seguido, como estava acostumado nos laboratórios do curso de Bacharelado em Química.

Houveram dois momentos em que membros de grupos utilizaram de sua maleabilidade para enfrentar situações inoportunas. Na primeira, o membro do P2G1 utilizou de outras estratégias para lidar com um precipitado e discorrer com seu grupo as diferentes abordagens a serem utilizadas. Na última, o G2 precisou solicitar diferentes equipamentos para a realização de caracterização do produto final a fim de provar sua hipótese que, até então, era inconclusiva.

Tanto membros de G2 quanto G3 destacaram que a atividade investigativa simulou um ambiente de pesquisa e os colocou à frente para utilizarem seu conhecimento, seja em conceitos ou técnicas, para buscar por uma solução. Logo, o aspecto Incerteza emergiu a partir da saída dos “cientistas” da zona de conforto, deixando-os imersos em situações cotidianas do meio científico.

Aspecto - Interação entre cientistas

O aspecto *interações entre cientistas*, delinea-se pelo diálogo e entrosamento de cientistas podendo ocasionar colaborações, discordâncias e competições (SANTOS, MAIA, JUSTI, 2020). Este aspecto é um dos mais evidenciados neste trabalho devido a estratégia utilizada: o trabalho em grupos. Logo, a cooperação entre cientistas está presente em todo o processo, desde a elaboração da proposta experimental, a tomada de decisões em situações não previstas durante a realização do experimento, assim como na divulgação de seus resultados para os demais grupos.

A atividade desenvolvida não apresentava um caráter competitivo, portanto, grande parte das interações são advindas da colaboração entre os cientistas. Destaca-se uma situação peculiar em que, G4 observou G2 utilizando um papel indicador de pH e solicitou o material. Enquanto G2 apresentou uma lógica ao pedir tal material, G4 apenas seguiu os passos de seus colegas.

4. REFLEXÕES GERAIS SOBRE A OFICINA

Para responder a segunda questão de pesquisa, discutiremos os limites e alcances da Oficina. Neste sentido, das seis áreas do conhecimento elencadas pelo MoCEC v. 2, três não emergiram através de seus aspectos. Estas áreas são:

Antropologia da Ciência (AC): explora a ligação do homem com o conhecimento científico, bem como o vínculo destes a ações sociais e culturais.

Economia da Ciência (EC): explora como a ciência é convertida em produto e quais impactos são causados no meio do processo para que se possa atingir essa finalidade

História da Ciência (HC): explora como as variações de ideias ao longo de uma linha do tempo permitem entender os conceitos desde a sua fundamentação.

A não emergência de aspectos de NdC associados a estas áreas de conhecimento pode ter se dado pela estratégia adotada ao ministrar a Oficina, bem como a elaboração da Atividade Investigativa não contemplar situações relacionadas a essas áreas. Antropologia e História da Ciência exploram uma relação de construção do conhecimento científico enquanto nossa atividade propõe a aplicação de conhecimento. Apesar do Texto Auxiliar (Apêndice 1) levar aos participantes informações históricas quanto ao desenvolvimento de creme dental, estas não foram exploradas para a resolução da Atividade Investigativa. Enquanto isso, Economia da Ciência explora a relação da Ciência com financiadores e a estratégia adotada não condiciona

o surgimento de situações que possam emergir os aspectos relacionados, visto que, o Estudo de Caso (Apêndice 2) não sugere debates sobre questões econômicas.

Sobre os aspectos das áreas Psicologia da Ciência e Sociologia da Ciência, alguns deles eram esperados suas manifestações, por serem intrínsecos à atividade proposta, como os aspectos Representação e Interações entre cientistas, além disso, alguns aspectos poderiam ser expressos pelos graduandos dependendo de como se desse a investigação conduzida por eles, por exemplo, se eles vivenciaram alguma situação de imprecisão na pesquisa - o que de fato ocorreu - o aspecto Incerteza poderia ser discutido com eles. Enquanto os aspectos da Filosofia da Ciência, consideramos que aparecem como segundo plano, o que é esperado segundo Santos, Maia e Justi (2020), uma vez que a Filosofia é precursora das demais áreas apresentadas no MoCEC v.2.

Durante a coleta de dados, constatamos algumas limitações. No terceiro dia, referente ao desenvolvimento da atividade experimental, os grupos compartilharam um mesmo laboratório. Assim, na presença de 4 grupos com 3 integrantes cada, estávamos impossibilitados de acompanhar todos os grupos com a mesma atenção e tempo. Com isso, possivelmente, perdemos a emergência de outros aspectos que não puderam ser discutidos neste trabalho. Como remediação, sugere-se uma observação mais concisa, acompanhando cada grupo isoladamente durante todo o processo. A partir dessa estratégia, acredita-se que a coleta de dados seja otimizada e as discussões quanto a outros aspectos de NdC possam ser possíveis.

Na roda de conversa, os voluntários relataram uma boa experiência com a atividade investigativa. Durante a avaliação da oficina, todos concordaram que esse tipo de atividade propicia situações que os aproximam da realidade do meio científico e relatam que esse tipo de vivência lhes é permitido apenas em grupos de pesquisa. Por exemplo, P3G2 disse que “Laboratórios de ensino são muito fáceis, você só pega um roteiro e faz. Não precisa pensar” enquanto P3G1 completa “Quando você vai pro laboratório, você lê o roteiro e beleza. Depois (do experimento) que você vai pesquisar o que tá acontecendo.” e, em ambas as falas, os estudantes exploram uma insatisfação referente ao atual modelo das disciplinas de laboratório. Tanto P3G1 quanto P3G2 são estudantes no final da graduação e afirmam que estas disciplinas as afastaram da realidade científica, sugerindo que seria de grande proveito para formação profissional a vivência mais recorrente durante a graduação em atividades similares a experienciada durante a oficina propiciada por este TCC.

Além disso, P3G3 relatou que “nem sempre você pode ser medido por uma prova. Acredito que sua capacidade possa ser medida por um estudo de caso”, explicitando que,

atividades investigativas trabalham os conteúdos de maneira singular e, possivelmente, mais abrangente que as provas tradicionais. Ele sugeriu que atividades investigativas possam ser uma das alternativas quanto ao aprimoramento dos métodos avaliativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, elaboramos uma atividade investigativa sobre o fenômeno da fluorose e realizamos uma oficina com alunos dos cursos de Química de uma universidade pública brasileira. Esta oficina foi disponibilizada no SIGAA sob o título de “A emergência de Natureza da Ciência a partir de Atividade Investigativa” como curso de extensão institucionalizado. Dessa forma, os alunos que participaram receberam horas de extensão.

A partir do desenvolvimento desta atividade, identificamos, baseados na ferramenta MoCEC v. 2, quais aspectos de Natureza da Ciência foram manifestados durante a vivência de atividades da referida Oficina, atendendo assim ao objetivo geral da pesquisa em questão. Fundamentado nisso, constatamos a emergência de três (3) áreas do conhecimento (Filosofia, Sociologia e Psicologia da Ciência) e 10 aspectos de NdC, sendo eles: Ética, Influência motivacional, Limitação, Objetividade, Subjetividade, Personalidade, Representação, Aceitabilidade, Incerteza, e Interação entre cientistas. A identificação das áreas e dos aspectos ocorreram em atividades realizadas nos 3º e 4º dias da Oficina, sendo explicitados tanto por falas quanto por ações dos membros dos grupos, que desempenharam o papel de cientistas. A presença dos aspectos advindos de três áreas do conhecimento, contempladas pelo MoCEC v.2, indicam o potencial da atividade proposta nesse TCC. Isso nos possibilita segurança para desenvolver esta Oficina outras vezes, com alguns ajustes no plano de atividade decorrentes das análises realizadas, como um direcionamento de discussões para uma reflexão mais profunda sobre os impactos da fluorose, ou a inclusão de discussões que tangem outras áreas do MoCEC v.2, como inclusão de aspectos históricos e econômicos.

Os resultados desse trabalho podem contribuir com discussões de NdC, se apropriando das duas funções apresentadas pelo MoCEC v. 2: (i) elaboração de materiais de ensino sobre NdC e uso de tais materiais em situações reais de ensino-aprendizagem, e (ii) utilização como ferramenta de análise de dados em ambientes de discussões sobre NdC. Assim, utilizamos a ferramenta de forma prática em situações de ensino, o que pode trazer contribuições para as discussões do uso de abordagens de NdC nas salas de aulas, visto que na literatura nacional

atual existem apenas propostas de como se discutir esses aspectos. Com a nossa abordagem em uma situação de ensino real, consideramos que avançamos um passo nessa discussão.

Os conhecimentos acerca de NdC são bastante abrangentes e a utilização dos MoCEC v. 2 direciona o olhar do pesquisador para identificar aspectos de NdC. Sem essa ferramenta, as discussões sobre o desdobramento de cada uma destas áreas seriam bastante dificultadas, talvez até inviável e, possivelmente, menos aprofundada. Logo, a utilização da ferramenta em uma situação de ensino de NdC favorece uma maior compreensão para análise dos diálogos observados, facilitando a exploração das mais variadas situações que esse tipo de atividade pode suscitar.

Apesar da facilitação do entendimento de conceitos relacionados a NdC propiciados pelo MoCEC v. 2, podemos constatar a sobreposição de aspectos referentes a áreas do conhecimento distintas. Entendemos que a Psicologia da Ciência se refere à interação do indivíduo com o conhecimento científico, enquanto a Sociologia da Ciência diz respeito ao grupo de indivíduos. Todavia, a maioria dos grupos continha um membro que influenciou a tomada de decisões de seus companheiros. Portanto, a diferenciação de aspectos e, possivelmente, áreas de conhecimento, em situações práticas de ensino pode ser dificultada, comparada às propostas de ensino orientadas pelo MoCEC v. 2 ainda não desenvolvidas em situações reais.

Os participantes expuseram que a atividade os ajudou a lidar com erros e a criar uma metodologia científica para encaminhar suas investigações. Para eles, essa vivência é primordial, pois os aproxima da realidade do meio científico. Como visto, o relato de G3P3 enfatizou que atividades mais técnicas podem os afastar da Ciências, perdendo possíveis profissionais cientistas. A partir disso, consideramos que a proposta desenvolvida no decorrer deste trabalho nos permitiu discutir o potencial da utilização de atividade investigativa como contexto propício ao ensino de NdC.

Por fim, este trabalho corrobora de maneira primordial para a minha formação em Licenciatura em Química, visto que, me foi possibilitado a internalização de saberes e desenvolvimento de competências tanto na área de pesquisa em Ensino de Ciências quanto na vivência de organizar e ministrar eventos direcionados ao ensino. Portanto, a promoção e o aprimoramento dessas habilidades serão fundamentais para a construção de minha atuação como docente, da mesma maneira que beneficiou o desenvolvimento da interação social entre professor e alunos. Além disso, o trabalho árduo com o auxílio da ferramenta MoCEC v. 2 me distanciou da visão de ensino propedéutica que outrora me foi condicionada, me instigando o

interesse por estratégias e recursos que me levem a discussões de aspectos de NdC, além de contribuir para avaliação e elaboração de novos materiais a serem utilizados em ambientes de ensino.

REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources**. ed. 1. Saint Paul: SHiPS Educational Press, 2013. 310 p.
- ALLCHIN, D.; ANDERSEN, H. M.; NIELSEN, K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 461-486, abr. 2014.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, PR, v. 3, n. 1, p. 115-130, 13 fev. 2018. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
- BARROS, B. S. A.; TOMITA, N. E. Aspectos epidemiológicos da Fluorose no Brasil: pesquisa no período 1993-2006. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2010; 15(1): 289-300.
- BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. 595 p.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 18, p. 765-794, 2018.
- GASPAR, R. F. **Fluorose: um tema social para o ensino de química**. 2017. vi, 42 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- JUSTI, R.; ERDURAN, S. Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers. In: Conference of the International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 13., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2015. 11 p.
- LEDERMAN, N. G. Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for teaching, learning, and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 301-317.
- LIMA, M. M. **Análise de visões sobre Ciência: um estudo de caso sobre as visões de uma professora de Química em formação inicial**. 2020. 64 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Licenciado em Química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- LIMA, M. M.; IBRAIM, S. S.; SANTOS, M. Análise de aspectos de Natureza da Ciência expressos por uma professora em formação inicial no contexto de uma disciplina de História da Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-19, 2021.

MCCOMAS, W. F. Seeking Historical Examples to Illustrate Key Aspects of the Nature of Science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.

PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, n. 2, v. 7, p. 125-153, 2001.

SANTOS, M. **Compreendendo visões de estudantes sobre Ciências e suas relações com o ensino fundamentado em modelagem em contextos cotidiano, científico e sociocientífico**. 2019. 270 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

SANTOS, M.; JUSTI, R. Educação em Ciências a partir da elaboração de modelos pelos estudantes. In: FRANCO, L. G. (org.). **Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021. Cap. 5. p. 149-171. DOI: 10.5281/zenodo.5242285.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. **Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 20, p. 581-616, 2020.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. IJUÍ: UNIJUÍ, 2019, p. 195-216.

SIQUEIRA, E. C. P.; SANTOS, M. CORRÊA, R. G. Introdução de aspectos de Natureza da Ciência no planejamento de situações diferenciadas de ensino de Ciências. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2020.

APÊNDICE 1

OFICINA: A EMERGÊNCIA DE NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Texto Auxiliar

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano busca métodos que contribuem para a limpeza dos dentes. O primeiro creme dental “caseiro” surgiu no Egito há cerca de quatro mil anos. Era um material à base de pedra-pomes pulverizada e vinagre, que era esfregado nos dentes com pequenos ramos de arbustos. No século I, os romanos acrescentaram a essa pasta outros materiais como: mel, sangue, carvão, olhos de caranguejos, ossos moídos da cabeça de coelhos e urina humana. Todos eles com a finalidade de deixar os dentes mais brancos

Entretanto, o primeiro dentifrício comercial foi desenvolvido apenas em 1850 nos Estados Unidos. Inicialmente, este produto era comercializado na forma de pó e, depois, na forma de pasta. Um aumento da comercialização das pastas de dente ocorreu quando elas começaram a ser embaladas em tubos metálicos flexíveis. Após evolução histórica, os tubos de creme dental são de material plástico.

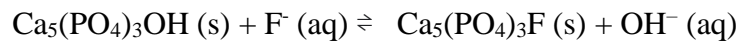
A pasta de dente é utilizada para evitar cáries, contribuindo para manter o esmalte dos dentes íntegros sem desgaste por corrosão. O esmalte dentário é constituído de um material muito pouco solúvel em água, cujo principal componente é a hidroxiapatita - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, um composto iônico formado pelos íons Ca^{2+} , PO_4^{3-} e OH^- .

Nossos dentes naturalmente passam por processos de desmineralização e mineralização. A desmineralização ocorre quando uma quantidade muito pequena de hidroxiapatita pode se dissolver, como representado pela equação química direta deste equilíbrio:



A pasta de dente, devido sua composição, contribui para que a reação direta do equilíbrio acima não seja predominante, levando a formação de cáries. De forma geral, as pastas têm em sua composição substâncias com funções abrasivas (agente de polimento) e de limpeza (tensoativos). Além disso, elas contêm corante, umectante, aglutinante, edulcorante, solvente e agente terapêutico. Dentre os componentes das pastas dentais, são as substâncias químicas que

contêm íons fluoretos (F^-) que alteram a reação de equilíbrio de mineralização / desmineralização acima. Isso porque, na presença dos íons F^- , um outro equilíbrio se estabelece:



Com isto, o esmalte passa a ser, então, um material modificado, assumindo a forma da substância fluorapatita. Os íons fluoreto não substituem todos os íons OH^- da hidroxiapatita. Somente uma pequena incorporação de íons F^- já é suficiente para alterar as propriedades do esmalte, tornando-o menos suscetível ao ataque por ácidos, evitando a formação de cáries.

APÊNDICE 2

OFICINA: A EMERGÊNCIA DE NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Qual é a função do 'Flúor' na saúde dentária?

Certo dia, em uma escola de Brasília, mais especificamente numa turma de Ensino Médio, os estudantes estavam eufóricos em uma discussão sobre bullying. Entre os alunos da turma estava Enzo, um jovem de 17 anos, que já trabalhava como Educador Social Voluntário em outra escola de ensino fundamental, no turno inverso. Ele resolveu participar da discussão e falou para os colegas:

- Sabe gente, eu auxilio uma turma com estudantes de aproximadamente 7 anos de idade onde trabalho de manhã. Uma das alunas, a Aninha, sofre bullying pelos colegas por ter pequenas manchas brancas em todos os seus dentes. Para implicar com a garotinha, os colegas a chamam de “rajadinha”. Fico com dó dessa garotinha, que sempre acaba chorando. Tento falar para ela não ligar.

Após este comentário, a turma entrou em desordem e alguns comentários surgiram:

- Será que os dentes dela estão manchados por causa de algum alimento?
- Quem sabe até algum líquido, né?
- Com certeza é algo que faz parte do seu dia a dia. Pode ser até falta de higiene. Credo, que nojo!

Imediatamente depois destas falas, Valentina disse:

-Gente, isso aí é a pasta de dente. Vocês sabem que as pastas podem fazer mal para a nossa saúde? Eu vi isso num vídeo no *TikTok*. Caraca, fiquei assustada! Nesse vídeo, uma mulher afirmava que o flúor afeta até o nosso cérebro!

A turma ficou extasiada. Alguns já queriam acessar o *TikTok*. Enquanto outros falavam para Valentina que isso não fazia sentido, que deveria ser fake news. Um pequeno grupo, no entanto, assumiu o fato como verdade. Ela enviou o vídeo para o grupo de mensagens da turma.

Após assistirem o vídeo, a colega Alice disse:

- Valha gente, minha prima de 6 anos tem a mesma coisa nos dentes. O dentista disse que se chama fluorose e é por causa do excesso de flúor. A turma continuou a discussão sobre o vídeo e, como não conseguiram chegar a um consenso, Enzo fala:

- Ué gente, nossa aula de Química já vai começar. Por que não conversamos com o professor sobre esse vídeo e as misteriosas manchinhas brancas nos dentes. Quem sabe o profe não pode nos ajudar a descobrir se a mulher desse vídeo é mais uma da turma das fake news ou se o que diz faz sentido.

Assuma que você é um pesquisador amigo do professor de Química desta turma e vai ajudá-lo a elaborar um experimento que busca entender a função dos íons fluoretos presentes na pasta de dente e se esses íons estão mesmo ligados ao surgimento de manchas brancas nos dentes. De quebra, você pode discutir o conteúdo do vídeo, para desvendar se é ou não uma fake news.

APÊNDICE 3

OFICINA: A EMERGÊNCIA DE NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA

LISTA DE MATERIAIS

<p>() 100 mL de solução 0.25 mol/L de fluoreto de sódio (NaF)</p> <p>() 100 mL de solução 0.5 mol/L de fluoreto de sódio (NaF)</p> <p>() 100 mL de solução 1.0 mol/L de fluoreto de sódio (NaF)</p> <p>() 200 mL de solução 1.0 mol/L de ácido acético (CH₃COOH)</p> <p>() Casca de ovos (CaCO₃)</p> <p>() Pedacinhos de madeira - celulose (C₆H₁₀O₅)_n</p> <p>() Pedacinhos de policloreto de vinila - PVC (C₂H₃Cl)_n</p> <p>() Pedacinhos de mármore (CaCO₃)</p> <p>() Béqueres de diferentes tamanhos (100 mL)</p> <p>() Béqueres de diferentes tamanhos (250 mL)</p> <p>() Béqueres de diferentes tamanhos (500 mL)</p> <p>() Béqueres de diferentes tamanhos (1000 mL)</p>	<p>() Pipeta (5 mL)</p> <p>() Pipeta (10 mL)</p> <p>() Erlenmeyer (100 mL)</p> <p>() Erlenmeyer (250 mL)</p> <p>() Bastão de vidro</p> <p>() Espátulas</p> <p>() Pinças</p> <p>() Balão Volumétrico (100 mL)</p> <p>() Balão Volumétrico (250 mL)</p> <p>() Toalhas de papel</p> <p>() Tubos de ensaio</p> <p>() Almofariz e pistilo</p> <p>() Bureta (25 mL)</p> <p>() Secador de cabelo</p> <p>() Proveta</p> <p>() Funil</p> <p>() Dessecador</p> <p>() Placa de Petri</p> <p>() Vidro relógio</p> <p>() Balança</p> <p>() Estufa</p>
---	---

APÊNDICE 4

QUESTÕES NORTEADORAS DA RODA DE CONVERSA (DIA 4)

1. Por que macerar a casca de ovo?
2. Teve algum momento em que vocês sentiram dificuldade para compreender algum conceito relacionado ao caso?
3. Quais ferramentas vocês utilizaram?
4. Como vocês julgam a proposição de um experimento para resolver o caso? Tiveram dificuldades?
5. Propor uma investigação científica requer criatividade?
6. Vocês vivenciaram algum resultado inesperado durante o experimento?
7. Vocês vivenciaram algum momento de incerteza durante alguma etapa do experimento?
8. O que os motivou?
9. Vocês acham que, para resolver este caso ou outros casos que os cientistas vivenciam em seu cotidiano, é necessário que ele seja um gênio? Uma pessoa com inteligência acima do normal?
10. Em algum momento, vocês modificaram a proposta do experimento para resolver o caso? isso acontece na comunidade científica?
11. A sua personalidade interferiu na proposta e na condução da atividade?
12. Os conhecimentos prévios adquiridos em sua formação acadêmica e na sua vida influenciaram na forma como propuseram e conduziram o experimento?
13. Os materiais, listados e disponibilizados para a realização da atividade, foram suficientes para a realização do experimento? Vocês usariam algo que não estava disponível?
14. Durante a atividade, vocês acham que vivenciaram etapas pelos quais o conhecimento científico passa para ser aceito pela comunidade científica? Quais etapas são essas?
15. Algum membro tomou a frente do trabalho? Todos participaram das etapas de elaboração e produção?

ANEXO 1

Quadro I. Caracterização dos aspectos de NdC relacionados às áreas de conhecimento (continua).

Área de conhecimento	Aspecto de NdC	Caracterização do aspecto de NdC
Filosofia da Ciência	<i>Epistemologia</i>	Reflexão do todo, ou seja, em torno da natureza, objetivos, valores, critérios, processos e práticas científicas e/ou epistêmicas. Assim, é um aspecto que possibilita reflexões sobre os limites e alcances da construção do conhecimento científico.
	<i>Ética</i>	Valores éticos e morais que norteiam as práticas científicas e/ou epistêmicas, ou que subsidiam as decisões tomadas na respectiva área.
	<i>Lógica</i>	Maneira de pensar e raciocínios relacionados à construção do conhecimento científico.
Psicologia da Ciência	<i>Complexidade</i>	Como, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico, um cientista pode ter dificuldades para compreender alguma parte do mesmo devido à sua complexidade.
	<i>Criatividade</i>	Capacidade que um cientista possui para elaborar, produzir e/ou inventar algo novo, bem como inovar a partir de algo que já exista, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.
	<i>Falibilidade</i>	Como cada cientista identifica e lida com erros durante o processo de produção e uso do conhecimento científico.
	<i>Incerteza</i>	Como cada cientista lida com as incertezas ² , mais precisamente como ele toma consciência, se posiciona e, quando possível ou necessário, toma decisões frente a elas.
	<i>Influência motivacional</i>	Influências que as motivações intrínsecas e/ou extrínsecas de um cientista podem sofrer e/ou exercer nos processos de produção e uso do conhecimento científico.
	<i>Inteligência</i>	Características intelectuais de um cientista relacionadas a como ele compreende, relaciona e faz escolhas relacionadas a determinado conhecimento científico durante os processos de produção e uso do mesmo, de forma que seja possível pensar no cientista com inteligência “regular”, isto é, que não tem uma inteligência fora do padrão (é um gênio).

² Algo para o qual não podemos prever precisamente o resultado ou criar uma explicação.

	<i>Limitação</i>	Como, devido a fatores internos e/ou externos, um cientista pode vivenciar dificuldades, ou mesmo se encontrar impossibilitado de dar continuidade ao processo de produção e uso de determinado conhecimento científico.
	<i>Não linearidade do pensamento</i>	Como o pensamento de um cientista não se modifica linearmente ao longo dos processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Objetividade	<i>Como um cientista pode pensar e agir de maneira direta, ou seja, ser focado em uma meta, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.</i>
	Personalidade	<i>Características individuais de um cientista³ que podem explicar seu comportamento em determinada situação ao longo dos processos de produção e uso do conhecimento científico.</i>
	Racionalidade	<i>Como um cientista pode pensar e agir em conformidade com a razão, isto é, como ele pode relacionar pensamentos seguindo alguma lógica, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.</i>
	Representação	<i>Capacidade que um cientista possui de expressar uma ideia de forma verbal, visual, matemática ou outra (por exemplo, ao pensar e/ou produzir analogias e modelos durante os processos de produção e uso do conhecimento científico).</i>
	Subjetividade	<i>Como os modos de pensar e/ou agir de um cientista se relacionam com suas próprias concepções prévias, que podem ser diferentes das de outro cientista e não necessariamente embasadas em alguma lógica explícita.</i>
Antropologia da Ciência	Incomensurabilidade	<i>Aspectos envolvendo o conceito de cultura⁴, resultando nas ideias de que não existe cultura boa ou ruim, melhor ou pior; existem diferentes culturas. Portanto, o conhecimento científico pode ser construído, interpretado e valorizado de maneiras diferentes, de acordo com as diferentes culturas.</i>
	Influência cultural	<i>Influências⁵ que a cultura pode sofrer e/ou exercer em relação a determinado conhecimento científico. Assim, indivíduos que manifestam diferentes culturas podem interpretar um mesmo fenômeno de maneiras diferentes.</i>
Sociologia da Ciência	Aceitabilidade	<i>Como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado, revisado e validado pelos cientistas para que seja aceito como científico.</i>
	Credibilidade	<i>Status que os cientistas, as instituições, os prêmios (por exemplo, o Nobel) e/ou a própria Ciência possuem frente à comunidade científica e/ou à sociedade.</i>

³ Por exemplo, se ele é honesto e incorruptível em determinada situação

⁴ Conjunto de crenças, hábitos, formas de vestir, pensar, agir, falar, comer, caminhar, rezar, entre outros, ou seja, é o que é passado, adquirido, aprendido, vivido e compartilhado entre os indivíduos (Laraia, 2001).

⁵ Advindas, segundo Santos, Maia e Justi. (2020), de posturas relacionadas à degradação do meio ambiente, ao racismo, ao feminismo, entre outras.

	Falibilidade	<i>Como os cientistas se articulam na comunidade acadêmica perante os erros, sejam seus ou de outro(s) cientista(s), durante o processo de produção do conhecimento científico.</i>
	Incerteza	<i>Como os cientistas, enquanto grupo de profissionais, tomam consciência, se posicionam, e/ou, quando possível ou necessário, tomam decisões frente a incertezas.</i>
	Influência sociopolítica	<i>Influências que a sociedade na qual os cientistas estão inseridos e a política (local ou global) podem sofrer e/ou exercer durante o processo de produção do conhecimento científico. Por exemplo, como questões sociais e políticas iluminadas por diferentes posturas influenciam no desenvolvimento de pesquisas sobre um determinado tema e/ou como as pesquisas realizadas interferem no meio social e político.</i>
	Interação entre cientistas	<i>Diferentes modos de interação entre cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições, discordâncias e disputas durante o processo de produção do conhecimento científico.</i>
Economia da Ciência	Acesso ao conhecimento	<i>Exclusividade do acesso ao conhecimento científico e suas implicações no valor monetário agregado ao mesmo; ou quem pode usufruir, direta ou indiretamente, de tal conhecimento.</i>
	Aplicabilidade	<i>Interesse das instituições que estão envolvidas nos processos de produção e/ou aplicação do conhecimento científico na utilização do mesmo.</i>
	Competitividade	<i>Competição entre instituições ao longo dos processos de produção, desenvolvimento e/ou aplicação do conhecimento científico, visando a obtenção de patentes e/ou reconhecimento da inovação.</i>
	Fonte de financiamento	<i>Variedade de instituições, incluindo universidades, centros de pesquisas, laboratórios industriais, agências governamentais, empresas spin-off, entre outras, responsáveis pelo financiamento de pesquisas científicas.</i>
	Investimento econômico	<i>Como o investimento ao longo dos processos de produção e aplicação do conhecimento científico é gradativo e depende dos resultados desses processos e de fatores sociais, políticos, ambientais, entre outros.</i>
	Produtividade	<i>Interesse das instituições que estão envolvidas nos processos de produção e aplicação do conhecimento científico no retorno financeiro advindo do mesmo.</i>
	Publicidade	<i>Interesse das instituições que estão envolvidas nos processos de produção e aplicação do conhecimento científico na divulgação do mesmo com objetivo de obter financiamento e/ou mercantilização e comercialização.</i>
	Viabilidade	<i>Processo de avaliação para definir e/ou justificar os investimentos em pesquisas científicas.</i>

História da Ciência	Influência histórica	<i>Influências que o contexto histórico pode sofrer e/ou exercer em relação aos processos de produção e uso de determinado conhecimento científico ao longo do tempo.</i>
	Multiplicidade	<i>Diversas narrativas de, e/ou interpretações diferentes para, um mesmo episódio histórico em relação a um determinado conhecimento científico.</i>
	Não linearidade	<i>Não existência de um único caminho para o desenvolvimento do conhecimento científico, incluindo os resgates de ideias apresentadas em pesquisas anteriores, os imprevistos e as mudanças nas pesquisas sobre um determinado conhecimento científico que foram ocorrendo ao longo do tempo.</i>
	Progressividade	<i>Processo pelo qual um determinado conhecimento científico foi produzido, comunicado, avaliado, revisado e validado de maneira gradativa ao longo do tempo. Assim, fica evidenciado que o conhecimento não é construído de uma única vez e que os processos de produção do conhecimento científico demandam tempo para ocorrer.</i>
	Provisoriedade	<i>Ocorrência de mudanças em um determinado conhecimento científico ao longo do tempo, havendo o abandono de algumas ideias em detrimento de novas construções, o que é consequência de o processo ser dinâmico, não linear e progressivo.</i>

Fonte: Adaptado de Santos; Maia; Justi, (2020).

ANEXO 2

Informa-se que o vídeo, de 1 min 02 s, disponibilizado para os participantes dessa pesquisa, como material de apoio, foi retirado da internet por sua autora. Como parte de nosso comprometimento com a pesquisa, fizemos uma transcrição de áudio totalmente fidedigna ao material original, postado na rede social *TikTok* “@mariliaslywitch”, corroborando com a integridade moral intrínseca ao método científico, igualmente, com possíveis leitores deste TCC.

Transcrição do vídeo:

“E aí eu falei que não uso pasta de dentes, mas os meus dentes... Foi uma polêmica. ‘Então como é que cê faz? Como que cê faz?’ Eu vou gravar esse vídeo ainda pra vocês. Mas eu quero falar pra vocês quais foram os três (3) motivos que me fizeram parar de usar a pasta de dentes.

Primeiro, eu me senti muito melhor. Meus dentes ficam limpos por muito mais tempo. Eu não acordo com ‘bafo de leão’ igual geralmente a gente acorda quando fica passando a pasta de dente e eu tenho um hálito muito bom porque eu substituí o frescor da pasta de dente por um óleo essencial de hortelã que eu pingo na língua. Então tá tudo certo.

Agora um motivo muito importante é porque o flúor calcifica a sua glândula pineal, que é uma glândula que a gente tem bem lá no centro da cabeça e que ela é responsável com sua conexão ao Criador. Então se você que às vezes vai para a igreja ou vê alguma coisa assim de Deus e não consegue se concentrar muito, pode ser que sua glândula esteja calcificada.”