

## AS DIMENSÕES DA APRENDIZAGEM CIENTÍFICA EM AULAS REMOTAS DE QUÍMICA UTILIZANDO VÍDEOS DE EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS

### THE DIMENSIONS OF SCIENTIFIC LEARNING IN REMOTE CHEMISTRY CLASSES USING VIDEOS OF SCIENTIFIC EXPERIMENTS

Keila Padilha de Oliveira Camargo de Lima<sup>1</sup>

Fabiele Cristiane Dias Broietti<sup>2</sup>

João Paulo Camargo de Lima<sup>3</sup>

**Resumo:** A pesquisa teve como objetivo analisar as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas em aulas remotas, utilizando como recurso didático vídeos de experimentos científicos. Foram analisadas as respostas dos estudantes às atividades e às discussões pré e pós-experimento em sala de aula. As aulas foram gravadas, transcritas e analisadas com base nos pressupostos da análise de conteúdo. Foram identificadas cinco das oito práticas científicas mencionadas no referencial do NRC (2012). Em relação aos conceitos transversais, foram identificados quatro deles, além de um grupo de ideias disciplinares. A participação dos estudantes nas intervenções possibilitou a promoção do letramento científico, uma vez que as atividades foram desenvolvidas a favor da compreensão de uma situação-problema de conceitos químicos, engajando os estudantes em um processo de participação ativa, contribuindo para a aprendizagem científica.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências; Conceitos transversais, Práticas científicas; Aprendizagem centrada no estudante.

**Abstract:** The research aimed to analyze the dimensions of scientific learning evidenced in remote classes, using videos of scientific experiments as a didactic resource. Students' responses to pre- and post-experiment classroom activities and discussions were analyzed. The classes were recorded, transcribed, and analyzed based on the assumptions of content analysis. Five of the eight scientific practices mentioned in the NRC framework (2012) were identified. Four of the transversal concepts were identified, in addition to a group of disciplinary ideas. The participation of students in the interventions made it possible to promote scientific literacy, since the activities were developed to favor the understanding of a problem-situation of chemical concepts, engaging students in a process of active participation, contributing to scientific learning.

**Keywords:** Science teaching; Crosscutting concepts; Scientific practices; Student-Centered Learning.

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: keilapadilha@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Educação para Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora Associada do Departamento de Química e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: fabieledias@uel.br.

<sup>3</sup> Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Professor Associado do Departamento Acadêmico de Física, Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: joaopaulo@utfpr.edu.br.

## 1 Introdução

A educação no Brasil foi gravemente afetada em virtude da situação pandêmica pelo surgimento do Coronavírus<sup>4</sup> (SANTOS JUNIOR; MONTEIRO, 2020; ESTEVÃO, 2020). O país teve vários setores impactados, as esferas econômicas, de saúde e educação. No âmbito educacional, os impactos refletiram “na interrupção e antecipação das férias escolares como medida de não prejudicar o ano letivo e estimular as secretarias estaduais e municipais de educação a buscarem novas estratégias de incentivo ao ensino remoto” (TEIXEIRA; NASCIMENTO, 2021, p. 03), em consequência, os sistemas de ensino passaram a utilizar distintas plataformas digitais para o desenvolvimento de aulas remotas. Neste contexto, houve a necessidade de estudantes e professores se adaptarem a uma nova rotina de estudo, buscando por metodologias diferenciadas e a adesão às tecnologias digitais, nas suas práticas diárias (LIMA *et al.*, 2022).

Nessa perspectiva, professores e estudantes passaram a utilizar diversos recursos tecnológicos para as aulas remotas síncronas e assíncronas. Para isso, os professores adaptaram as suas aulas nas plataformas digitais para dar continuidade ao calendário acadêmico de modo a mitigar o aprendizado dos estudantes, prejudicado com o afastamento social. Diante de algumas alternativas, esse caminho adotado desafiou os professores, alunos e suas famílias, visto que em muitos lares, haviam limitações de acesso à internet (NASCIMENTO; ROSA, 2020).

Além da dificuldade de acesso à *internet*, houve dificuldades de adaptação enfrentadas pelos professores, como problemas relacionados às abordagens metodológicas, aumento de tempo de trabalho, planejamento e execução de atividades remotas, instabilidades na rede de internet, ambiente e recursos tecnológicos adaptados, e, a falta de preparação prévia dos professores com as novas tecnologias de comunicação. Esse conjunto de episódios não previstos, aumentaram o estresse entre os atores envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem (ALMEIDA; ARRIGO; BROIETTI, 2020).

Mesmo diante dos desafios, muitos professores se esforçaram para se adaptar, buscando diversas ferramentas didáticas para auxiliar nos processos escolares. Algumas

---

<sup>4</sup> Os primeiros casos de infecção pelo novo coronavírus apareceram em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, China, onde foram diagnosticadas pessoas com graves problemas respiratórios, detectada a presença do coronavírus (SARS-CoV-2) identificado como o agente causador da doença COVID-19, uma pneumonia grave de etiologia desconhecida. (ESTEVÃO, 2020).

disciplinas necessitaram dos professores que buscassem novas tecnologias como alternativas de enfrentamento daquele momento.

A Química, enquanto disciplina escolar, apresenta extensa quantidade de conceitos e uma linguagem própria, nem sempre compreendida pelos estudantes. No contexto de aulas experimentais, distintos autores destacam as potencialidades da experimentação como ferramenta didática que auxilia os estudantes na compreensão de fenômenos e conceitos químicos (GONÇALVES; GOI, 2018; SALESSE, 2012).

Entretanto, no momento que as aulas não eram presenciais, uma alternativa foi usar vídeos de experimentos científicos como recurso didático. Desse modo, essa pesquisa objetivou analisar as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas em aulas remotas utilizando vídeos de experimentos científicos como recurso metodológico.

## 2 A experimentação no Ensino de Ciências e Química

Uma das estratégias possível no ensino de ciências é a experimentação. Essa ferramenta possibilita ao aluno interagir com o mundo científico, viabilizando melhor compreensão a respeito da ciência (MOTA; CALVALCANTE, 2012; LEIRIA; MATARUCO, 2015).

O professor, para ensinar ciências, necessita de embasamento teórico que possa orientar os estudantes na observação e interpretação dos fenômenos (LAZARIM *et al.*, 2022). Dessa forma, o desenvolvimento de atividades experimentais permite aos estudantes relacionarem os fenômenos com as teorias, fazendo-os pensar nos aspectos da ciência e nos processos de fazer ciência. “Ensinar a ciência utilizando o seu contexto teórico, sem deixar de experimentar contextualizando para a realidade dos discentes” (CARVALHO *et al.*, 2018, p. 54).

A utilização de experimentos é um modo de fazer que o estudante consiga contextualizar e compreender os conteúdos de sala de aula, permitindo a compreensão a partir da visualização dos fenômenos. Desta forma,

[...] as atividades experimentais desenvolvidas com outras práticas metodológicas vão desempenhar um papel muito importante para o aperfeiçoamento dos conceitos científicos, proporcionando assim uma melhoria na compreensão e no entendimento dessa ciência (LEIRIA; MATARUCO, 2015, p. 32217).

Uma proposta de ensino baseada na experimentação, favorece o estudante compreender os conceitos científicos, “quando acompanhada de um processo investigativo, torna-se uma ferramenta de ensino rica, pois possibilita criar situações que motivem os alunos” (SILVA, 2016, p.27). Além de auxiliar no processo de aprendizagem, favorece também a curiosidade, o interesse nos processos investigativos, a assimilação dos conteúdos e permite a interação dos estudantes com técnicas de investigação.

Silva (2016) afirmou que o uso de experimentação no ensino de Química, enriquece os processos de ensino e de aprendizagem, conduzindo o estudante a estreitar a teoria e a prática, assim como suas concepções científicas. Nesse sentido,

[...] é de fundamental importância a experimentação no Ensino de Química, pois através desse método as dificuldades dos alunos em compreender os conteúdos de química podem ser superadas, tornando o estudo mais prazeroso e contribuindo com o aumento do conhecimento científico aplicado no cotidiano do educando (SALESSE, 2012, p.13).

O uso da experimentação no “[...] processo de ensino aprendizagem tem sua importância justificada quando se considera sua função pedagógica de auxiliar o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos” (SALESSE, 2012, p.17).

De acordo com Gonçalves e Góti (2018), participar de aulas experimentais conduz os estudantes a refletir e inter-relacionar os conceitos químicos com o cotidiano. A experimentação na formação de professores emerge fundamentando e contribuindo efetivamente para o ensino e a aprendizagem em Química. Desse modo, Gonçalves e Marques (2016, p. 85) apontaram que “[...] a pesquisa sobre atividades experimentais no contexto da formação inicial de professores de química/ciências da natureza pode colaborar para a emergência de novos resultados e problemas associados a temática da experimentação”.

Esses apontamentos, aparentam ir ao encontro das pesquisas realizadas por um grupo de pesquisadores da área de ensino de Química. Em recente publicação a respeito da experimentação no ensino de Química, Souza, Oliveira e Queiroz (2019), em mapeamento da produção acadêmica (teses e dissertações), identificaram os principais focos temáticos. Entre eles se destacam: a concepção dos professores acerca das atividades experimentais em aulas de Química; o uso da experimentação como estratégia didática e a experimentação em materiais didáticos (SOUZA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2019).

Por conta de as aulas estarem acontecendo, naquele momento, de forma remota, uma opção para a utilização da experimentação em aulas de Química, foi utilizar vídeos

de experimentos científicos. O emprego de vídeos de experimentos científicos é um recurso que pode ser produtivo em aulas de Química, para simular experiências que *a priori*, necessitariam de um laboratório, tempo e recursos. Os vídeos de experimentos podem ser usados como complementação às aulas, ou para substituir a experimentação realizada de forma presencial quando esta não está ao alcance do laboratório. Nesse aspecto, Francisco e Francisco Junior (2013) destacaram as características da utilização de vídeos:

o vídeo pode encerrar características sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem e que não se separam, que podem atingir diversos sentidos e de diferentes formas (FRANCISCO; FRANCISCO JUNIOR, 2013, p. 51).

Os vídeos de experimentos são ferramentas de fácil acesso que favorecem a aprendizagem dos conceitos de forma clara, simulando o que acontece durante o processo da experimentação, ao utilizar para apresentar algum conceito, demonstrar situações que os estudantes não teriam acesso de outra forma, motivar a curiosidade, ilustrar os fenômenos. Além de ser um recurso dinâmico também auxilia nos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que “os discentes podem a partir do vídeo observar e analisar simulações de experimentos” (WATANABE; BALDORIA; AMARAL, 2018, p. 03).

Uma forma de contribuir para um efetivo resultado na aprendizagem dos estudantes se refere a utilização do vídeo com uma função investigativa (FANTINI, 2016). Nessa perspectiva, o intuito é que os estudantes busquem por soluções às determinadas situações-problemas e dessa forma, estimular a participação e gerar discussões em sala de aula, levando o estudante a refletir, a discutir, a explicar e a relatar a experimentação, como um ponto de partida para a construção do conhecimento. Além disso, os professores das áreas científicas, podem utilizar as dimensões da aprendizagem científica para orientá-los em suas ações em sala de aula, visando favorecer o letramento científico<sup>5</sup>. Na sequência apresentamos e discutimos as dimensões da aprendizagem científica acima mencionadas.

---

<sup>5</sup> Nossa compreensão acerca de Letramento Científico, fundamenta-se no NRC (1996) e OECD (2013). Trata-se da compreensão e conhecimento de conceitos e processos científicos, necessários para a tomada de decisão pessoal, participação cívica e cultural, e na produtividade econômica. Em síntese, quando letrado cientificamente, o indivíduo possui competências para explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar experimentos científicos, e por fim, interpretar dados e evidências cientificamente.

### 3 Dimensões da aprendizagem científica

As dimensões da aprendizagem científica são apresentadas no documento norte americano: *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*<sup>6</sup> elaborado pelo *National Research Council*<sup>7</sup> (NRC), com o objetivo de desenvolver a proficiência e a apreciação da ciência nos estudantes até os anos finais da educação básica.

[...] o ensino de ciências e engenharia no ensino fundamental e médio deve se concentrar em um número limitado de ideias centrais disciplinares e conceitos transversais, que seja projetado para que os alunos construam e revisem continuamente seus conhecimentos e habilidades sobre os vários anos, e apoiar a integração de tais conhecimentos e habilidades com as práticas necessárias para se engajar em investigação científica (NRC, 2012; p. 02, grifo nosso, tradução nossa).

As dimensões da aprendizagem científica possuem foco em três aspectos essenciais, a saber: práticas científicas, conceitos transversais e ideias centrais disciplinares, que os estudantes necessitam se envolver ao longo da escolarização para ser tornarem bem-sucedidos como cientistas ou como cidadãos cientificamente letrados (FICK, 2018). Essas três dimensões da aprendizagem científica devem estar presentes nos currículos e em avaliações, integrando os processos de ensino e aprendizagem.

A primeira dimensão se relaciona às práticas que descrevem ações associadas ao fazer ciência. O envolvimento dos estudantes com as práticas científicas gera um entendimento de como os conceitos científicos foram construídos e quais abordagens são usadas para investigar, modelar e explicar fenômenos científicos, além de favorecer o “apreço às diversas abordagens utilizadas nas investigações científicas e ajudam os estudantes a se tornarem críticos da informação científica” (COSTA, 2021, p. 21).

No momento que os estudantes participam de atividades que favorecem o envolvimento com as práticas científicas eles se envolvem com questionamentos, dados, evidências, desenvolvem explicações, constroem modelos, argumentam e aprendem sobre quais ferramentas utilizar para conduzir uma investigação científica. (NRC, 2012).

A segunda dimensão diz respeito a conceitos unificadores aplicados em todos os domínios da ciência. De acordo com Fick (2018), a segunda dimensão se refere aos conceitos transversais, ou seja, temas gerais empregados em disciplinas científicas para

<sup>6</sup> Um quadro conceitual para a educação científica: práticas, conceitos transversais e ideias centrais.

<sup>7</sup> Conselho Nacional de Pesquisa. O objetivo do Conselho Nacional de Pesquisa é ajudar a melhorar as políticas públicas e a educação em questões de ciência, tecnologia e saúde.

entender melhor como os fenômenos funcionam “esses conceitos ajudam a fornecer aos alunos, estruturas organizacionais para conectar o conhecimento das várias disciplinas em uma visão de mundo com base científica” (NRC, 2012, p. 83, tradução nossa).

Segundo Duschl (2012), os estudantes devem ter contato com esses temas gerais, tais como padrões; causas e efeitos; sistemas e modelos; energia e matéria, estabilidade e mudança, com mais frequência para adquirir uma compreensão dos conhecimentos científicos. E “esses temas gerais devem se tornar comuns e familiares em todas as disciplinas e níveis de ensino” (NRC, 2012, p. 83, tradução nossa) para favorecer a compreensão dos fenômenos científicos.

A terceira dimensão, trata de alguns conteúdos específicos das disciplinas de ciências, as chamadas ideias centrais disciplinares e “podem ser aplicadas para explicar e prever uma ampla variedade de fenômenos que ocorrem na vida cotidiana das pessoas” (NRC, 2012, p. 104, tradução nossa).

No documento referenciado, as ideias centrais disciplinares estão organizadas em quatro grandes grupos: Ciências Físicas; Ciências da Vida; Ciências da Terra e Espaciais e Engenharia; e, Tecnologias e Aplicações das Ciências. No primeiro grupo está a maioria dos processos relacionados a fatores químicos e físicos, tais como: a matéria e suas interações; forças e energia. No segundo grupo estão processos relacionados ao estudo da vida, tais como: moléculas e organismos; ecossistema; hereditariedade e universo. No terceiro grupo estudam-se os processos ocorridos na Terra, tais como: sistema solar; recursos naturais e impactos humanos nos sistemas terrestres. Por fim, no quarto grupo, estão aspectos voltados aos projetos de engenharia e relações entre engenharia, tecnologia, ciência e sociedade.

As dimensões apresentadas no NRC (2012) devem ser trabalhadas integralmente. Dessa forma, “[...] à medida que os alunos fazem ciência ativamente, eles aprofundam tanto sua compreensão conceitual do conteúdo quanto sua capacidade de se envolver nas práticas autênticas da ciência” (HARRIS *et al.*, 2016, p.03).

No Quadro 1 é apresentado três dimensões da aprendizagem científica e as suas subdivisões.

DIMENSÃO 1		DIMENSÃO 2		DIMENSÃO 3	
Práticas científicas (PC)		Conceitos transversais (CT)		Ideias centrais disciplinares (ICD)	
PC1	Formular questões	CT1	Padrões	ICD1	Ciências Físicas
PC2	Desenvolver e usar modelos	CT2	Causas e efeitos: mecanismo e previsão	ICD2	Ciências da Vida

PC3	Planejar e realizar investigações	CT3	Escala, proporção e quantidade	ICD3	Ciências da Terra e Espaciais
PC4	Analisar e interpretar dados	CT4	Sistemas e modelos de sistemas	ICD4	Engenharia, Tecnologias e Aplicações das Ciências
PC5	Fazer uso do pensamento matemático e computacional	CT5	Energia e matéria		
PC6	Construir explicações	CT6	Estrutura e função		
PC7	Argumentar a partir de evidências	CT7	Estabilidade e mudança		
PC8	Obter, avaliar e comunicar a informação				

**Quadro 1:** Dimensões da aprendizagem científica

**Fonte:** Autores (2022).

No trabalho realizado por Broietti, Nora e Costa (2019), discutiu-se o potencial de questões da prova do PISA<sup>8</sup> para envolver os estudantes em dimensões científicas específicas. No estudo, foram analisadas 59 questões de Ciências que envolveram conteúdos de Química e destacou-se os seguintes resultados: as práticas científicas mais identificadas nas questões foram analisar e interpretar dados (PC4) e construir explicações (PC6). O conceito transversal mais identificado foi: causa e efeito – mecanismo e predição (CT2). Quanto à terceira dimensão – ideias centrais disciplinares – os autores destacam a maior incidência das ciências físicas (ICD1), que trata de conteúdos a respeito da matéria e suas interações.

Em outro estudo, Costa, Broietti e Obara (2021) identificaram práticas científicas durante uma oficina temática desenvolvida com alunos do ensino médio, elaborada em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. Nessa oficina foram discutidos assuntos relacionados a composição, propriedades e eficácia dos anticoncepcionais masculinos. Com os resultados desse estudo, os autores identificaram que os estudantes se envolveram em seis das oito práticas científicas. De acordo com os autores, este estudo traz contribuições para os professores das áreas científicas, uma vez que reconhecer as dimensões pode orientar ações docentes em sala de aula, visando um ensino que favoreça o letramento científico.

<sup>8</sup> O PISA é um programa internacional que procura avaliar o nível educacional de estudantes dos países participantes por meio de provas que abrangem, principalmente, três áreas do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências. As questões de Ciências desse exame buscam relações com o contexto de vida dos estudantes, referindo-se à importância do Letramento Científico que, de acordo com a Matriz de Avaliação de Ciências do PISA 2015, “requer não apenas o conhecimento de conceitos e teorias da Ciência, mas também o conhecimento sobre os procedimentos e práticas comuns associadas à investigação científica e como eles possibilitam o avanço da Ciência” (OECD, 2013, p.4).

Desse modo, considerando que os documentos nacionais norteadores da educação básica também preconizam a promoção do letramento científico, pensamos na possibilidade de integrar estas dimensões ao contexto educacional brasileiro.

Nesse sentido, para este estudo, nos fundamentamos nas três dimensões expostas anteriormente, para analisarmos as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas em aulas remotas utilizando como recurso didático vídeos de experimentos científicos.

#### 4 Contexto da pesquisa e procedimentos metodológicos

Os dados analisados neste estudo foram coletados em uma disciplina ofertada para o quarto ano de um curso de licenciatura em Química de uma universidade pública da região norte do estado do Paraná. A disciplina ocorreu ao longo do primeiro semestre do ano de 2021, com carga horária de 72 horas, ministradas remotamente, devido às medidas sanitárias decorrentes do enfrentamento à pandemia do Coronavírus.

A disciplina abordou fundamentos teóricos e epistemológicos que estruturam as atividades experimentais investigativas, com a finalidade de evidenciar as potencialidades dessa ferramenta pedagógica, na construção dos conceitos científicos pelos estudantes. Sendo assim, foram desenvolvidas algumas aulas experimentais que abordavam os seguintes conteúdos: acidez e basicidade das substâncias; densidade dos materiais; conservação de massa em reações químicas; chuva ácida; solubilidade; cinética química e equilíbrio químico.

As aulas aconteceram de forma síncrona via *Google Meet* e as atividades foram postadas na plataforma do *Google Classroom* para serem respondidas assincronamente. Participaram da pesquisa oito estudantes que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, o qual foi enviado e recebido por *e-mail*<sup>9</sup>.

As aulas foram compostas de atividades distintas, cada tema ou conteúdo compreendia ao menos três etapas: atividade pré-experimento; vídeo do experimento; e atividade pós-experimento. Na atividade pré-experimento, a docente apresentava uma situação-problema envolvendo temática de interesse e, algumas questões sobre o tema, objetivando levantar as concepções/ideias dos estudantes acerca da problemática proposta. O vídeo do experimento abordava situações envolvendo conceitos químicos

---

<sup>9</sup> Os dados e informações obtidos neste artigo constituem parte integrante de pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética da universidade vinculada, sob o número CAEE 98056718.7.0000.5231, parecer número 3.120.489.

específicos, constituindo o segundo momento da aula, e objetivou estimular os estudantes a investigarem os conceitos estudados, como também explorar aspectos da situação-problema apresentada inicialmente. Por fim, na atividade pós-experimento, outras questões eram propostas aos estudantes possibilitando que articulassem informações contidas no vídeo com os conceitos trabalhados, levando-os a tecer compreensões sobre os conteúdos de química abordados e a situação-problema.

Na aula síncrona seguinte o professor discutia as respostas dos estudantes e iniciava um novo ciclo de atividade sobre um novo tema e/ou conteúdo.

Para esta investigação analisamos as atividades pré e pós-experimento da aula experimental de tema: **plásticos**. A atividade pré-experimento apresentava uma situação-problema e algumas questões (Quadro 2), a serem respondidas pelos estudantes.

Tema: plásticos
<p>Uma empresa de refrigerantes começou a receber reclamações sobre a diminuição da qualidade de suas embalagens, os clientes alegaram que elas estavam mais finas e moles. Essa empresa compra lotes das embalagens diretamente de uma fábrica de plásticos. O diretor da empresa solicitou que o químico do controle de qualidade fizesse testes para verificar a qualidade dessas embalagens e verificar se houve alguma mudança em relação as primeiras embalagens que não tiveram reclamações.</p> <p>Com base nessas informações, responda as seguintes questões:</p> <p>1- Qual a questão principal do texto?</p> <p>2- Por que as embalagens apresentam aspectos físicos diferentes das embalagens utilizadas pela empresa em momentos anteriores?</p> <p>3- Você, sendo o químico encarregado de verificar a qualidade dessas embalagens, faria quais testes rápidos com as embalagens para verificar suas hipóteses levantadas na questão anterior?</p>

**Quadro 2:** Situação-problema e questões da atividade pré-experimento

**Fonte:** Autores (2022).

A atividade pós-experimento era composta por um vídeo do experimento<sup>10</sup> e um conjunto de questões relacionadas ao assunto abordado. A descrição dessa atividade é apresentada no Quadro 3.

<p>1 - O que você observou no vídeo?</p> <p>2 - Com base em suas observações, avalie o procedimento que você elaborou na questão pré-experimento Número 3. Sua explicação para a Questão 3, pré-experimento se mantém?</p> <p>3- Existem formas de realizar uma separação desses materiais de cada grupo? Se sim, descreva.</p> <p>4- Tomando como base a Tabela 1 (com alguns valores de densidade), e sabendo que a densidade da água é 1,0 g/cm<sup>3</sup> defina quais são os plásticos pertencentes ao grupo que não afundou na água e do grupo que afundou. Explique seu raciocínio.</p> <p>5- Dispondo de uma solução de etanol com densidade igual a 0,9215 g/cm<sup>3</sup>, uma solução de NaCl com densidade de 1,15 g/cm<sup>3</sup>, óleo com densidade de 0,89 g/cm<sup>3</sup>, acetona com densidade de 0,80 g/cm<sup>3</sup>, água com densidade de 1,0 g/cm<sup>3</sup> e glicerina com densidade de 1,26 g/cm<sup>3</sup>, proponha uma separação para conseguir identificar todos os plásticos. Explique seu raciocínio.</p>
---

<sup>10</sup> O conteúdo do vídeo sofreu alguns cortes para que centrássemos no conteúdo químico densidade. O vídeo na íntegra pode ser acessado pelo seguinte endereço eletrônico <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_yt18HwthGE](https://www.youtube.com/watch?v=_yt18HwthGE)>. Acesso em: 05 abril. 2022.

6-Retornando ao texto inicial e após assistir o vídeo do experimento por que as embalagens apresentam aspectos diferentes, mais finos e moles?

**Quadro 3:** Questões da atividade pós-experimento

**Fonte:** Autores (2022).

Os dados foram organizados e analisados com base nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011), seguindo três etapas: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação.

A pré-análise constitui na escolha do material a ser analisado, assim como a preparação dos dados e a sua organização. Neste caso, foi selecionada a aula a ser analisada, separando as atividades com as respostas dos estudantes às questões das atividades pré e pós-experimento, bem como selecionada as gravações das discussões das atividades síncronas.

A segunda etapa se refere à exploração do material, momento onde se iniciou as etapas de codificação, fragmentação das unidades de registro e a categorização “esta fase, longa e fastidiosa, consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou numeração, em função de regras previamente formuladas (BARDIN, 2011, p.131). Nessa etapa, os estudantes foram codificados pela letra A (maiúscula) seguida de um numeral e as questões representadas pela letra Q (maiúscula) seguida de numerais. Para distinguir entre as questões pré ou pós-experimento, utilizamos a codificação QnPré ou QnPós e diferenciando tratar-se das respostas dos estudantes para as atividades ou as falas dos estudantes nas gravações do momento síncrono, utilizou-se entre parênteses (R) para as respostas e (G) para as falas dos estudantes durante as discussões. Dessa forma, por exemplo, o código A1-Q1Pré(R) refere-se à resposta dada pelo estudante A1, à primeira questão da atividade pré-experimento e, por exemplo, A3-Q2Pós(G), exemplificando a fala do estudante A3, ao discutir a segunda questão da atividade pós-experimento.

Para delimitar as unidades de registro foram analisadas as respostas e falas dos estudantes, bem como estabelecidas categorias *a priori*, tendo como base as dimensões da aprendizagem científica (Quadro1).

Por fim, a terceira etapa se refere ao momento da análise e interpretação dos resultados, os significados das mensagens. Nesse caso, interpretamos as respostas e as discussões dos estudantes para as atividades pré e pós-experimento, evidenciando as dimensões da aprendizagem científica.

## 5 Resultados e discussão

Apresentamos nossas análises, expondo inicialmente indícios das dimensões identificadas nas respostas e discussões da atividade pré e pós-experimento. Analisando as respostas dadas pelos estudantes nas três questões iniciais identificamos as seguintes dimensões:

Questões	PC	CT	ICD
- Qual a questão principal do texto?	PC4	CT6	ICD1
2- Por que as embalagens apresentam aspectos físicos diferentes das embalagens utilizadas pela empresa em momentos anteriores?	PC6	CT5; CT6;	ICD1
3 - Você, sendo o químico encarregado de verificar a qualidade dessas embalagens, faria quais testes rápidos com as embalagens para verificar suas hipóteses levantadas na questão anterior?	PC3	CT2	ICD1

**Quadro 4:** Dimensões identificadas nas respostas dos estudantes para as questões pré-experimento  
**Fonte:** Autores (2022).

Nas respostas das questões propostas no momento pré-experimento foram identificadas três práticas científicas diferentes, três conceitos transversais e um grupo de ideias disciplinares.

A prática científica **PC3 – planejar e realizar investigações**, foi identificada nas respostas dos estudantes na terceira questão proposta, na qual os estudantes deveriam indicar/propor testes rápidos para verificar a qualidade das embalagens, ou seja, pensar em testes que conseguissem obter informações necessárias para entender a situação-problema.

Os estudantes planejaram investigações sugerindo diversos testes: testes de tensão, estresse, degradação, temperatura, elasticidade, impacto e resistência. Todos esses testes foram propostos para verificar a qualidade das embalagens utilizadas pela empresa em momentos anteriores. Um exemplo de resposta foi: “realizaria testes de temperatura, elasticidade, dentre outros”. A4-Q3Pré(R).

Nesse caso, o estudante A4 propôs alguns testes para verificar a qualidade das embalagens. De acordo com Osborne (2014), quando os estudantes se envolvem nessa prática, compreendem o processo que os cientistas utilizam quando planejam e/ou realizam uma investigação e esse é o melhor caminho para o estudante desenvolver o letramento científico.

A prática científica **PC4 – analisar e interpretar dados**, foi evidenciada nas respostas dadas para a Questão 1, na qual os estudantes deveriam identificar o assunto principal abordado no texto, ou seja, diante da situação-problema apresentada sobre a

qualidade das embalagens plásticas, os estudantes teriam que analisar o texto e interpretar as informações fornecidas, demandando o envolvimento na PC4. Na sequência, apresentamos exemplos de respostas dos estudantes e falas mencionadas durante a discussão no momento da aula: “coloquei a diferença das embalagens do primeiro lote e dos demais lotes”. A1-Q1Pré(G). Já o estudante A2 respondeu: “problemas que uma empresa está enfrentando com a qualidade das embalagens produzidas”. A2-Q1Pré(R).

Como podemos observar nos excertos acima, os estudantes interpretam as informações fornecidas no texto da situação-problema e expressam suas ideias/compreensões sobre o tema principal abordado, que diz respeito à diferença na qualidade das embalagens de refrigerantes do primeiro lote, quando comparadas com as do segundo. Osborne (2014) aponta que proporcionar aos estudantes a análise de diferentes conjuntos de dados é prática essencial para o estudante desenvolver habilidades de condução investigativa.

Outra prática científica identificada foi a **PC6 - construir explicações**. Essa foi evidenciada nas respostas dadas à segunda questão em que os estudantes deveriam responder sobre o porquê de as embalagens apresentarem aspectos físicos diferentes. Apresentamos alguns exemplos de respostas: “podem ter ocorrido mudanças nas matérias-primas utilizadas no processo de fabricação ou alterações nos processos industriais”. A1-Q2Pré(G). “As embalagens podem estar mais finas e moles devido à utilização de menos material na sua fabricação [...]”. A5-Q2Pré(R).

Nos excertos acima, percebemos evidências da PC6, na forma como os estudantes “interpretaram os fenômenos e usam suas interpretações para construir explicações” (COSTA; BROIETTI; OBARA, 2021, p.188). Os estudantes constroem suas explicações mencionando: variedade de plásticos utilizados na fabricação das garrafas, alterações nos processos industriais e reações físicas ou químicas da embalagem.

Analisando algumas respostas, percebemos que os estudantes ao se engajarem nessa prática, se envolvem com explicações científicas a respeito dos fenômenos observados, e isso ajuda-os compreender as principais ideias que a Ciência desenvolve (NORA, 2017).

Nesse sentido, reforçamos que “os alunos precisam de oportunidades para se engajar na construção e na crítica de explicações. Eles devem ser encorajados a desenvolver explicações sobre o que observam [...]” (NRC, 2012, p. 69, tradução nossa).

Em relação aos conceitos transversais identificamos o **CT2 – causa e efeito: mecanismo e previsão** em especial nas respostas para a Questão 3, uma vez que os

estudantes sugerem inúmeros testes para verificar a qualidade das embalagens. Assim, consideraram o motivo da diferença no aspecto físico das embalagens e relacionam testes para apoiar suas ideias. Segue exemplo de resposta: “faria um teste de estresse, verificaria a qualidade da matéria-prima e colocaria a embalagem em meio ácido para ver se o pH está desestabilizando o polímero”. A2-Q3Pré(R).

O estudante A2 indicou a causa da diferença entre as embalagens (presença em meio ácido), e sugere alguns testes para explicar esse fenômeno e esclarecer os fatores que proporcionaram os efeitos nas embalagens. O conceito de “causa e efeito: mecanismo e explicação” abrange a compreensão de que “os eventos têm causas, às vezes simples, às vezes multifacetadas, sendo uma atividade importante da ciência investigar e explicar as relações causais e os mecanismos pelos quais elas são mediadas” (NRC, 2012, p. 84, tradução nossa).

Na pesquisa realizada por Nora (2017), em questões de ciências do PISA, o autor identificou o CT2 em aproximadamente 56% das questões analisadas. Esse percentual indica que a maioria das questões preconizava as relações de causa e efeito.

**O CT5 – energia e matéria**, foi outro conceito transversal encontrado nas respostas da Questão 2, na qual os estudantes deveriam dizer o porquê de as embalagens apresentarem aspectos físicos diferentes das embalagens anteriores. O estudante A3 menciona: “[...] poderia ser degradações da luz, temperatura. A incidência destes fatores externos eles poderiam desencadear outras reações”. A3-Q2Pré(G).

Em geral, na maioria das respostas, os estudantes relacionaram os efeitos nas embalagens a determinadas causas, sejam elas de ordem física ou química. Nesse caso, o estudante reporta-se a luz como fonte de energia, interagindo com a matéria e modificando sua estrutura, sendo que “a capacidade de examinar, caracterizar e modelar as transferências e ciclos de matéria e energia é uma ferramenta que os alunos podem usar em praticamente todas as áreas da ciência e engenharia” (NRC, 2012, p. 95, tradução nossa).

**O CT6 – estrutura e função** foi outro conceito transversal identificado, aparecendo nas respostas para a Questão 1, na qual os estudantes deveriam falar sobre a questão principal do texto e na Questão 2, onde os estudantes deveriam responder porque as embalagens apresentam aspectos físicos diferentes das embalagens anteriores. Exemplos de respostas: “a qualidade dos polímeros, uma vez que os clientes estavam reclamando”. A4-Q1Pré(R). “Pode ser alteração na propriedade do refrigerante. Na síntese do plástico do polímero”. A3-Q2Pré(R).

Diante dos excertos, podemos observar que os estudantes mencionam que a qualidade das embalagens se relaciona com a estrutura das moléculas de polímeros e/ou problemas com a matéria prima. De acordo com NRC (2012), o CT6 é fundamental para explorar as relações entre estrutura e função, porém para que os estudantes respondam questões relacionados a esse conceito, devem saber quais as propriedades e aspectos do material são relevantes para investigar os fenômenos. Para esse caso, os estudantes responderam ser a qualidade do polímero e a síntese do plástico.

Por fim, buscamos por indícios dos grupos disciplinares e identificamos a ICD1-Ciências físicas na resposta de todas as questões pré-experimento. Esse predomínio ocorre devido aos conceitos científicos presentes na atividade (interações da matéria, reações químicas, propriedades da matéria), assim como na resposta do estudante A7: “densidade, pressão e temperatura. As propriedades físico-químicas dos produtos são necessárias para saber a qualidade e a resistência do produto”. A7-Q3Pré(R).

Tendo o conhecimento dessas propriedades, o estudante consegue entender e reconhecer as propriedades físicas e químicas de cada material. Um dos objetivos das ciências físicas é “ajudar os alunos a ver que existem mecanismos de causa e efeito em todos os sistemas e processos que podem ser entendidos por meio de um conjunto comum de princípios físicos e químicos” (NRC, 2012, p. 103, tradução nossa).

Na sequência, analisamos as dimensões evidenciadas nas respostas e discussões dos estudantes para o momento pós-experimento. Analisando as respostas dadas pelos estudantes para as seis questões finais da atividade, identificamos as seguintes dimensões:

Questões	PC	CT	ICD
1- O que você observou no vídeo?	PC4	CT6	ICD1
2- Com base em suas observações, avalie o procedimento que você elaborou na questão pré-experimento Número 3. Sua explicação para a Questão 3 pré-experimento se mantém?	PC7	CT6	ICD1
3- Existem formas de realizar uma separação desses materiais de cada grupo? Se sim, descreva.	PC6	CT1	ICD1
4 - Tomando como base a seguinte tabela, e sabendo que a densidade da água é 1,0 g/cm <sup>3</sup> defina quais são os plásticos pertencentes ao grupo que não afundou na água e do grupo que afundou. Explique seu raciocínio.	PC4; PC5; PC7	CT1	ICD1
5 - Dispondo de uma solução de etanol com densidade igual a 0,9215 g/cm <sup>3</sup> uma solução de NaCl com densidade de 1,15 g/cm <sup>3</sup> , óleo com densidade de 0,89 g/cm <sup>3</sup> , acetona com densidade de 0,80 g/cm <sup>3</sup> , água com densidade de 1,0 g/cm <sup>3</sup> e glicerina com densidade de 1,26 g/cm <sup>3</sup> , proponha uma separação para conseguir identificar todos os plásticos. Explique seu raciocínio.	PC3; PC5	CT1	ICD1
6 - Retornando ao texto inicial e após assistir o vídeo do experimento, porque você acha que as embalagens apresentam aspectos diferentes, mais fino e moles?	PC6; PC7;	---	ICD1

**Quadro 5:** Dimensões identificadas nas respostas dos estudantes para as questões pós-experimento

**Fonte:** Autores (2022).

Nas respostas dos estudantes para as questões propostas após o vídeo foram identificadas cinco práticas científicas diferentes, dois conceitos transversais e um grupo de ideias centrais disciplinares.

A prática **PC3 – planejar e realizar investigações**, foi identificada nas respostas para a Questão 5, na qual os estudantes, diante de alguns líquidos/soluções com densidades diferentes, deveriam propor um método de separação para conseguir identificar todos os tipos de plásticos. Segue um exemplo de resposta:

A8-Q5Pós(R): os materiais seriam separados de acordo com sua densidade. Inicialmente os plásticos seriam misturados com água e feito a separação em dois grupos: PP; PEAD e PS; PVC; PET. Após os plásticos PP e PEAD seriam misturados em uma solução contendo etanol, espera-se que o PP boie e o PEAD afunde. A mistura de PS, PVC e PET seria colocada em uma solução de NaCl, o PS iria boiar e os outros dois iriam afundar. Então o PVC e PET seriam jogados em uma mistura de glicerina e o PVC boiaria e o PET afundaria.

Nessa questão, podemos observar a partir das ideias apresentadas no vídeo utilizando-se líquidos com densidades diferentes, que os estudantes compreenderam a densidade como uma propriedade específica que contribui para identificar diferentes tipos de plásticos. Naquele momento, os estudantes projetaram a investigação a partir da observação, e segundo Nora (2017, p. 109) “é preciso conhecer os procedimentos científicos necessários, mesmo que não envolva diretamente a etapa experimental”.

Para o autor supracitado, essa prática condiciona os estudantes formularem questões e hipóteses para a investigação e determinar a ferramenta mais adequada para gerar a conclusão mais confiável. Conforme os estudantes se aperfeiçoam em suas práticas, conseguem “decidir quais dados devem ser coletadas, quais variáveis devem ser controladas, quais ferramentas ou instrumentos são necessários para coletar e registrar dados em um formato apropriado (NRC, 2012, p. 60, tradução nossa).

No que diz respeito a prática científica **PC4 – analisar e interpretar dados**, essa foi identificada em respostas às Questões 1 e 4. Para a primeira questão, os estudantes, a partir das informações contidas no vídeo do experimento, deveriam relatar as observações realizadas. Seguem exemplos de respostas: “quatro plásticos foram colocados em água, onde dois flutuaram e dois submergiram”. A3-Q1Pós(R). “Existem diferentes tipos de plásticos utilizados na produção de materiais, sendo que cada um deles tem diferentes densidades, como pode ser observado pelo experimento”. A4-Q1Pós(R).

Nessa questão, os estudantes registraram suas observações, analisando-as e interpretando o fenômeno ocorrido no conteúdo mostrado pelo vídeo. A partir da

observação, eles coletaram seu próprio conjunto de dados, resumindo as principais características observadas e posteriormente interpretando-as.

A Questão 4 continha uma tabela com o valor de densidade da água  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , e alguns tipos de materiais (polipropileno, polietileno de alta densidade, poliestireno, policloreto de vinila e politereftalato de etileno). Nessa questão o estudante deveria definir quais eram os plásticos que pertenciam ao grupo que não afundou na água e os que afundaram e explicasse essa separação. Exemplo de resposta.

A4-Q4Pós(R): os materiais que não afundaram foram o Polipropileno (PP) e o Polietileno de Alta Densidade (PEAD), por sua densidade ser menor que a da água, já o Poliestireno (PS), o Policloreto de Vinila (PVC) e Politereftalato de Etileno (PET) são os que afundam, devido a sua densidade maior que a da água.

Os estudantes analisaram os dados da tabela com os valores das densidades e de acordo com as informações fornecidas, identificaram os diferentes tipos de plásticos, reconhecendo que alguns materiais possuem densidades diferentes, interpretando isso como o motivo pelo qual alguns flutuam e outros não.

Sobre a **PC5 – fazer uso do pensamento matemático e computacional**, essa prática foi evidenciada nas respostas às Questões 4 e 5. Na Questão 4, os estudantes observaram uma tabela com diferentes valores de densidade e de acordo com essas informações eles deveriam definir quais os plásticos que afundariam na água e quais não. Ao identificar os valores da densidade de cada material e compará-los com o valor da densidade da água, conseguiram prever o comportamento desses materiais

A3 Q4Pós(G): eu classificaria em dois grupos, os que afundam e os que flutuam. Por apresentarem densidade superior ao da água, sendo o poliestireno, policloreto de vinila e politereftalato de etileno o polipropileno e o polietileno de alta densidade.

Nesse caso, os estudantes usaram o pensamento matemático para estabelecer relações entre as variáveis de cada material em relação à densidade. “Essa prática consiste no uso de ferramentas e linguagem adequadas para a representação de variáveis, importantes na investigação científica, contribuindo, até mesmo, na identificação e comunicação precisa de ideias (NORA, 2017, p. 178).

A Questão 5 apresentou o valor da densidade de várias soluções/líquidos: etanol, NaCl, óleo, acetona, água e glicerina. A partir dessas informações, os estudantes deveriam propor um esquema de separação que possibilitasse identificar todos os plásticos. Segue exemplo de resposta: “O PP e o PEAD não vão afundar, devido apresentar uma densidade

menor que a água. Já o PS, PVC e o PET vão afundar devido apresentar uma densidade maior que a água”. A1Q5Pós(R).

Diante dos valores de densidade, os estudantes fizeram uma previsão do comportamento dos plásticos ao serem lançados nas soluções/líquidos. É possível observar nas respostas que os estudantes identificaram os materiais que afundam e quais flutuam. Essa questão, “exige que o aluno vá além do cálculo para fornecer uma consequência ou interpretação de seus resultados” (UNDERWOOD *et al.*, 2018 p. 212).

A **PC6 – construir explicações** foi evidenciada nas respostas nas Questões 3 e 6. Segundo Nora (2017), a PC6 possibilita aos estudantes executar ações associadas ao fazer ciência, pois essa prática ressalta aos estudantes explicar fenômenos, interpretar dados cientificamente e construir explicações dos fenômenos “necessitando que se estabeleça um raciocínio científico coerente para respondê-la” (NORA, 2017, p. 173).

Na Questão 3, foi solicitado aos estudantes responderem se existe formas de separação dos materiais de cada grupo, descrevendo-as. Um exemplo de resposta: “sim, utilizando diferentes solventes com diferentes densidades daria para separar estes materiais”. A5-Q3Pós(R).

Em respostas à questão, os estudantes reconheceram o comportamento dos plásticos como diferente, dependendo da densidade do líquido utilizado na separação. Perceberam que a densidade foi a característica principal que permitiu o surgimento de dois grupos, o grupo dos plásticos que afundaram e os que não afundaram na água. Relacionaram essa flutuabilidade ao conceito de densidade percebendo que “a diferença de densidade faz um objeto afundar ou flutuar” (BROIETTI; FERRACIN; ARRIGO, 2018, p. 215).

Na Questão 6, foi identificado a PC6 nas respostas dos estudantes. Nessa questão, os estudantes foram orientados a retornar ao texto inicial e após visualizar o vídeo do experimento e com as discussões realizadas durante a aula, repensarem em suas respostas dadas no momento inicial da atividade. Os estudantes explicaram que a diferença poderia se relacionar a vários fatores: densidade, luz, composição do plástico, armazenamento, diminuição do material, espessuras diferentes. Vejamos algumas respostas nos exemplos a seguir: “[...] diversos fatores como luz, composição do plástico e a substância que ele armazena podem ter deixado com o aspecto mais mole e fino”. A3-Q6Pós(R). “As embalagens foram provavelmente feitas com plásticos diferentes, pelo experimento é possível perceber que cada plástico possui uma faixa de densidade e isso pode interferir em suas propriedades físicas (ser mais finos ou moles)”. A8-Q6Pós(R).

Nessa questão, evidenciamos que os estudantes, a partir da análise e interpretação das informações do vídeo e das discussões ocorridas ao longo da aula, construíram suas explicações quanto aos aspectos distintos das embalagens, diferenciando-as das anteriores. Para responder essa questão “o estudante precisa realizar uma construção lógica coerente, incorporando as teorias e conceitos da Ciência, a respeito do fenômeno” (NORA, 2017, p.151).

De acordo com o NRC (2012), os estudantes constroem suas explicações pelo próprio entendimento do que observam, identificando as variáveis encontradas em suas observações. Esse tipo de atividade, que solicita a construção de explicações baseadas em teorias, ajuda-os a conceber sua própria compreensão sobre determinados fenômenos.

No que diz respeito a Prática Científica **PC7 – argumentar a partir de evidências**, foi identificada nas respostas às Questões 2, 4 e 6. Na Questão 2, os estudantes deveriam responder se manteriam os testes propostos na Questão 3 (da atividade pré-experimento). A maioria dos estudantes respondeu “sim”, justificando suas respostas, como no exemplo a seguir. “Sim, porém, adicionaria testes de densidades, para diferenciar diferentes tipos de polímeros”. A5-Q2Pós(R).

Após ver o vídeo do experimento científico e obter as informações, os estudantes argumentaram a partir das evidências observadas no vídeo do experimento, revendo suas respostas dadas inicialmente. Os estudantes constroem argumentos para confiabilizar os dados, assim como os cientistas que “[...] utilizam a argumentação e o raciocínio para justificar suas ideias [...]” (COSTA, 2021, p. 35).

A Questão 4 solicitou aos estudantes definirem os plásticos do grupo que afundaram e os que não afundaram: “os plásticos que afundam na água são o PS, PVC e PET, por terem uma densidade maior que da água. Já o PP e PEAD, boiaram, por ter densidade menor que da água, sendo mais leves”. A6-Q4Pós(R). Os estudantes argumentaram que os plásticos apresentam características diferentes entre si, ou seja, possuem densidades diferentes, justificando o fato de alguns flutuarem em água e outros submergirem em água.

Segundo o NRC (2012), à medida que os estudantes se envolvem em investigações, examinam, revisam e avaliam seus próprios conhecimentos, ampliam suas compreensões sendo mais críticos em relação às ideias de seus pares por meio de um processo de argumentação, pois “todas as alegações de conhecimento em ciência devem ser argumentadas” (OSBORNE, 2014, p. 185).

Na Questão 6, os estudantes deveriam retomar a situação-problema inicial e, após as discussões e o recurso do vídeo, descrever o porquê de as embalagens apresentarem aspectos diferentes. Assim os estudantes argumentam:

A8-Q6Pós(R): as embalagens foram provavelmente feitas com plásticos diferentes, pelo experimento é possível perceber que cada plástico possui uma faixa de densidade e isso pode interferir em suas propriedades físicas (ser mais finos ou moles).

Os estudantes construíram alegações pela própria interpretação dos fenômenos observados. Ao argumentarem uma possível solução para a situação-problema proposta, eles adquirem uma linguagem mais científica “deve-se esperar que eles descubram quais aspectos da evidência são potencialmente significativos para apoiar ou refutar um determinado argumento” (NRC, 2012, p. 73, tradução nossa).

Oportunizar aos estudantes argumentarem cientificamente proporciona a construção de seu conhecimento, serem mais críticos e identificarem o ponto fraco dos argumentos alheios “os alunos devem começar a aprender a criticar fazendo perguntas sobre suas próprias descobertas e as dos outros” (NRC, 2012, p. 74, tradução nossa).

Quanto aos conceitos transversais, o **CT1- padrões** foi evidenciado nas respostas das Questões 3, 4 e 5. A Questão 3, mencionou a existência de formas de separar os materiais de cada grupo. Caso a resposta fosse afirmativa, os estudantes deveriam justificar essa separação. Percebemos que os estudantes conseguiram identificar os padrões entre os diversos tipos de plásticos e classificá-los de acordo com a sua densidade. Segundo o NRC (2012),

um dos principais usos do reconhecimento de padrões é na classificação, que depende da observação cuidadosa de semelhanças e diferenças; os objetos podem ser classificados com base em semelhanças de características visíveis ou microscópicas (NRC, 2012, p. 85, tradução nossa).

A partir da observação, os estudantes reconheceram as semelhanças e diferenças entre as embalagens, evidenciando padrões. “Podemos separar em dois grupos, um com maior densidade que a água e outro com menor densidade que a água”. A1-Q2Pós(R). Os estudantes observaram padrões e agruparam os plásticos entre aqueles que afundam e aqueles que flutuam, por possuir densidade menor ou maior do que a do solvente utilizado. Assim, “observar padrões geralmente é o primeiro passo para organizar e fazer perguntas científicas sobre por que e como os padrões ocorrem” (NRC, 2012, p.85, tradução nossa).

Da mesma forma, para as respostas à Questão 4, eles usaram padrões para realizar as separações dos plásticos. Segue exemplo de resposta:

A4-Q4Pós(R): os materiais que não afundaram seriam o Polipropileno (PP) e o Polietileno de Alta Densidade (PEAD), por sua densidade ser menor que a da água, já o Poliestireno (PS), o Policloreto de Vinila (PVC) e Politereftalato de Etileno (PET) seriam os que afundariam, devido a sua densidade ser maior que a da água.

Os estudantes analisaram os dados da tabela com os valores de densidade de cada material e identificaram que existem padrões entre os materiais. Comparando suas similaridades e diferenças para chegar a uma conclusão “é importante que eles desenvolvam maneiras de reconhecer, classificar e registrar padrões nos fenômenos que observam” (NRC, 2012, p. 86, tradução nossa).

A observação e o reconhecimento de padrões são ferramentas importantes para explicar **como** e o que se **faz** para que o padrão ocorra “padrões são essenciais para responder a essas perguntas e construir compreensões” (KRAJCIK *et al.*; 2014, p. 171). Os estudantes também reconheceram padrões ao responderem à Questão 5,

A1-Q5Pós(R): primeiramente eu usaria a água para separar em dois grupos, o que afundaria na água e o que não afundaria, então pegaria o grupo que não afundaria que seria o PP e o PEAD, colocaria ambos na solução de etanol, o que afundaria é o PEAD e o que flutuaria é o PP. Voltando no grupo que afundaria na água, pegaria o PS, PVC e o PET, e colocaria na solução de NaCl, o que flutuaria seria o PS e o que afundaria seria o PVC e o PET, e então pegaria os dois e colocaria na glicerina o que afundaria seria o PET e o que flutuaria seria o PVC.

Para essa questão, podemos observar que os estudantes identificaram que os materiais separaram-se dependendo da solução/líquido utilizado e reconheceram padrões ao relacionarem os valores da densidade dos materiais com as soluções usadas na separação.

Outro conceito transversal evidenciado foi o **CT6 – estrutura e função**, identificado nas respostas nas Questões 1 e 2. Na primeira questão, os estudantes deveriam relatar o observado no vídeo do experimento. Um exemplo de resposta: “os plásticos apresentam diferentes densidades, essa diferença é atribuída às matérias-primas utilizadas na fabricação deles”. A8-Q1Pós(R). O estudante observou que alguns plásticos podem flutuar ou afundar em água, dependendo da densidade do material, perceberam que a estrutura do material influencia as propriedades, características e funções.

Na Questão 2, os estudantes deveriam visitar a respostas dada para a Questão 3 da atividade inicial e mencionar se manteriam ou não suas respostas.

A7-Q2Pós(R): sim. Os plásticos apresentam entre si características físicas e químicas diferentes e o experimento comprova que o método de densidade é válido para determinar a característica do plástico se houve algum tipo de modificação da matéria prima comprada pela indústria.

De acordo com NORA (2017), os aspectos estrutura e função estão interligados, um explica o outro, no momento em que os estudantes observam com detalhes a estrutura do material e do que é feito, passam a entender e compreender a estrutura microscópica do material. Essa observação é “necessária para saber quais propriedades e quais aspectos de forma ou material são relevantes em uma determinada magnitude, ou na investigação de fenômenos” (NRC, 2012, p. 96, tradução nossa).

Em relação as ideias centrais disciplinares a **ICD1 – Ciências físicas**, foi identificada em todas as respostas da atividade pós-experimento, uma vez que as questões abordavam aspectos da estrutura e propriedades físicas da matéria. Segue exemplo:

A8-Q3Pós(R): saber quais substâncias foram usadas na fabricação, as propriedades físicas (principalmente ponto de fusão) e mecânicas (valores de tensão de deformação). Tendo conhecimento dessas propriedades é possível entender qual é o comportamento em temperatura ambiente e quanto de força a garrafa suporta receber sem danificar.

De certo modo, todas as questões envolviam conceitos relacionados às características físicas dos materiais e a partir do vídeo o foco central da atividade recaiu sobre o conceito de densidade, a partir dos fenômenos de flutuação, caracterizando o grupo de ideias centrais disciplinares Ciências Físicas.

Diante das análises realizadas, notamos que as atividades que compuseram a aula experimental, abordando o tema plástico, possibilitaram que os estudantes se engajassem em várias das dimensões da aprendizagem científica. No que diz respeito às práticas científicas, foram evidenciadas a PC3, PC4, PC5, PC6 e a PC7, ou seja, os estudantes ao responderem às questões se envolveram no planejamento e realização de investigações; em analisar e interpretar dados; recorreram ao pensamento matemático; construíram explicações e argumentaram a partir de evidências.

Dessa maneira, o engajamento dos alunos nas práticas envolveu também o fazer ciência, os alunos não só aprenderam conhecimentos da ciência, mas também sobre a ciência, o que pode causar interesse e motivação e permitir que os alunos percebam a criatividade envolvida no trabalho dos cientistas (COSTA; BROIETTI; OBARA, 2021, p. 183).

No que diz respeito aos conceitos transversais, foram evidenciados o CT1, CT2, CT5 e CT6. Os estudantes analisaram e identificaram padrões, observaram as causas e efeitos do fenômeno em estudo, relacionando estas com a qualidade dos materiais, também identificaram aspectos relacionados a energia e a matéria, assim como a relação entre estrutura e função, em que a qualidade das embalagens estava relacionada com a sua estrutura.

Por fim, evidenciamos o grupo de ideias centrais disciplinas, ICD1, em respostas a todas as questões das atividades pré e pós-experimento. Essa incidência ocorre devido às questões contemplarem um assunto diretamente relacionado com as propriedades e interações com a matéria, “as ideias centrais disciplinares reforçam o princípio, de que o conhecimento do conteúdo científico é essencial para a compreensão de fenômenos”. (NORA, 2017, p. 197).

A atividade proposta oportunizou a conexão das três dimensões da aprendizagem científica, ressaltando a importância de o professor explorar cada uma delas em momentos oportunos e integrá-las sempre que possível. Houseal (2016) mostra a importância em trabalhar o ensino tridimensional como ferramenta para ajudar o estudante a fazer ciência, pois “os alunos aprendem ciência engajando-se ativamente nas práticas da ciência” (HOUSEAL, 2016, p. 01). Esse “fazer” ciência compete a combinação das três dimensões, uma vez que “quando as dimensões são combinadas e funcionam juntas, como fios de uma corda, o aprendizado é mais forte” (KRAJCIK *et al.*, 2014, p. 123).

Essa integração das dimensões ajuda os estudantes a construir uma compreensão consistente das ideias da ciência e, quanto maior a conexão maior será a capacidade dos estudantes em resolver problemas, tomar decisões, explicar fenômenos, além de adquirir uma produtiva rede de ideias interligadas que é uma ferramenta essencial para explicar os fenômenos.

Integrar estas dimensões nas propostas desenvolvidas em sala de aula pode favorecer uma compreensão mais ampla das ideias desenvolvidas pela comunidade científica, possibilitando que nossos estudantes ampliem suas capacidades em resolver problemas, tomar decisões, explicar fenômenos, desenvolver habilidades e conhecimentos para compreender os diferentes processos científicos.

## 6 Considerações finais

Considerando que o objetivo desta pesquisa consistiu em analisar as dimensões da aprendizagem científica evidenciadas em aulas remotas utilizando como recurso didático vídeos de experimentos científicos, conseguimos identificar o engajamento dos estudantes em distintas dimensões ao se envolverem com as atividades propostas.

Foram identificadas nas atividades pré e pós-experimento cinco das oito práticas mencionadas no referencial do NRC (2012), quatro conceitos transversais e um grupo de ideias centrais disciplinares. Diante das análises podemos destacar que integrar tais dimensões em atividades de sala de aula, promove o letramento científico dos estudantes, neste caso, de futuros professores. Acreditamos que pensar em situações de ensino, a partir destas dimensões, pode levar os estudantes (futuros professores) a pensar e propor ações de ensino e aprendizagem que ajudem a compreender como os conceitos científicos são construídos.

Envolvê-los em um ensino que integre práticas científicas, conceitos transversais e ideias centrais disciplinares faz parte de um processo de participação ativa na aprendizagem científica, contribuindo para uma visão mais crítica para se compreender melhor o mundo em que se vive. Vale ressaltar que a utilização das dimensões em situações de ensino é muito promissora no ensino de química, uma vez que favorece o letramento científico, possibilitando o envolvimento dos estudantes com conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomada de decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade.

Desta maneira, a construção do conhecimento a partir das práticas científicas, dos conceitos transversais e das ideias centrais, pode servir como uma abordagem de ensino e aprendizagem eficaz na construção do conhecimento científico.

## Referências

ALMEIDA, F. G.; ARRIGO, V.; BROIETTI, F. C. D. Relatos de pós-graduandos em Ensino de Ciências e Educação Matemática a respeito de aspectos da formação em tempos de pandemia. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 10, e024732, p. 1-21. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BROIETTI, F. C. D.; FERRACIN, T. P.; ARRIGO, V. Explorando o conceito "Densidade" com estudantes do ensino fundamental. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, Bogotá, v. 13, n. 2, p. 201-217. 2018.

BROIETTI, F. C. D.; NORA, P. S.; COSTA, S. L. R.; Dimensions of Science Learning: a study on PISA test questions involving chemistry content. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 1, p. 95-115. 2019.

CARVALHO, H. N. de; LEITE, J. L.; LIMA, R. C. P. de.; OLIVEIRA, J. C. C.; DELGADO, O. T. A experimentação no ensino de ciências: utilizando a química como proposta para experimentação no mestrado de ensino de ciências. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 01, p. 52-64. 2018.

COSTA, S. L. R. **Práticas científicas no ensino de ciências: Características, compreensões e contextos das publicações**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

COSTA, S. L. R.; BROIETTI, F. C. D.; OBARA, C. E. Identifying Scientific Practices in a Science, Technology and Society Themed Workshop. **Acta Didactica Napocensia**, Cluj-Napoca, v. 14, n. 2, p. 181-193. 2021.

DUSCHL, R. A. The second dimension—crosscutting concepts. **The Science Teacher**, Arlington, v. 9, n. 2, p. 34-38. 2012.

ESTEVÃO, A. Covid-19. **Acta Radiológica Portuguesa**, Lisboa, v. 32, n. 1, p. 5-6. 2020.

FANTINI, L. H. **O uso de vídeos em aulas de Química**. 2016. Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - FaE -UFMG Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional da FaE/UFMG, Belo Horizonte, 2016.

FICK, S. J. Potential for crosscutting concepts to support the development of science knowledge. **Science Education**. Charlottesville, v. 102, p. 5-35. 2018.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n. 2, p. 49-65. 2013.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A experimentação na docência de formadores da área de ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 84-98. 2016.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J.; A experimentação investigativa no ensino de Ciências na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 4, n. 2 (esp), p. 207-221. 2018.

HARRIS, C. J. KRAJCIK, J.S; PELLEGRINO, J.W; MCELHANEY, K.W. **Constructing assessment tasks that blend disciplinary core ideas, crosscutting concepts, and science practices for classroom formative applications**. ed. Menio Park, CA: SRI International, 2016.

HOUSEAL, A. K. A visual representation of threedimensional learning: A model for understanding the power of the framework and the NGSS. **The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education**, Fort Worth, v. 20, n. 9, p. 1-7, 2016.

KRAJCIK, J.; CODERE, S.; DAHSAH C.; BAYER, R.; MUN K. Planning instruction to meet the intent of the Next Generation Science Standards. **Journal of Science Teacher Education**, London, v. 25, n. 2, p. 157-175. 2014.

LAZARIM, C. A. P.; SILAVA, E. T. A.; FIORATTI, N. A.; STRIEDER, D. M.; LIMA, D. F.; DELLA JUSTINA, L. A. Discussões sobre cultura científica: uma breve análise. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3., 2022, Diamantina. **Anais Eletrônico...** Even3: Editora, 2022. p. 1-8.

LIMA, K. R. L. de; PALAVISSINI, C. F. C.; MEZA, S. K. L.; STRIEDER, D. M.; LIMA, D. F. de. Construindo saberes: utilizando modelos didáticos em citologia na pandemia. **Research, Society and Development**, Varzea Grande Paulista, v. 11, n. 11, e447111133756. 2022.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física. In: FORMAÇÃO DE PROFESSORES, COMPLEXIDADE E TRABALHO DOCENTE, 2., 2015, Curitiba - Paraná. Anais do Congresso Nacional de Educação (EDUCERE). **Anais do Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2015. p. 32214-32227.

MOTA, C. M. V.; CAVALCANTI, G. M. D. O papel das atividades experimentais no ensino de Ciências. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL: EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6, 2012, Sergipe. **Anais....** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe. 2012. P.1-14.

NASCIMENTO, F. G. M.; ROSA, J. V. A. Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de química em tempos de pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 38513-38525. 2020.

NORA, P. S. **As dimensões da aprendizagem científica em questões do PISA que abordam conteúdos químicos**. 2017. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, 2012. 385p. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-educationpracticescrosscutting-concepts>. Acesso em: 06 de set. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **National Science Education Standards**. Washington DC: National Academic Press, 1996. 272p. Disponível em: <http://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Matriz de avaliação de ciências**. Tradução do documento: Pisa 2015 Draft Science Framework, 2013. Traduzido por Leonice Mderios – Daeb/Inep. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/marcos\\_referenciais/2015/matriz\\_de\\_ciencias\\_PISA\\_2015.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf). Acesso em: 28/04/2022

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, London, v. 25, n. 2, p. 177-196. 2014.

SALESSE, A. M. T. **A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2012. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Modalidade de Ensino a Distância) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2012.

SANTOS JUNIOR V. B.; MONTEIRO, J. C. S. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, Bom Jesus da Lapa, v. 2, p. 01-15. 2020.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista– UNESP, Bauru, 2016.

SOUZA, R. F.; OLIVEIRA C. P. F.; QUEIROZ, S. L. Mapeamento da pesquisa no campo da experimentação no ensino de química no Brasil. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 93-119. 2019.

TEIXEIRA, O. D. A.; NASCIMENTO, F. L.; Ensino remoto: o uso do Google Meet na pandemia da covid-19. **Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, v. 7, n. 19, p. 44-61. 2021.

WATANABE, A.; BALDORIA, T.; AMARAL, C. L. C. O vídeo como recurso didático no ensino de química. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 1-10. 2018.

UNDERWOOD, S. M. et al. Adapting assessment tasks to support three-dimensional learning. **Journal of Chemical Education**, Washington DC, v. 95, n. 2, p. 207-217. 2018.

**Recebido em:** 31 maio de 2022

**Aceito em:** 31 de julho de 2022