

Uma análise de atividades experimentais em aulas remotas de Química a partir das Dimensões da Aprendizagem Científica

Keila Padilha de Oliveira Camargo de Lima¹

Fabiele Cristiane Dias Broiatti²

Resumo: A presente pesquisa apresenta resultados de uma investigação que teve por objetivo identificar e analisar as Dimensões da Aprendizagem Científica mobilizadas por estudantes ao responderem questões abertas de atividades pré e pós-experimento em aulas remotas de Química. Para isso, foram analisadas as respostas dos alunos em exercícios que abordavam temas como a *Plantação de feijão* e o *Mar Morto*, buscando identificar evidências dessas dimensões (NRC, 2012; NGSS, 2013). Mediante as análises, fundamentadas nos pressupostos da Análise de Conteúdo, foram identificadas seis Práticas Científicas relacionadas ao fazer Ciência, quatro Conceitos Transversais, que atravessam fronteiras disciplinares, que vão desde a identificação de padrões até o reconhecimento das causas e efeitos dos fenômenos em estudo e dois grupos de Ideias Centrais Disciplinares, relacionados a conceitos científicos específicos. Ao se empenhar nas atividades propostas, os estudantes puderam se envolver em diferentes dimensões, sendo oportunizado que construíssem uma compreensão ampla das ideias da Ciência.

Palavras-chave: Experimentação. Ensino Remoto. Vídeos. Prática Científica.

An analysis of experimental activities in Chemistry based on the Dimensions of Scientific Learning

Abstract: This research presents the results of an investigation that aimed to identify and analyze the Dimensions of Scientific Learning mobilized by students when answering open questions from pre- and post-experiment activities in remote Chemistry classes. To this end, student responses were analyzed in activities that addressed topics such as bean plantation and the Dead Sea, seeking to identify these dimensions (NRC, 2012; NGSS, 2013). Through the analyses, based on the assumptions of content analysis, six Scientific Practices related to doing Science were identified, four Transversal Concepts, which cross disciplinary boundaries, ranging from the identification of patterns to the recognition of the causes and effects of the phenomena under study and two groups of Disciplinary Central Ideas, related to specific scientific concepts. By engaging in the proposed activities, students were able to get involved in different Dimensions, providing for them to build a broader understanding of the ideas of Science.

Keywords: Experimentation. Remote Teaching. Videos. Scientific Practice.

Un análisis de las actividades experimentales en Química a partir de las Dimensiones del Aprendizaje Científico

Resumen: Esta investigación presenta los resultados de una investigación que tuvo como objetivo identificar y analizar las Dimensiones del Aprendizaje Científico mobilizadas por los estudiantes al responder preguntas abiertas de actividades previas

¹ Universidade Estadual de Londrina — Paraná, Brasil. ✉ keilapadilha@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-3607-6790>.

² Universidade Estadual de Londrina — Paraná, Brasil. ✉ fabieledias@uel.br  <https://orcid.org/0000-0002-0638-3036>.

y posteriores al experimento en clases remotas de Química. Para ello, se analizaron las respuestas de los estudiantes en actividades que abordaron temas como la plantación de frijol y el Mar Muerto, buscando identificar estas dimensões (NRC, 2012; NGSS, 2013). Los datos fueron organizados y analizados en base a los supuestos del análisis de contenido e se identificaron seis Prácticas Científicas relacionadas con hacer Ciencia, cuatro Conceptos Transversales, que cruzan fronteras disciplinares, que van desde la identificación de patrones hasta el reconocimiento de las causas y efectos de los fenómenos en estudio, y dos grupos de Ideas Centrales Disciplinarias, relacionado con los conceptos científicos específicos. Al participar en las actividades propuestas, los estudiantes pudieron involucrarse en diferentes dimensiones, permitiéndoles construir una comprensión más amplia de las ideas de la ciencia.

Palabras clave: Experimentación. Enseñanza remota. Vídeos. Practica Científica.

1 Introdução

No ano de 2020, as redes de ensino, em todo o mundo, foram afetadas pelo surto do SARS-CoV-2 que se espalhou por diversos países, conduzindo ao distanciamento social e, conseqüentemente, ocasionando uma mudança na rotina dos sujeitos, tanto no sentido pessoal quanto profissional (Almeida, Arrigo e Broietti, 2020).

No cenário educacional, muitos professores passaram a utilizar plataformas digitais para disponibilizar materiais e se comunicar com os estudantes. No que concerne às aulas experimentais, este foi mais um desafio a ser superado, sendo necessária a busca de recursos alternativos para a implantação de aulas no ensino remoto. Pelo fato de não poderem ser utilizados os ambientes físicos dos laboratórios de Ciências, uma das soluções foi buscar meios didáticos acessíveis, como a utilização de vídeos de experimentos científicos, uma vez que “ampliam as possibilidades da prática experimental, conjugando diferentes espaços físicos e temporalidades” (Francisco Junior e Francisco, 2020, p. 845).

Nas aulas de Química, nos diferentes níveis de ensino, a experimentação se constitui como um recurso pedagógico importante que potencializa a construção de conceitos científicos. Almeida e Broietti (2023, p. 309) argumentam que aprender Química “é uma busca por revelar a identidade das substâncias, compreender a diversidade no mundo material e biológico, explicar semelhanças e diferenças e transformar a natureza”. Nesse sentido, as autoras defendem uma aprendizagem em Química na qual nossos estudantes desenvolvam os principais entendimentos, práticas e formas de raciocínio da disciplina.

O presente estudo se insere nesse contexto, de experimentação para o Ensino de Química, em que os dados foram coletados em uma disciplina ofertada

remotamente para estudantes do quarto ano de um curso de Licenciatura em Química, em decorrência da pandemia. Dessa forma, neste artigo, apresentamos resultados de uma investigação que teve como objetivo identificar e analisar as Dimensões da Aprendizagem Científica mobilizadas por estudantes aos responderem questões de atividades pré e pós-experimento em aulas remotas de Química.

2 Dimensões da Aprendizagem Científica: algumas considerações

Nos últimos anos, observa-se uma tendência didática que aponta formas de ensinar e aprender Ciências/Química por meio da participação ativa dos estudantes e no desenvolvimento de um conjunto denominado de Dimensões da Aprendizagem Científica. Esse modo de ensinar e aprender tem sido apontado, com maior ou menor ênfase, nas políticas públicas de várias nações, como Estados Unidos, Holanda e Canadá (National Research Council [NRC], 2012; Next Generation Science Standards [NGSS], 2013; Prins, Bulte e Pilot, 2018; Öberg e Campbell, 2019).

As proposições e orientações curriculares com foco em uma estrutura tridimensional, envolvendo Práticas Científicas, Conceitos Transversais e Ideias Centrais Disciplinares para a educação científica surgem a partir dos documentos NRC (2012) e NGSS (2013). Mais especificamente, em 2012, o comitê do *National Research Council*³ (NRC) elaborou um documento descrevendo uma estrutura tridimensional para a educação científica, intitulada *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*⁴, desenvolvida para orientar o Ensino de Ciências na Educação Básica.

Segundo o NRC (2012), essas dimensões devem ser integradas em currículos, situações de ensino e de aprendizagem e em avaliações em todas as séries, podendo ser abordadas de forma integrada ou separadamente, com o objetivo de conduzir os discentes a desenvolverem habilidades para descrever, observar e explicar os fenômenos ocorridos à sua volta.

Essas dimensões, apresentadas no Quadro 1, ao serem oportunizadas ao longo da escolarização favorecem o letramento científico, ou seja, possibilitam que o indivíduo desenvolva competências para explicar fenômenos cientificamente, avaliar

³ Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos da América. O objetivo deste Conselho é ajudar a melhorar as políticas públicas e a educação em questões de ciência, tecnologia e saúde.

⁴ Uma estrutura conceitual para a Educação em Ciências: Práticas, Conceitos Transversais e Ideias Centrais Disciplinares.

e fazer projeções de experimentos científicos, e por fim, interpretar dados e evidências cientificamente (NRC, 2012).

Quadro 1: Dimensões da Aprendizagem Científica

Práticas Científicas (PC)		Conceitos Transversais (CT)		Ideias Centrais Disciplinares (ICD)	
PC1	Fazer perguntas	CT1	Padrões	ICD1	Ciências Físicas
PC2	Desenvolver e utilizar 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	Utilizar Matemática e Pensamento 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 informações				

Fonte: Adaptado de NRC (2012, tradução nossa, p. 3).

As Práticas Científicas descrevem ações associadas ao fazer Ciência. Os Conceitos Transversais referem-se aos conceitos unificadores em todos os campos da Ciência. São temas gerais utilizados pelos cientistas para compreender melhor como o fenômeno acontece, e as Ideias Centrais Disciplinares correspondem aos conceitos, que geralmente buscam responder a duas perguntas: de que tudo é feito? E por que as coisas acontecem? (NRC, 2012).

Na literatura da área científica, há vários trabalhos que investigam essas Dimensões, separadamente ou integradas, em diferentes configurações de ensino e de aprendizagem, tanto no contexto nacional (Broietti, Nora e Costa, 2019; Costa, Broietti e Obara, 2021; Nora e Broietti, 2022), quanto no contexto internacional (Duschl e Bybee, 2014, Osborne, 2014; Laverty *et al.*, 2016; Fick, 2017; Jimenez-Liso *et al.*, 2021; Al-Salamat, 2022).

No trabalho realizado por Broietti, Nora e Costa (2019), os autores discutem o potencial de questões da prova do Programa Internacional de Avaliação de

Estudantes (PISA)⁵ em envolver os estudantes em dimensões científicas específicas. No estudo, foram analisadas 59 questões de Ciências que abordavam conteúdos químicos e, como resultados, foram evidenciadas congruências entre as Dimensões da Aprendizagem Científica identificadas nas questões e as competências exigidas pelo PISA, fornecendo indícios de letramento científico.

Em outro estudo, Costa, Broietti e Obara (2021) identificaram Práticas Científicas durante uma oficina temática desenvolvida com alunos do Ensino Médio, elaborada a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Na oficina, foram discutidas a composição, as propriedades e a eficácia dos anticoncepcionais masculinos. Mediante os resultados, os autores identificaram que os estudantes se envolveram em seis das oito Práticas Científicas. Nora e Broietti (2022) apresentaram resultados de uma investigação na qual foram identificados e analisados indícios das Práticas Científicas em aulas de Química, nas ações docentes, sendo possível traçar um perfil das aulas investigadas.

No âmbito internacional, Duschl e Bybee (2014) e Osborne (2014) realizaram um estudo a respeito das mudanças da abordagem pautada na investigação científica (*inquiry*) para uma abordagem a partir das Práticas Científicas. Segundo os autores, a multiplicidade de definições e conceituações da abordagem fundamentada no *inquiry* trazia uma confusão no entendimento dos professores e na utilização da conduta. Nesse sentido, os autores recomendam a abordagem de ensino a partir das Práticas Científicas como experiências importantes que ajudam os alunos a envolver-se com o conhecimento conceitual, o procedimental, o epistêmico e a desenvolver uma visão problemática do conhecimento da investigação científica.

Laverty *et al.* (2016) desenvolveram um protocolo de Avaliação de Aprendizagem Tridimensional para identificar tarefas de avaliação que têm o potencial de mostrar evidências de uma aprendizagem tridimensional, ou seja, focada nas Práticas, nos Conceitos Transversais e nas Ideias Centrais Disciplinares. Fick (2017), em seu estudo, examinou implicações de como os ambientes de aprendizagem podem ser desenvolvidos para apoiar a aprendizagem dos alunos em conhecimentos científicos tridimensionais.

Na pesquisa de Jimenez-Liso *et al.* (2021), as autoras exploram a

⁵ Tradução de *Programme for International Student Assessment*, que é um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

implementação das Práticas Científicas com ênfase especial na investigação baseada em modelos em um programa de preparação de professores de Ciências no ensino secundário. Na mesma perspectiva, Al-Salamat (2022) investigou, por meio de questionários e entrevistas, até que ponto as Práticas Científicas estiveram presentes na atuação de professores de Física do Ensino Médio na cidade de Taif, na Arábia Saudita. A seguir, abordaremos cada uma das dimensões.

2.1 As Práticas Científicas

A primeira dimensão é constituída por um conjunto de práticas essenciais para compor o currículo de Ciências e Engenharia, e descrevem “as principais práticas que os cientistas empregam ao investigar e construir modelos e teorias sobre o mundo” (NRC, 2012, p. 30. tradução nossa)⁶.

Vários autores apontam a importância de engajar os estudantes em Práticas Científicas, possibilitando que eles adquiram uma compreensão de como o conhecimento científico é construído e quais abordagens são usadas para investigar, modelar e explicar o mundo (Osborne, 2014; Duschl e Bybee, 2014). De acordo com Osborne (2014), quando os discentes têm contato com as práticas, passam a compreender como o conhecimento científico se desenvolve e, desta maneira, passam a “aprender Ciência”.

Nesse sentido, as Práticas Científicas levam os estudantes a aprenderem sobre: os experimentos; os dados e as evidências; os discursos; o desenvolvimento das explicações; a construção de modelos; a argumentação e a aprendizagem sobre quais ferramentas utilizar para conduzir uma investigação.

No Quadro 2, apresentamos as Práticas Científicas e uma breve descrição.

Quadro 2: Descrições das Práticas Científicas

Práticas Científicas (PC)	Descrição
PC1 – Fazer perguntas	A Ciência inicia sempre com uma pergunta, por exemplo: “Por que o céu é azul?” e busca desenvolver teorias para explicar essas perguntas, pois uma prática básica do cientista é formular questões sobre determinados fenômenos e determinar quais perguntas não foram respondidas.
PC2 – Desenvolver e usar modelos	Na Ciência, a construção e o uso de modelos e simulações podem ajudar a desenvolver explicações sobre os fenômenos naturais.

⁶ Texto original: (a) *the major practices that scientists employ as they investigate and build models and theories about the world* (NRC, 2012, p. 30).

PC3 – Planejar e realizar investigações	O planejamento e a condução de uma investigação são práticas importantes realizadas pelos cientistas, pois permitem a identificação de variáveis dependentes e independentes.
PC4 – Analisar e interpretar dados	As investigações científicas produzem dados que devem ser analisados e, para isso, os cientistas utilizam tabulação, interpretação gráfica, visualização e análise estatística como ferramentas para identificar as características e padrões significativos nos dados.
PC5 – Utilizar Matemática e Pensamento Computacional	A Matemática e a Computação são ferramentas fundamentais na Ciência para representar variáveis físicas e suas relações. São utilizadas para construir simulações, analisar dados estatisticamente e reconhecer, expressar e aplicar relações quantitativas.
PC6 – Construir explicações	Na Ciência, a construção de teorias fornece explicações das características do mundo. O objetivo para os alunos é que eles construam explicações coerentes de fenômenos que incorporam a compreensão atual da Ciência.
PC7 – Argumentar a partir de evidências	O raciocínio e o argumento são primordiais para identificar os pontos fortes e fracos de uma linha de raciocínio e para definir uma explicação adequada para um fenômeno natural.
PC8 – Obter, avaliar e comunicar de informações	A comunicação de ideias e os resultados de uma investigação é uma prática importante para o avanço da Ciência, seja por meio de comunicação oral, escrita ou participação em discussões extensas, compartilhando suas descobertas de uma maneira clara com seus pares.

Fonte: Adaptado do NRC (2012, p. 50-53, tradução nossa).

De acordo com o NRC (2012), as Práticas Científicas são essenciais para compor o currículo de Ciências da Educação Básica, e têm como objetivo geral fazer com que os estudantes “desenvolvam a facilidade e a inclinação para recorrer a essas práticas, separadamente ou em combinação, conforme necessário para apoiar seu aprendizado e demonstrar sua compreensão da Ciência” (NRC, 2012, p. 49, tradução nossa)⁷.

2.2 Conceitos Transversais

A segunda dimensão diz respeito aos conceitos unificadores em todos os campos da Ciência (Fick *et al.*, 2019; Duschl, 2012); são temas utilizados pelos cientistas para compreender melhor como os fenômenos científicos acontecem. Segundo Duschl (2012), esses conceitos devem ser introduzidos e combinados em sequências coerentes, pois, quanto maior o contato, melhor será a compreensão dos estudantes em relação ao mundo natural, haja vista que “devem se tornar comuns e familiares em todas as disciplinas e níveis de ensino” (NRC, 2012, p. 83, tradução nossa)⁸. No Quadro 3, apresentamos os Conceitos Transversais e suas descrições.

⁷ Texto original: *develop both the facility and the inclination to call on these practices, separately or in combination, as needed to support their learning and to demonstrate their understanding of science* (NRC, 2012, p. 49).

⁸ Texto original: *should become common and familiar touchstones across the disciplines and grade levels* (NRC, 2012, p. 83).

Quadro 3: Descrições dos Conceitos Transversais

Conceitos Transversais (CT)	Descrição
CT1 – Padrões	Observar padrões orienta a organização e a classificação de eventos e levanta questões sobre fatores que influenciam os fenômenos ocorridos.
CT2 – Causa e efeito: mecanismo e previsão	Todos os eventos têm uma causa. Para explicá-los, deve-se investigar as relações causais e os mecanismos pelos quais elas são mediadas.
CT3 – Escala, proporção e quantidade	Ao considerar os fenômenos, é importante identificar as diferentes medidas de tamanho, tempo e energia e reconhecer como as mudanças em escala, proporção ou quantidade afetam a estrutura ou o desempenho de um sistema.
CT4 – Sistemas e modelos de sistema	Definir o sistema em estudo, especificar seus limites e tornar explícito um modelo desse sistema, fornece ferramentas para compreender e testar ideias que são aplicáveis na Ciência e na Engenharia.
CT5 – Energia e matéria	Fluxos, ciclos e conservação. Rastrear fluxos de energia e matéria para dentro ou fora dos sistemas ajuda a entender as possibilidades e limitações dos sistemas.
CT6 – Estrutura e função	A estrutura de um objeto determina suas propriedades e funções.
CT7 – Estabilidade e mudança	As condições de estabilidade e taxas de mudanças são fatores importantes para explicar os elementos de um estudo.

Fonte: Adaptado do NRC (2012, p. 84-85, tradução nossa).

Os Conceitos Transversais favorecem a compreensão dos fenômenos, conduzindo os estudantes à compreensão da Ciência. Porém, não devem ser ensinados de forma isolada, mas inseridos no contexto disciplinar, para que o discente reconheça os Conceitos Transversais no mundo à sua volta.

2.3 Ideias Centrais Disciplinares

As Ideias Centrais Disciplinares, terceira dimensão, “ênfatizam as grandes ideias da Ciência, formando a base para a compreensão de como o mundo funciona, concentrando-se nos ‘porquês’ e ‘como’ dos processos científicos” (Fick, 2017, p. 2, tradução nossa)⁹. São ideias centrais em Ciência, divididas nos quatro grandes domínios: as ciências físicas, as ciências da vida; as ciências da terra e do espaço; e engenharia, tecnologia e aplicações da Ciência (NRC, 2012). Além disso, são definidas como ideias essenciais nas principais disciplinas científicas que todos os alunos devem buscar compreender durante os anos de escolaridade. No Quadro 4, apresentamos os grupos de Ideias Centrais Disciplinares.

⁹ Texto original: *The DCIs emphasize the big ideas of science that form the foundation for understanding how the world works by focusing on the hows and whys of science processes* (Fick, 2017, p. 02).

Quadro 4: Descrição das Ideias Centrais Disciplinares

Ideias Centrais Disciplinares (ICD)	Descrição
ICD1 – Ciências Físicas	Matéria e suas interações; Movimento e Estabilidade: Forças e Interações; Energia; Ondas e suas aplicações em tecnologias para transferência de informações.
ICD2 – Ciências da Vida	Das Moléculas aos Organismos: Estruturas e Processos; Ecossistemas: Interações, Energia e Dinâmica; Hereditariedade: Herança e Variação de Traços; Evolução Biológica: Unidade e Diversidade.
ICD3 – Ciências da Terra e Espaciais	O Lugar da Terra no Universo; Sistemas da Terra; Terra e Atividade Humana.
ICD4 – Engenharia, Tecnologia e Aplicações da Ciência	Projetos de Engenharia.

Fonte: Adaptado do NRC (2012, p. 105-203, tradução nossa).

Concentrar-se em algumas ideias centrais permite que os alunos desenvolvam a profundidade e a integração dos conceitos necessários para usar o que eles aprendem ao longo de suas vidas ou em futuras aprendizagens. A seguir, apresentamos os encaminhamentos metodológicos que orientaram e sistematizaram a pesquisa.

3 Procedimentos Metodológicos

Para o presente estudo, os dados foram coletados em uma disciplina intitulada “Instrumentação para o Ensino de Química”, ofertada para estudantes do quarto ano de um curso de Licenciatura em Química em uma universidade pública do sul do Brasil. A disciplina ocorreu de forma remota, com uma carga horária de 72h, por meio de aulas síncronas e assíncronas realizadas pelo *Google Meet* e com o uso da plataforma do *Google Classroom*. A disciplina em questão abordava fundamentos teóricos e epistemológicos que estruturam as atividades experimentais, com enfoque para as práticas investigativas. A finalidade era evidenciar as potencialidades dessa ferramenta pedagógica na construção dos conceitos científicos pelos estudantes.

Neste artigo, apresentamos os resultados da análise de duas atividades experimentais de temas *Plantação de feijão* e *Mar Morto*. A primeira delas abordava o conteúdo de acidez e basicidade de alguns materiais, e a segunda versava sobre o

conteúdo de salinidade, ou seja, a medida de sais dissolvidos em água. Cada atividade foi organizada em momentos síncronos e assíncronos, como mostrado no Quadro 5.

Quadro 5: Organização das aulas

Momentos	Descrição
Síncrono	Apresentação de uma situação-problema que envolvia a temática de interesse. Após a discussão, algumas questões abertas eram propostas para serem respondidas, com o objetivo de suscitar as concepções/ideias dos estudantes acerca do tema investigado.
Assíncrono	Responder às questões pré-experimento.
Síncrono	Discussão das questões pré-experimento e indicação de um vídeo do experimento, abordando conceitos químicos específicos. Por meio do vídeo, buscava-se estimular o estudante a investigar os conceitos estudados, como também explorar aspectos acerca da situação-problema apresentada no momento inicial.
Assíncrono	Assistir ao vídeo de experimento científico e responder às questões pós-experimento
Síncrono	Discussão do vídeo e das respostas dadas para as questões pós-experimento, possibilitando que os alunos articulassem informações do vídeo com os conceitos estudados, levando-os a tecer compreensões sobre os conteúdos químicos e a situação-problema.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Participaram efetivamente das atividades oito estudantes, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual foi enviado e recebido por *e-mail*¹⁰. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, que segundo Flick (2013, p. 23), “visa à captação do significado subjetivo das questões a partir das perspectivas dos participantes”. Dessa forma, o pesquisador preocupa-se em descrever e interpretar a complexidade das situações e dos fenômenos. Os dados foram organizados seguindo as etapas sugeridas por Bardin (2016).

Na pré-análise, fez-se a escolha e a preparação do material a ser analisado, sendo que, nesta investigação, realizou-se a leitura flutuante das respostas dos estudantes para as questões pré e pós-experimento. Além disso, foram assistidas as gravações das aulas nas quais ocorreram as discussões das questões, nos momentos realizados de forma síncrona.

A segunda etapa refere-se à exploração do material. Nessa fase, foram realizadas as codificações, fragmentação das unidades de registro e a categorização. Para preservar a identidade, os alunos foram codificados com a letra “A” (A1, A2, A3... A8). As questões também foram numeradas, identificando-as como do momento pré

¹⁰ Os dados e informações obtidos nesta investigação constituem parte da pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética da universidade vinculada, sob o número CAEE 98056718.7.0000.5231, parecer número 3.120.489.

ou pós-experimento, além de especificar se eram as respostas escritas postadas no *Classroom* ou oriundas das discussões no momento síncrono, gerando as codificações exemplificadas a seguir: Q1-A1Pré (C) – resposta do estudante de número 1 para a primeira questão do momento pré-experimento postada no *Classroom* ou A1-Q5 Pós(G) – resposta do estudante de número 1 para a quinta questão do momento pós-experimento apresentada na aula síncrona, que foi gravada.

Vale ressaltar que as respostas apresentadas na aula síncrona eram muito próximas daquelas postadas no *Classroom*, sendo que alguns estudantes apenas liam o que haviam respondido, enquanto outros inseriam termos para explicar as respostas dadas.

Nesta pesquisa, foram consideradas como categorias *a priori*, as Dimensões da Aprendizagem Científica, exemplificadas no Quadro 1. A etapa de tratamento dos resultados e a interpretação das informações, refere-se ao terceiro momento, no qual identificamos quais Dimensões da Aprendizagem Científica foram manifestadas pelos estudantes ao responderem as questões pré e pós-experimento.

4 Resultados e Discussão

Inicialmente, apresentamos uma descrição das atividades experimentais selecionadas para compor este estudo e, em seguida, as análises e as Dimensões da Aprendizagem Científica (DAC) evidenciadas. A atividade experimental de tema *Plantação de feijão* abordava o conteúdo de acidez e basicidade de algumas substâncias. A situação-problema versava sobre o cultivo do feijão em diferentes tipos de solo, relacionando a qualidade do terreno à quantidade de feijão produzida. O vídeo do experimento abordava a acidez e basicidade de alguns materiais, apresentando substâncias do cotidiano, como limão, sabão em pó, vinagre, solo e alguns materiais como tubos de ensaio e indicadores naturais e sintéticos.

Em cada tubo de ensaio, água foi adicionada junto aos reagentes, e estes foram testados com diferentes indicadores, verificando-se a cor resultante. No Quadro 6, apresentamos as questões pré e pós-experimento propostas aos estudantes.

Quadro 6: Questões pré e pós-experimento da atividade de tema *Plantação de feijão*

Questões pré	Questões pós
1. Qual a questão principal do texto?	1. O que você observou no vídeo?
2. Por que você acha que a terra	2. Com base em suas observações, avalie o procedimento

<p>próxima à indústria de calcário produz menos feijão?</p> <p>3. Que procedimento você utilizaria para identificar as características ácidas e básicas de um solo antes de iniciar a plantação de feijão? Justifique suas propostas.</p> <p>4. Que tipos de informações e dados seriam importantes que esse procedimento fornecesse para você identificar as características ácidas e básicas do solo? Por quê?</p>	<p>que você elaborou na questão pré-experimento número 3.</p> <p>3. Sua explicação para a questão 3 pré-experimento se mantém? Explique.</p> <p>4. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, explique de que forma você agruparia.</p> <p>5. O ácido clorídrico, formado pela interação do cloreto de hidrogênio gasoso e água, torna a água ácida, o que pode ser evidenciado pela mudança de cor do papel de tornassol azul. Com base nessa informação, responda:</p> <p>a) Como a estrutura do ácido clorídrico influencia na acidez da água?</p> <p>b) Entre os materiais estudados, quais apresentam características ácidas? Esses materiais apresentam alguma propriedade em comum?</p> <p>6. Os materiais que, ao interagirem com a água, fazem com que ela se torne ácida, são chamados de ácidos. Considerando essa informação, bem como suas respostas nas questões anteriores, como você definiria um ácido?</p> <p>7. Além dos ácidos, há materiais que são classificados como neutros ou como básicos, tendo como critério de classificação as propriedades que esses materiais conferem ou não à água após interagirem com ela. Como exemplo de um material básico utilizado no experimento, tem-se o hidróxido de sódio (NaOH). Como a estrutura desse composto torna a água básica? Como você definiria materiais básicos e neutros?</p> <p>8. Retornando à questão inicial do texto “Por que você acha que a terra próxima à indústria de calcário produz menos feijão?”, após a realização do experimento e com suas observações, avalie a resposta que você deu a essa questão no momento pré-aula.</p>
--	--

Fonte: Adaptado do material disponibilizado pela docente da disciplina.

A atividade de tema *Mar Morto* abordava o conteúdo de salinidade, ou seja, a medida de sais dissolvidos em água. A situação-problema versava sobre algumas características do *Mar Morto*, dentre elas, a dificuldade de se afundar nesse mar. O experimento apresentado no vídeo envolveu o uso de uma balança digital para medir 10 gramas de água do mar em um erlenmeyer. Em seguida, essa água foi aquecida, iniciando-se o processo de evaporação, até que se formassem cristais, que foram pesados para, posteriormente, efetuar o cálculo da salinidade. No Quadro 7, apresentamos as questões pré e pós-experimento propostas aos estudantes.

Quadro 7: Questões pré e pós-experimento da atividade de tema *Mar Morto*

Questões pré	Questões pós
<p>1. Quais hipóteses você acha que João levantou para explicar a alta densidade do Mar Morto?</p> <p>2. Que testes seria possível realizar</p>	<p>1. O que você observou?</p> <p>2. Com base em suas observações, avalie sua resposta para a questão 1 pré-experimento.</p> <p>3. Com base em suas observações, avalie sua resposta para</p>

<p>para averiguar tais hipóteses? Descreva com detalhes cada um, justificando sua escolha.</p> <p>3. Quais fatores você acha que podem influenciar na densidade da água do Mar Morto? Explique.</p> <p>4. Além da densidade, você acha que a água do Mar Morto apresenta alguma outra diferença se comparado aos outros mares? Se sim, quais e por quê.</p>	<p>a questão 3 pré-experimento.</p> <p>4. Como você acha que a maior quantidade de sal pode influenciar a densidade do Mar Morto?</p> <p>5. Estabeleça uma relação entre a quantidade do sal encontrado no Mar Morto, sua densidade e o fato de as pessoas não conseguirem afundar nesse mar.</p> <p>6. Com base no observado, identifique diferenças existentes entre o Mar Morto e os outros mares.</p> <p>7. Com base no experimento, o que você pode concluir sobre a quase ausência de vida observada no Mar Morto?</p> <p>8. Proponha uma definição para salinidade.</p> <p>9. Com base nos dados obtidos do experimento, calcule a salinidade da água do mar utilizada na realização do experimento. Apresente e explique seus cálculos.</p> <p>10. Ao misturarmos uma pequena quantidade de sal em um copo de água, percebemos que na solução formada o sal não fica visível, entretanto, se continuarmos adicionando sal ele começa a se tornar visível. Com base nos seus conhecimentos, explique esse fenômeno.</p>
---	--

Fonte: Adaptado do material disponibilizado pela docente da disciplina.

Organizamos nossas análises em três quadros distintos, um para cada uma das dimensões investigadas – Práticas Científicas, Conceitos Transversais e Ideias Centrais Disciplinares. Cada quadro é composto por três colunas, sendo que a primeira apresenta a dimensão evidenciada nas respostas dos estudantes; a segunda tem uma descrição justificando a classificação dessa dimensão e a terceira coluna mostra alguns exemplos de respostas.

Apresentamos no Quadro 8, as Práticas Científicas evidenciadas nas respostas dos discentes para as duas atividades analisadas.

Quadro 8: Práticas Científicas evidenciadas nas respostas dos estudantes

Práticas Científicas	Descrição	Respostas dos estudantes
PC3 – Planejar e realizar investigações	Trechos em que os estudantes buscam planejar e conduzir uma investigação identificando variáveis dependentes e independentes.	<i>Retiraria uma amostra de solo, prepararia uma solução com a amostra e utilizaria um indicador adequado, como por exemplo fenolftaleína, que é incolor em meio ácido e rosa em meio básico. A3-Q3Pré(C)_Plantação de feijão.</i> <i>Poderia ser realizada a evaporação de uma amostra coletada deste mar, obtendo assim o sal presente para determinada quantidade de amostra. A4-Q2Pré(C)_Mar Morto</i>
PC4 – Analisar e interpretar dados	Trechos em que os estudantes analisam as informações contidas na situação-problema, interpretando os dados de maneira que	<i>Eu coloquei que o texto vai tratar do pH do solo como fator determinante no cultivo do feijão. A4-Q1Pré(G)_Plantação de feijão.</i> <i>Eu observei que é possível medir a quantidade de sal na água, tendo a massa</i>

	consigam testar suas hipóteses sobre o fenômeno científico investigado.	<i>da água do mar antes e depois do processo de evaporação[...]. A6-Q1Pós(C)_Mar Morto</i>
PC5 – Uso do pensamento matemático e computacional	Trechos em que os estudantes usam o raciocínio matemático para reconhecer quantidades em aplicações científicas para analisar os dados.	<i>Sabendo que 28% de salinidade corresponde a 28 g de sal presente em 100 g de água, então 270% será: 270 g. Então o Mar Morto apresenta 270 g de sal em 100 g de água. A1-Q9Pós(C)_Mar Morto</i> <i>Massa da água do mar (antes da evaporação): 10,04 g. Massa dos sais (após a evaporação da água): 0,24 g. Tem-se que, 10,04 g de água apresenta 0,24 g de sais, ou 2,4 g de sais em 100 g de água, uma porcentagem de 2,4% de sais. A6-Q9Pós(C)_Mar Morto</i>
PC6 – Construir explicações	Trechos em que os estudantes constroem explicações sobre o fenômeno investigado.	<i>Porque a indústria produz calcário que por sua vez em presença de água libera OH elevando o pH. Uma vez que o feijão tem melhor afinidade com o solo ácido, pH baixo, a produção diminui. A5-Q2Pré(C)_Plantação de feijão.</i> <i>A explicação para esse fenômeno está no coeficiente de solubilidade da solução, no caso a água consegue formar uma solução com o sal até certa quantidade dele, passando disso começa a ter corpo de fundo. A1-Q10Pós(C)_Mar Morto</i>
PC7 – Argumentar a partir de evidências	Trechos em que os estudantes utilizam argumentos para justificar suas afirmações.	<i>Considerando que o objetivo da aula e do meu procedimento eram determinar o pH do solo, mantenho a resposta dada inicial para a questão. A8-Q3Pós(C)_Plantação de feijão.</i> <i>A questão 1 foi correta, uma vez que a hipótese citada é realmente o que influencia no aumento da densidade da água. A4-Q2Pós(C)_Mar Morto</i>
PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações	Trechos em que os estudantes são capazes de interpretar o significado do texto e suas ideias, descrevendo suas observações com precisão, esclarecendo seus pensamentos e justificando suas conclusões.	<i>Com o experimento, notou-se que o solo apresenta um pH levemente ácido, assim, a produção de feijão provavelmente está sendo afetada pelo solo, que está sendo afetado pela indústria de calcário ali próxima, deixando-o com caráter básico. A6-Q8Pós(C)_Plantação de feijão</i> <i>Como o Mar Morto apresenta um teor de salinidade alto, são poucas formas de vida que se adaptam a viver em tal local, pois para que tenham vida precisam de um ecossistema equilibrado. A1-Q7Pós(C)_Mar Morto</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

A PC3 – Planejar e realizar investigações –, foi evidenciada nas respostas em que os estudantes indicam procedimentos a serem realizados para identificar as características ácidas e/ou básicas do solo, no caso da atividade de tema *Plantação*

de feijão. Nesse caso, os alunos apontaram diferentes métodos para a análise do pH do solo, por exemplo: utilizar um indicador universal de pH; fitas para medição; a utilização de um peagâmetro (medidor de pH); análise dos metais do solo; quantificar a quantidade de íons H^+ presentes no solo; análises do sólido em laboratório; e, por fim, preparar uma solução com diversas amostras de solo de vários locais da área planejada para o plantio. Essas são respostas dadas para a questão 3 do momento pré-experimento.

Na atividade do *Mar Morto*, evidenciamos a PC3, em respostas para a questão 3 do momento pré, nas quais os estudantes planejam averiguar as hipóteses em relação à alta densidade do Mar Morto, mencionando testes de densidade, temperatura, evaporação, concentração de NaCl e um teste utilizando um espectro Ultravioleta (UV). O planejamento experimental inicia-se com a observação, de modo a explicar as relações entre as variáveis e os resultados do experimento (Duschl e Bybee, 2014).

A PC4 – Analisar e interpretar dados – foi identificada nas respostas em que os estudantes são solicitados a analisar e interpretar informações da situação-problema ou do vídeo do experimento. Na atividade de tema *Plantação de feijão*, os estudantes manifestam evidências da PC4 em respostas para as questões 1 e 4 do momento pré, bem como para respostas às questões 1 e 5 do momento pós. Isso ocorre quando interpretam a relação entre a qualidade da produção de feijão e o pH do solo, mencionando que este é o fator predominante que afeta a produção. Além disso, a manifestação da PC4 também é observada quando os estudantes analisam e interpretam os dados do vídeo do experimento, fazendo observações em relação aos indicadores utilizados no experimento.

Na atividade de tema *Mar Morto*, os estudantes manifestam evidências da PC4 nas respostas para a questão 1 do momento pré e pós, uma vez que buscam interpretar as informações da situação-problema e do vídeo para dizer quais foram as hipóteses que João (sujeito hipotético) poderia mencionar para determinar a densidade do Mar Morto. A “análise e interpretação de dados é uma das principais práticas que os cientistas se envolvem” (Costa, 2021, p. 32), quando fazem investigações.

A PC5 – Uso do pensamento matemático e computacional – foi identificada apenas nas respostas para a questão 9 do momento pós da atividade de tema *Mar*

Morto, quando os alunos usam relações matemáticas para realizar o cálculo da salinidade da água do mar utilizada no experimento. “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 PC6 – Construir explicações – foi identificada nas respostas em que os discentes deveriam construir uma explicação para justificar e esclarecer a ocorrência do fenômeno em estudo. Na atividade de tema *Plantação de feijão*, os estudantes manifestam evidências da PC6 em respostas para a questão 2 do momento pré e em respostas para as questões 5, 6 e 7 do momento pós. Isso ocorre quando mencionam sobre a baixa produção de feijão em terras próximas à indústria de calcário, citando a interferência na qualidade do solo, tornando-o mais básico. Nas respostas do momento pós, os alunos constroem explicações, mencionando quais características fazem com que um material seja reconhecido como um ácido, enfatizando que é uma substância que se ioniza facilmente em água, liberando íons H^+ em solução aquosa.

Na atividade do *Mar Morto*, indícios da PC6 foram encontrados em respostas para as questões 3 e 4 do momento pré e em respostas para as questões 4, 5, 8 e 10 em que os estudantes constroem explicações sobre os fatores que influenciam a densidade do *Mar Morto*, atribuindo tal fato às variáveis: temperatura, pressão e à quantidade de sais dissolvidos. A prática de construir explicações é “uma habilidade importante para o letramento científico, uma vez que favorece a aprendizagem do estudante, por meio da articulação correta das informações, evidências e teorias científicas” (Nora e Broietti, 2022, p. 134).

No que diz respeito a PC7 – Argumentar a partir de evidências – esta prática foi evidenciada nas respostas para as questões 2, 3 e 4 pós-experimento de tema *Plantação de feijão*, uma vez que os discentes argumentaram, a partir do que foi observado no vídeo do experimento. Eles apontavam informações que os ajudavam a sustentar as afirmações, como quando mencionam que as substâncias com características ácidas são o suco de limão e o vinagre, enquanto a água com sal estaria no grupo de substâncias com características neutras e a solução de hidróxido de sódio, leite de magnésio e sabão em pó estariam no grupo de soluções de caráter básico.

Na atividade do *Mar Morto*, encontramos indícios da PC7 em respostas para as

questões 2, 3 e 6 do momento pós, uma vez que os estudantes argumentaram, a partir das evidências observadas no vídeo, apontando informações que os ajudaram a sustentar as afirmações. Ao argumentar cientificamente, o estudante não está apenas usando seu conhecimento científico para justificar uma explicação, mas está construindo seu próprio conhecimento e compreensão sobre um determinado fenômeno científico (NRC, 2012).

A PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações – foi identificada nas respostas da questão de número 8 do momento pós-experimento, para a atividade de tema *Plantação de feijão*, ao reavaliar o motivo pelo qual a terra próxima à indústria de calcário produz menos feijão. Nesse sentido, os estudantes concluem que o solo próximo à indústria de calcário não é apropriado para a produção de feijão, uma vez que o solo pode se encontrar básico, e que o pH ideal para o plantio é baixo, caracterizando um solo ácido. Nesse momento, os discentes descrevem suas observações com mais precisão, discutindo a validade de seus dados e as conclusões de suas investigações.

Na atividade de tema *Mar Morto*, evidenciamos indícios da PC8 em respostas para a questão de número 7, na qual os estudantes comunicaram seus conhecimentos e suas conclusões sobre as características das águas no Mar Morto, ao mencionarem que a quantidade excessiva de sal acarreta uma quase impossibilidade de vida aquática, dificultando a adaptação das espécies marinhas a essas condições.

Na sequência, apresentamos a análise dos Conceitos Transversais identificados nas respostas dos estudantes para as questões pré e pós-experimento das duas atividades analisadas. Foram evidenciados aspectos relacionados ao CT1, CT2, CT3 e CT6, apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Conceitos Transversais evidenciados no momento pré e pós-experimento

Conceitos Transversais	Descrição	Respostas dos estudantes
CT1 – Padrões	Trechos em que os estudantes observam padrões na classificação dos objetos, de acordo com sua similaridade ou diferença.	<i>[...] quanto maior a quantidade de sal em um mesmo volume, maior será a densidade. A8-Q4Pós(C)_Mar Morto</i> <i>Ácidos como sendo: HCl, vinagre, suco de limão. Todos liberam íons H⁺ para a solução, diminuindo o pH, e isso é evidenciado em todos os indicadores ácido--base que se utilizou no experimento: papel de tornassol azul e vermelho (coloração vermelha), fenolftaleína (incolor), e extrato de repolho roxo (vermelho).</i>

		A5-Q5Pós(C)_ <i>Plantação de feijão</i>
CT2 – Causa e efeito: mecanismo e previsão	Trechos em que os estudantes relacionam a causa e o efeito do fenômeno ocorrido, compreendendo os mecanismos e estabelecendo previsões, para explicar o que poder estar causando o evento	<i>A influência do pH do solo no cultivo de plantas e as reações químicas que ocorrem no solo alteram essa característica. A2-Q1Pré(C)_Plantação de feijão</i> <i>A alta concentração de soluto NaCl possibilita uma alteração na densidade da água do Mar. A7-Q3Pré(C)_ Mar Morto</i>
CT3 – Escala, proporção e quantidade	Trechos em que os estudantes reconhecem relações matemáticas. Envolve a compreensão de escalas, tempo e quantidades.	<i>Coletar uma garrafa de 1000 ml de água do Mar Morto. Em seguida, aquecer a garrafa até evaporar toda água e pesar a quantidade de NaCl. A7-Q2Pré(C)_ Mar Morto</i> <i>Evaporou-se 10,04 g de água do mar e obteve-se 0,28 g de sal, assim foi possível determinar a salinidade desta água, que é de 28%. A5-Q1Pós(C)_Mar Morto</i>
CT6 – Estrutura e função	Trechos em que os estudantes são capazes de fazer uma conexão entre a estrutura e a função, e conseguem compreender as propriedades que influenciam as estruturas e quais são os mecanismos presentes que desempenham tal função.	<i>O pH do solo se torna básico graças as reações recorrentes do depósito de calcário no solo, sendo o feijão uma leguminosa que tem melhor produção em solos mais ácidos, em solos básicos a produção será menor. A4-Q2Pré(C)_Plantação de feijão.</i> <i>[...]Porque eles podem estar complexados, ou então porque as hidroxilas absorvidas pelo feijão, participam de outras reações nas estruturas interna das plantas que dificultam esse desenvolvimento também, ou porquê das disponibilidades dos nutrientes, ou então porque essa basicidade faz com que ocorra outras reações interferindo na produção do feijão A3-Q2Pré(G)_Plantação de feijão.</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

No que diz respeito ao CT1 – Padrões –, este conceito foi evidenciado nas respostas da atividade de tema *Mar Morto*, questões 2 e 3 do momento pré, e questão 4 do momento pós-experimento. O CT1 foi identificado nas respostas em que os estudantes identificaram padrões e variações na quantidade de sal que pode estar presente na água do mar. Dessa maneira, os alunos reconheceram um padrão, uma vez que identificaram que quanto maior a quantidade de sal dissolvido, maior também será a densidade da água do mar.

Nas respostas para as questões 1, 4, 5 e 7 do momento pós-experimento, da atividade de tema *Plantação de feijão*, o CT1 também foi identificado principalmente quando os estudantes relatam padrões no comportamento de algumas substâncias a serem submetidas aos testes com diferentes indicadores. Os discentes observaram padrões ao perceber que, quando os indicadores são submetidos a soluções de caráter ácido e básico, apresentam colorações específicas, o que possibilita a

classificação em grupos distintos, tais como: ácidos, bases e neutros. De acordo com Duschl (2012), os estudantes, na descrição de padrões, conseguem identificar semelhanças e diferenças que ajudam na caracterização do fenômeno observado.

Evidenciamos o CT2 – Causa e efeito: mecanismo e previsão –, nas respostas para as questões 1 e 2 do momento pré, e na questão 8 do momento pós, para a atividade de tema *Plantação de feijão*. Nesses casos, os estudantes observaram as informações, identificando que o pH era o fator principal que está provocando a alteração na produção de feijão em solos diferentes. Após assistirem ao vídeo do experimento científico identificam a causa do fenômeno em estudo, fazendo uma previsão do que estaria afetando a produção de feijão. Nas questões da atividade de tema *Mar Morto*, também identificamos respostas relacionadas a CT2, na questão 3 do momento pré e questões 2, 3, 5 e 6, quando os estudantes mencionam possíveis fatores que justificam a alta densidade do Mar Morto, destacando efeitos da pressão, da temperatura e da quantidade de sais dissolvidos.

O Conceito Transversal CT3 – Escala, proporção e quantidade – foi evidenciado nas respostas para as questões 2 e 3 do momento pré-experimento, em que os estudantes estabelecem relações matemáticas ao descreverem sobre os testes para investigar a quantidade de sal na água do Mar Morto. Os alunos fizeram uso do CT3 ao reconhecerem escalas relativas, quantidades e variações da temperatura. Outro exemplo é quando os estudantes mencionam que o aumento da pressão resulta na redução do volume, o que por sua vez, leva ao aumento da densidade.

Nas respostas para as questões 1, 8, 9 e 10 do momento pós, os discentes utilizam o CT3 para explicar relações entre as diferentes variáveis (salinidade, densidade, flutuação dos corpos). Eles explicam que há uma razão entre a massa de sal e o volume de água e essa razão nos fornece o valor da densidade da solução. Sendo assim, quanto maior a quantidade de sal em um mesmo volume, maior a salinidade e maior também será a densidade. O reconhecimento dessas relações é importante para que os estudantes consigam interpretar os dados científicos e compreender o fenômeno em estudo.

O CT6 – Estrutura e função – foi evidenciado em respostas para a questão 2 do momento pré, e questão 8 do momento pós, da atividade *Plantação de feijão*, pois os estudantes mencionam que, para o feijão se desenvolver, a planta necessita de

nutrientes indisponíveis em solo de caráter básico, dificultando seu desenvolvimento. De acordo Fick *et al.* (2019), a partir do CT6, os alunos são capazes de estabelecer conexões entre a estrutura e as propriedades que influenciam as suas funções.

No Quadro 10, apresentamos uma síntese das análises em relação à terceira dimensão evidenciada nas respostas para as questões pré e pós-experimento.

Quadro 10: Ideias Centrais Disciplinares evidenciadas no momento pré e pós-experimento

Ideias Centrais Disciplinares	Descrição	Exemplos de respostas
ICD1 – Ciências Físicas	<p>Trechos em que os estudantes mencionam sobre os fenômenos químicos e físicos que ocorrem ao nosso redor.</p> <p>Neste grupo estão a maioria dos processos relacionados à fatores químicos e físicos, tais como: a matéria e suas interações; forças e energia; equilíbrios químicos e reações.</p>	<p><i>Os sais dissolvidos podem alterar o pH, ponto de fusão e ebulição, pois a variação da concentração dos reagentes pode alterar as características físico-químicas da solução.</i> A2-Q4Pré(G)_Mar Morto</p> <p><i>Em meio aquoso, substâncias básicas liberam íons OH⁻ e substâncias ácidas ionizam liberando H⁺</i> A8-Q7Pós(C)_Plantação de feijão</p>
ICD2 – Ciências da Vida	<p>Trechos em que os estudantes mencionam os processos relacionados ao estudo da vida, tais como: moléculas e organismos; ecossistema; hereditariedade e universo.</p>	<p><i>[...] as hidroxilas absorvidas pelo feijão, participam de outras reações nas estruturas internas das plantas que dificultam esse desenvolvimento também.</i> A3-Q2Pré(C)_Plantação de Feijão</p> <p><i>A quase ausência de vida no Mar Morto está relacionada à alta salinidade do mar, uma vez que as células animais e vegetais sofrem osmose, e perdem água para o meio altamente concentrado, plasmolisando-se.</i> A5--Q7Pós(C)_Mar Morto</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

A ICD1 – Ciências Físicas – foi identificada nas respostas de várias das questões pré e pós da atividade de tema *Plantação de feijão*, pois a aula relacionava-se com os conceitos químicos acidez e basicidade. Dessa maneira, os estudantes fizeram uso de conceitos das Ciências Físicas para explicar o fenômeno investigado, mencionando algumas reações químicas presentes no solo e a alteração de pH, assim como a concentração de íons hidrônio presentes no local. Os alunos utilizaram-se de conceitos químicos para explicar a alteração das cores das soluções em função dos indicadores. Identificamos nas respostas dos estudantes os seguintes conceitos: acidez e basicidade das substâncias; ligações iônicas (cátions e ânions), soluções, eletronegatividade, ligações químicas, dissociação e ionização.

Em relação às respostas para a atividade do *Mar Morto*, os discentes

mencionaram conceitos relacionados à concentração de NaCl em solução, solventes, densidade e massa do soluto. Aparecem também os conceitos de evaporação, temperatura, pressão, temperatura de fusão e ebulição, condutividade elétrica, propriedades físicas e químicas da água, ligações de hidrogênio, interações intermoleculares, cálculos de concentração e solubilidade. Dessa forma, observamos que tais ideias auxiliaram os estudantes a compreenderem e explicarem os fenômenos científicos investigados.

Quanto à ICD2 – Ciências da Vida –, conceitos desse grupo foram evidenciados em respostas à questão 8 do momento pós da atividade *Plantação de feijão*, e para a questão 7 do momento pós da atividade do *Mar Morto*. No primeiro caso, alguns estudantes mencionam as rizobactérias, microrganismos que auxiliam no desenvolvimento da planta, uma vez que ajudam na fixação de nitrogênio e são responsáveis pelo crescimento vegetal. Dessa forma, fazem uso de conceitos desse grupo ao mencionarem a conexão entre o desenvolvimento da planta com o solo, pois compreendem que elas necessitam de boas condições para seu crescimento e processam a matéria orgânica para manter suas funções internas (NRC, 2012).

No segundo caso, os estudantes mencionaram questões biológicas, as funções essenciais de uma célula, que ficam comprometidas em função do ambiente marinho ter uma alta concentração de sais. Desse modo, os alunos reconheceram que a salinidade é um fator que afeta a vida dos organismos. Eles explicaram que como as células são responsáveis por realizar as funções vitais, a alta quantidade de sais dissolvidas na água acaba inviabilizando o processo osmótico, em consequência, impossibilitando a vida de algumas espécies nesse mar. Nesse sentido, os estudantes utilizaram conceitos da ICD2, pois abordaram em suas respostas sobre os mecanismos pelos quais os organismos utilizam para sustentar a vida, o crescimento, o comportamento e a reprodução (NRC, 2012).

Mediante as análises, ao responderem às questões pré e pós propostas nas duas atividades analisadas, os estudantes puderam se envolver em seis Práticas Científicas, a saber: PC3 – Planejar e realizar investigações; PC4 – Analisar e interpretar dados; PC5 – Fazer uso do pensamento matemático e computacional; PC6 – Construir explicações; PC7 – Argumentar a partir de evidências; e PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação.

Evidências da PC3 foram identificadas quando os estudantes mencionam um

método experimental ou uma sistemática investigativa, escolhendo quais dados devem ser coletados e quais ferramentas utilizar. Em relação à PC4, quando os estudantes analisam dados e informações expressos em textos ou oriundos do vídeo experimental. A PC5 apareceu quando os discentes utilizam do raciocínio matemático ou de relações quantitativas para resolver/estudar o fenômeno em questão.

Evidências da PC6 foram identificadas quando os estudantes buscam construir explicações dos fenômenos, fazendo uso de teorias científicas que incorporam a compreensão atual da Ciência. A PC7 foi evidenciada em respostas nas quais os estudantes, diante das informações contidas no texto da situação-problema, ou no vídeo do experimento construíram argumentações para apoiar uma afirmação e justificar a resposta dada. A PC8 diz respeito à comunicação de informações, ideias e resultados da investigação. Nesse momento, os alunos expressam suas conclusões e entendimentos sobre o fenômeno em estudo.

Quanto aos Conceitos Transversais, foram identificados quatro conceitos, a saber: CT1, CT2, CT3 e CT6. O CT1 foi evidenciado nas respostas em que os estudantes identificaram padrões ou tendências emergentes dos eventos. O CT2 foi evidenciado quando os discentes identificaram aspectos que ligam as causas aos efeitos.

O CT3 foi constatado nos momentos em que os estudantes comparam escalas, proporções ou identificam relações entre duas ou mais variáveis a partir dos dados. O CT6 esteve presente nas respostas em que eles fazem previsões ou explicam uma função ou propriedade com base na sua estrutura.

Quanto às Ideias Centrais Disciplinares, evidenciamos conceitos científicos relacionados a dois dos grupos: ICD1 e ICD2. Em relação ao grupo ICD1, encontramos conceitos como: acidez; basicidade; reações químicas; pH; densidade; solubilidade; salinidade; concentração de soluções. Para o grupo ICD2, foram encontrados conceitos relacionados aos mecanismos que os organismos utilizam para sustentar a vida, o crescimento, o comportamento e a reprodução.

5 Considerações finais

Mediante nossas análises, constatamos que, ao se envolverem em atividades experimentais, principalmente ao responderem as questões pré e pós-experimento de exercícios com os temas *Plantação de feijão* e *Mar Morto*, os estudantes puderam ter

contato com diferentes Dimensões da Aprendizagem Científica, uma vez que se engajaram em variadas Práticas Científicas, abordaram diversos Conceitos Transversais e fizeram uso de conceitos de alguns dos grupos de Ideias Centrais Disciplinares.

A relevância em integrar tais dimensões em situações de ensino e de aprendizagem consiste no fato de que, embora o conteúdo (ICD) sozinho possa ser muito interessante, quando apresentado isoladamente, os alunos não têm a oportunidade de participar plenamente da Ciência ou fazer conexões com temas unificadores mais amplos que conectam as disciplinas científicas.

Quanto aos temas unificadores (CT), estes sozinhos não fornecem conexões com as maneiras como os cientistas trabalham, explorando novas ideias e as compreensões já estabelecidas. Por sua vez, ensinar as Práticas Científicas de forma isolada reforça a compreensão dos alunos sobre o design experimental ou o “método científico” apresentado de forma sequencial, sem explorar relações com temáticas e conceitos científicos interessantes.

Nesse sentido, ao integrar tais dimensões, os estudantes são instigados a repensar a visão de educação científica muitas vezes difundida, passando a conceber que aprender Ciências consiste em se envolver ativamente nas práticas, incluindo a realização de investigações, compartilhamento de ideias, modelagem dos fenômenos e a comunicação das ideias aos pares.

Acreditamos que pensar em situações de ensino a partir dessas dimensões, pode levar os discentes, neste caso, também futuros professores, a pensar e propor ações de ensino e de aprendizagem que ajudam a compreender como os conceitos científicos são construídos. Vale ressaltar que tal integração não ocorre apenas em uma única aula ou atividade, ou apenas com o uso de atividades experimentais. Outras estratégias podem viabilizar que os estudantes vivenciem distintas dimensões.

Como perspectiva futura, pretendemos realizar outros estudos em que os planejamentos de ensino considerem diversificar as estratégias e as dimensões, oportunizando o engajamento dos estudantes em discussões que envolvam questões científicas.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa.

Referências

ALMEIDA, Fernanda Garcia de.; ARRIGO, Viviane; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. 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, p. 1-21, 2020.

ALMEIDA, Fernanda Garcia de.; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. Evidências do Pensamento Químico manifestadas por Licenciandos em uma Atividade experimental. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 285-312, nov., 2023.

AL-SALAMAT, Mohammad Khair. **Scientific and engineering practices aligned with the NGSS in the performance of secondary stage physics teachers**. PLoS ONE. v. 17, 10, 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; NORA, Paulo dos Santos; COSTA, Sandro Lucas Reis. Dimensions of Science Learning: a study on PISA test questions involving chemistry content. **Acta Scientiae**, Canoas, v.21, n.1, p.95-115, jan./fev. 2019.

COSTA, Sandro Lucas Reis; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; OBARA, Cássia Emi. Identifying Scientific Practices in a Science, Technology and Society Themed Workshop. **Acta Didactica Napocensia**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 181-193, 2021.

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

DUSCHL, Richard. A.; BYBEE, Roger. W. Planning and carrying out investigations: An entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices. **International Journal of STEM education**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-9, 2014.

FICK, Sara *et al.* Summit for Examining the Potential for Crosscutting Concepts to Support Three-Dimensional Learning: Conference Proceedings. In: **Summit for Examining the Potential for Crosscutting Concepts to Support Three-Dimensional Learning**: Conference Proceedings. 2019.

FICK, Sarah. What does three-dimensional teaching and learning look like?: Examining the potential for crosscutting concepts to support the development of science knowledge. **Science Education**, [S.l.], v.102. p. 5-35, 2017.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto; FRANCISCO, Welington. Vídeos amadores de experimentos produzidos por estudantes: possibilidades para avaliação da aprendizagem. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 838–855, 2020.

JIMENEZ-LISO *et al.* Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. **Research in Science & Technological Education**, [S.l.], v. 39, n.1, p. 44-67, 2021.

LAVERTY, James *et al.* Characterizing college science assessments: The three-dimensional learning assessment protocol. **PloS one**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. e0162333, 2016.

NGSS Lead States. **Next Generation Science Standards**: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press, 2013.

NORA, Paulo dos Santos. **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.

NORA, Paulo dos Santos; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. Práticas Científicas identificadas nas ações docentes em aulas de Química. **REXE: Revista de estudios y experiencias en educación**, [s. l.], v. 21, n. 46, p. 113-139, 2022.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A Framework for K-12 Science Education**: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: National Academies Press, 2012.

ÖBERG, Gunilla.; CAMPBELL, Alice. Navigating the divide between scientific practice and science studies to support undergraduate teaching of epistemic knowledge. **International Journal of Science Education**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 230–247, 2019.

OSBORNE, Jonathan. Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, [S. l.], v.25, n.2, p. 177-196, 2014.

PRINS, Gjalte; BULTE, Astrid; PILOT, Albert. Designing context-based teaching materials by transforming authentic scientific modelling practices in chemistry. **International Journal of Science Education**, [S. l.], v. 40, n. 10, p. 1108–1135, 2018.