

AÇÕES DOCENTES E PRÁTICAS CIENTÍFICAS: UM ESTUDO EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Paulo dos Santos Nora¹, Fabiele Cristiane Dias Broietti²

pdsnora@gmail.com, fabieledias@uel.br

^{1,2} Universidade Estadual de Londrina (UEL), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, km 380, Londrina - Paraná, Brasil.

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma investigação que buscou caracterizar as Práticas Científicas (PC) por meio da descrição de ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em um contexto de ensino remoto. Trata-se de uma investigação predominantemente qualitativa, fundamentada nos pressupostos metodológicos da análise de conteúdo. Os dados foram coletados em uma disciplina do segundo ano do curso de licenciatura em Química, voltada à elaboração e desenvolvimento de oficinas temáticas para estudantes do Ensino Médio. A disciplina foi ministrada no formato remoto por conta da pandemia de COVID-19, combinando momentos síncronos e assíncronos. As atividades incluíram o estudo e a discussão de textos que fundamentaram o planejamento e a execução de oficinas temáticas. A questão central que norteou a investigação foi: quais ações docentes, evidenciadas em aulas de Química do Ensino Médio, estão relacionadas às PC? Mediante as análises das ações e microações observadas nas aulas, foram identificadas 22 ações docentes. Algumas dessas ações não apresentaram relação direta com as PC, estando mais associadas à gestão de classe e do conteúdo, por meio da implementação do planejamento proposto. Dentre as ações analisadas, 10 apresentaram microações relacionadas às Práticas Científicas, a saber: A PC1 – Fazer perguntas, caracterizada pela ação perguntar; a PC2 – Desenvolver e usar modelos, associada às ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar; a PC3 – Planejar e realizar investigações, representada pela ação demonstrar; a PC4 – Analisar e interpretar dados, evidenciada pelas ações identificar e interpretar; a PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional, associada às ações calcular, escrever e explicar; a PC6 – Construir explicações, a PC7 – Argumentar a partir de evidências e a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação, todas associadas à ação explicar com diferentes microações. Constatou-se que uma mesma prática científica pode estar relacionada a mais de uma ação, sendo essa relação especificada pelas microações realizadas. Além disso, as estratégias de ensino e os recursos adotados pelos professores podem favorecer um maior ou menor número de ações e, consequentemente, a vinculação destas às Práticas Científicas.

Palavras chave: Práticas Científicas. Ações docentes. Formação inicial. Química. Ensino Remoto.

Acciones Docentes y Prácticas Científicas: un estudio en las clases de química en la enseñanza media

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación cuyo objetivo fue caracterizar las Prácticas Científicas (PC) mediante la descripción de acciones docentes observadas durante clases de Química impartidas por estudiantes de pregrado en situación de enseñanza remota. Se trata de una investigación predominantemente cualitativa, basada en los principios metodológicos del análisis de contenido. Los datos fueron recolectados en un curso del segundo año del programa de formación de profesores de Química, enfocado en el diseño y desarrollo de talleres temáticos para estudiantes de secundaria. El curso se llevó a cabo de manera remota debido a la pandemia del COVID-19; combinando actividades sincrónicas y asincrónicas. Estas actividades incluyeron el estudio y discusión de textos que respaldaron la planificación y ejecución de los talleres temáticos.

La pregunta central que guió la investigación fue: ¿Qué acciones docentes, evidenciadas en las clases de Química de la Enseñanza Media, se relacionan con la PC? A través del análisis de las acciones y microacciones observadas en clases, se identificaron 22 acciones docentes. Algunas de las microacciones de estas acciones no estaban directamente relacionadas con las PC, sino más asociadas a la gestión de clases y el contenido, dentro del marco de los planes de lección propuestos. De las acciones analizadas, 10 estaban relacionadas con las Prácticas Científicas, a saber: PC1 – Formular preguntas, caracterizada por la acción de preguntar; PC2 – Desarrollar y usar modelos, asociada con acciones presentar, comentar, demostrar, describir y explicar; PC3 – Planificar y realizar investigaciones, representada por la acción demostrar; PC4 – Analizar e interpretar datos, a través de las acciones identificar e interpretar; PC5 – Utilizar matemáticas y pensamiento computacional, asociada con las acciones calcular, escribir y explicar; PC6 – Construir explicaciones, PC7 – Argumentar a partir de evidencias y PC8 – Obtener, evaluar y comunicar información, todas vinculadas a la acción explicar, con diferentes microacciones. Se encontró que una misma práctica científica puede estar relacionada con más de una acción, especificándose esta relación a través de las microacciones realizadas. Además, las estrategias de enseñanza y los recursos adoptados por los docentes pueden favorecer un mayor o menor número de acciones observadas y, en consecuencia, su conexión con las Prácticas Científicas.

Palabras clave: Prácticas Científicas. Acciones docentes. Formación inicial. Química. Enseñanza remota.

Teacher Actions and Scientific Practices: a study in chemistry classes in high school

Abstract

This article presents the results of an investigation aimed to characterize Scientific Practices (SP) by description of teaching actions observed during Chemistry classes taught by undergraduates in a remote teaching context. This is a predominantly qualitative study based on the methodological principles of content analysis. The data was collected from a course in the second year of the Chemistry teacher education program, focused on the design and development of thematic workshops for high school students. The course was conducted remotely due to the COVID-19 pandemic, combining synchronous and asynchronous activities. These activities included the study and discussion of texts that supported the planning and execution of thematic workshops. The central question guiding the investigation was: what teaching actions, evidenced in high school chemistry classes, are related to SP? Through the analysis of the actions and micro-actions observed in classes, 22 teaching actions were identified. Some micro-actions of these actions were not directly related to the SP, being more associated with class and content management within the framework of the proposed lesson plans. Of the analyzed actions, 10 related to Scientific Practices, namely: SP1 – Asking questions, characterized by the action asking; SP2 – Developing and using models, associated with the actions presenting, commenting, demonstrating, describing and explaining; SP3 – Planning and conducting investigations, represented by action demonstrating; SP4 – Analyze and interpret data, through the actions identify and interpret; SP5 – Using mathematics and computational thinking, associated with the actions of calculating, writing and explaining; SP6 – Constructing explanations, SP7 – Engaging in argumentation based on evidence and SP8 – Obtaining, evaluating and communicating information, all linked to the action explaining, with different micro-actions. It was found a single scientific practice can be related to more than one action, with this relationship specified by the micro-actions performed. Additionally, the teaching strategies and resources adopted by the teachers can favor the number of actions observed and, consequently, their connection to Scientific Practices.

Keywords: Scientific Practices. Teacher actions. Initial teacher training. Chemistry. Remote Teaching.

Actions Pédagogiques et Pratiques Scientifiques : une étude en cours de chimie au lycée

Résumé

Cet article présente les résultats d'une enquête visant à caractériser les Pratiques Scientifiques (PC) à travers la description des actions pédagogiques observées lors de cours de chimie dispensés par des étudiants en licence dans un contexte d'enseignement à distance. Il s'agit d'une étude essentiellement qualitative, établie sur les principes méthodologiques de l'analyse de contenu. Les données ont été collectées durant les deuxièmes années du programme de formation des enseignants en chimie, axé sur la conception et le développement d'ateliers thématiques pour les élèves du secondaire. Ce cours a été réalisé à distance en raison de la pandémie de COVID-19, combinant des

activités synchrones et asynchrones. Ces activités comprenaient l'étude et la discussion de textes ayant soutenu et la mise en œuvre des ateliers thématiques. La question centrale qui a guidé l'enquête était: quelles actions pédagogiques, mises en évidence dans les cours de chimie au lycée, sont liées aux PC? À travers l'analyse des actions et des microactions observées en classe, 22 actions pédagogiques ont été identifiées. Certaines microactions parmi ces actions n'étaient pas directement liées aux PC, mais plutôt associées à la gestion de la classe et du contenu dans le cadre des plans de cours proposés. Parmi les actions analysées, 10 étaient liées aux Pratiques Scientifiques, à savoir: PC1 – Poser des questions, caractérisée par l'action poser des questions; PC2 – Développer et utiliser des modèles, associée aux actions de présenter, commenter, démontrer, décrire et expliquer; PC3 – Planifier et réaliser des enquêtes, représentée par l'action démontrée; PC4 – Analyser et interpréter les données, par les actions identifier et interpréter; PC5 – Utiliser les mathématiques et la pensée computationnelle, associée aux actions calculer, écrire et expliquer; PC6 – Construire des explications, PC7 – Argumenter à partir de preuves et PC8 – Obtenir, évaluer et communiquer des informations, toutes liées à l'action expliqué, avec différentes microactions. Il a été constaté qu'une même pratique scientifique peut être liée à plusieurs actions, cette relation étant précisée par les microactions réalisées. De plus, les stratégies pédagogiques et les ressources adoptées par les enseignants peuvent favoriser un plus ou moins grand nombre d'actions observées et, par conséquent, leur relation avec les pratiques scientifiques.

Mots clés: Pratiques scientifiques. Actions pédagogiques. Formation initiale des enseignants. Chimie. Enseignement à distance.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Educação em Ciências no Brasil tem passado por recentes mudanças. Segundo o documento que orienta a Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o processo educativo deve promover o protagonismo dos estudantes, tanto na aprendizagem quanto na aplicação de processos que envolvem o conhecimento científico (Brasil, 2018). Essas ideias são semelhantes às discutidas em outras partes do mundo. Por exemplo, na Europa, o relatório da European Commission (EC) aponta para uma educação em ciências voltada para uma cidadania responsável, na qual o conhecimento científico seja utilizado na tomada de decisões, por meio dos conhecimentos essenciais, assegurando credibilidade na resolução de problemas (EC, 2015).

Neste sentido, torna-se importante que, durante os processos de ensino e de aprendizagem em ciências, seja possibilitada uma formação na qual os estudantes se sintam preparados para tomar decisões mais acertadas em seu cotidiano. Uma das possibilidades para desenvolver tais competências pode ocorrer por meio do engajamento nas Práticas Científicas (Osborne, 2014).

O conceito de Práticas Científicas (PC) tem sido tema de diversas investigações (Nora; Broietti, 2022; Jimenez-Liso et al., 2021; Costa; Broietti; Obara, 2021; Carmel et al., 2019; Broietti; Nora; Costa, 2019; Ricketts, 2014), sendo considerado um assunto relevante para as discussões na área de Ensino de Ciências.

Os estudos mencionados investigam as PC em diferentes contextos, por exemplo, analisam propostas que utilizam as PC como uma abordagem pedagógica alternativa de ensino e aprendizagem (Jimenez-Liso et al., 2021); na formação de professores, (Ricketts, 2014); em configurações de aulas experimentais (Carmel et al., 2019). Há também estudos sobre o potencial de questões da prova do PISA em envolver os alunos em determinadas PC (Broietti; Nora; Costa, 2019); além de investigações que analisaram as PC nas quais os estudantes se envolveram durante uma oficina temática (Costa; Broietti; Obara, 2021).

Recentemente, Nora e Broietti (2022) apresentaram os resultados de uma investigação na qual foram identificados e analisados indícios das PC em aulas de Química, nas ações docentes, sendo possível esboçar um perfil das aulas investigadas.

Nos trabalhos mencionados, o conceito de Prática Científica está em consonância com o documento NRC (2012), ou seja, as PC descrevem ações associadas ao fazer ciência, com destaque para oito delas: fazer perguntas; desenvolver e utilizar modelos; planejar e realizar investigações; analisar e interpretar dados; utilizar matemática e o pensamento computacional; construir explicações; argumentar a partir de evidências e, por fim, obter, avaliar e comunicar informações.

Neste artigo, visamos aprofundar a compreensão acerca das ações docentes que possam estar relacionadas às PC. Dessa forma, apresentamos a questão central de pesquisa: quais ações docentes, evidenciadas em aulas de Química do Ensino Médio, estão relacionadas às PC? Assim, buscamos caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em um contexto de ensino remoto.

2. MARCO TEÓRICO

Nos últimos anos, alguns pesquisadores têm se dedicado a investigar a ação docente, ação discente e suas conexões, procurando entender o que professores e alunos fazem em sala de aula (Arruda, Passos; Broietti, 2021). Há estudos realizados em diversas áreas e níveis de ensino, como os estudos de Assaí (2019), Borges (2020) e Bortoloci (2021) que focaram nas ações docentes em aulas de Química. Entretanto, há estudos que investigaram as ações docentes em aulas de Matemática, como o de Dias (2018), e em aulas de Ciências Biológicas, como o de Turke (2020).

Em estudos anteriores, Schön (1997) já relatava uma preocupação em relação à ação do professor em sala:

Temos que checar o que os professores fazem na observação direta e registrada que permita uma descrição

detalhada do comportamento e uma reconstrução das intenções, estratégia e pressupostos (Schön, 1997, p. 90).

Assim, por meio da observação detalhada da ação, é possível investigar o que é realizado em sala de aula, considerando as convicções teóricas que os professores professam.

Segundo Tardif (2004), a prática docente integra diferentes saberes, ou seja, um saber plural. Deste modo, o agir do professor é o produto do que ele reconhece como profissão, do saber dos conhecimentos disciplinares, do conhecimento das exigências das instituições, das regras e, por fim, do conhecimento que somente a experiência proporciona. A ação docente se concretiza por meio de interações com os objetivos e com outros sujeitos, que também possuem sua rede de interações com valores, sentimentos, atitudes, como observa Tardif:

A atividade docente não é exercida sobre um objeto, sobre um fenômeno a ser conhecido ou uma obra a ser produzida. Ela é realizada concretamente numa rede de interações com outras pessoas, num contexto onde o elemento humano é determinante e dominante e onde estão presentes símbolos, valores, sentimentos, atitudes, que são passíveis de interpretação e decisão, interpretação e decisão que possuem, geralmente, um caráter de urgência. (Tardif, 2004, p. 50).

No ambiente da sala de aula, local de atuação do professor e dos alunos, cada indivíduo traz consigo sua história, suas formas de agir e de pensar próprias. Para que os processos de ensino e de aprendizagem sejam favorecidos, ambos os sujeitos precisam entrar em uma certa negociação, em torno de um objetivo comum, que se reflete nas ações que o professor e os alunos executam em sala de aula.

Segundo Arruda, Passos e Broietti (2021), na literatura da área há outros termos que trazem conceitos próximos ao da ação docente, tais como: prática docente (que vai além das interações ligadas às atividades; envolve as interações, reações e decisões tomadas pelas pessoas envolvidas), ação pedagógica (atividades realizadas no ambiente escolar, no desenvolvimento de atividades organizadas e estruturadas), prática pedagógica (ações praticadas pelo professor no domínio de sua função no contexto escolar) e prática educativa (arte guiada por valores e pelo agir interativo).

A compreensão da ação docente tem sido difundida como correspondente ao agir do professor, especialmente na sala de aula, quando está ligada diretamente aos sujeitos (professores e alunos), os quais são o objetivo do ato de ensinar e do aprender. Logo, podemos inferir que o ensino corresponde a um conjunto de ações realizadas pelo professor em um determinado tempo (Andrade; Arruda; Passos, 2018). Essa compreensão é também adotada por Arruda, Passos e Broietti (2021).

Nesta investigação, buscamos caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em um contexto de ensino remoto.

Este objetivo de pesquisa foi elaborado a partir de referenciais relacionados às Práticas Científicas (NRC, 2012) e às ações docentes (Arruda; Passos; Broietti, 2021; Assaí, 2019; Borges, 2020; Bortoloci, 2021).

As Práticas Científicas (PC) correspondem a uma das três dimensões da aprendizagem científica elaboradas por um comitê de pesquisadores sob a coordenação geral do *National Research Council*¹ (NRC, 2012). As PC descrevem ações ou atitudes associadas ao fazer ciência, ou seja, indicam práticas que os cientistas empregam para investigar e construir teorias e modelos a respeito dos fenômenos, e não se restringem somente a atividades experimentais em ciências. Nesta perspectiva, engajar-se em Práticas Científicas ajuda os alunos a entenderem como os conhecimentos científicos se desenvolvem, fornecendo-lhes condições para apreciar múltiplas abordagens para investigar, modelar e compreender o mundo.

Alguns autores discutem as PC no contexto da formação inicial de professores, analisando suas compreensões, intenções e emoções ao utilizarem as Práticas Científicas como uma abordagem pedagógica alternativa de ensino e aprendizagem (Jimenez-Liso *et al.*, 2021).

Duschl e Bybee (2014) e Osborne (2014) realizaram um estudo a respeito das mudanças da abordagem pautada na investigação científica (inquiry) para uma abordagem baseada nas Práticas Científicas. Segundo os autores, a multiplicidade de definições e conceituações da abordagem fundamentada no inquiry gerava confusão no entendimento dos professores e na utilização da abordagem. Neste sentido, recomendam a abordagem de ensino a partir das Práticas Científicas, que consideram experiências importantes, pois ajudam os alunos a se envolverem com o conhecimento conceitual, o conhecimento procedimental e o conhecimento epistêmico, além de desenvolverem uma visão crítica da investigação científica.

Ricketts (2014) realizou um estudo com professores em formação para identificar as ideias que estes apresentam sobre as Práticas Científicas. Na mesma perspectiva, Al-Salamat (2022) investigou, por meio de questionários e entrevistas, até que ponto as Práticas Científicas estavam presentes na atuação de professores de Física do Ensino Médio na cidade de Taif, na Arábia Saudita.

Jimenez-Liso *et al.* (2021) afirmam que os professores precisam conhecer previamente as PC para poderem implementá-las em suas aulas. Destacamos, assim, a importância de discutir com os futuros professores, ainda na formação inicial, uma abordagem fundamentada nas Práticas Científicas. Segundo as autoras, as PC possibilitam uma abordagem contemporânea do ensino e da aprendizagem de ciências, na qual a ênfase se encontra no aprender fazendo e refletindo sobre o processo de aprendizagem.

As PC são, portanto, importantes ao motivarem a construção do conhecimento, tanto na aprovação das alegações ou na análise dos erros ocorridos, quanto por meio do uso de modelos, do raciocínio e de evidências para a elaboração de argumentos necessários à investigação.

O documento do NRC (2012) descreve oito Práticas Científicas, consideradas essenciais para serem desenvolvidas pelos alunos até chegarem ao último nível de escolarização obrigatória (equivalente, no Brasil, ao 3º ano

¹ 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.

do Ensino Médio). Vale destacar que as Práticas Científicas são desenvolvidas de forma interativa e em combinação, não devendo ser vistas como uma sequência linear de passos a serem tomados, na ordem apresentada.

A seguir apresentamos, no quadro 1, uma breve descrição das PC.

Quadro 1. As Práticas Científicas e suas descrições

Práticas Científicas	Descrição
PC1 - Fazer perguntas	Consiste em fazer perguntas sobre um fenômeno, o que pode ocorrer por meio da observação de padrões, regularidades e contradições, nas observações dos fenômenos e na construção de modelos.
PC2 – Desenvolver e usar modelos	Consiste na construção e utilização de modelos (simulações, esquemas, diagramas) os quais contribuem na elaboração de explicações, previsões e entendimentos dos fenômenos.
PC3 – Planejar e realizar investigações	Consiste em planejar e conduzir uma investigação sistemática, que pode ser experimental ou observacional. Isso requer decisões adequadas na coleta de dados e escolha dos instrumentos necessários, além de uma percepção precisa das relações causais e confiabilidade dos dados.
PC4 - Analisar e interpretar dados	Consiste em analisar dados sistematicamente a partir de uma investigação científica. A análise dos dados envolve a identificação de padrões, relações e a resolução de conflitos, sendo que, para isso, a matemática e a estatística desempenham um papel importante.
PC5 - Utilizar matemática e o pensamento computacional	Consiste em utilizar abordagens matemáticas e computacionais no teste e previsão de sistemas físicos, no reconhecimento de relações quantitativas e representar variáveis. Isso inclui o uso de gráficos e o reconhecimento de quantidades dimensionais.
PC6 - Construir explicações	Consiste em aplicar teorias científicas para construir explicações coerentes de fenômenos. As explicações devem ser consistentes com as evidências disponíveis, podendo basear-se em observações de fenômenos que servem como suporte para apoiar ou refutar as explicações.
PC7 - Argumentar a partir de evidências	Consiste em envolver-se em argumentos fundamentados em evidências, o que possibilita examinar o próprio entendimento e o dos outros. Dessa forma, é possível identificar os pontos fortes e fracos de uma linha de pensamento e encontrar a explicação mais adequada para um fenômeno.
PC8 - Obter, avaliar e comunicar a informação	Consiste em comunicar ideias provenientes dos resultados da investigação. Para isso, é importante utilizar uma linguagem apropriada (palavras, tabelas, diagramas, expressões matemáticas) para ler, reconhecer e comunicar o entendimento científico, além de discutir sua confiabilidade e conclusões.

Fonte: adaptado e traduzido do NRC (2012).

Neste sentido, algumas ações executadas por professores e/ou estudantes ao investigarem um fenômeno científico de interesse podem caracterizar distintas Práticas Científicas. Na próxima seção, serão descritas e discutidas essas possíveis relações entre as ações docentes e as PC, no contexto desta investigação, realizada em aulas de Química no formato remoto.

3 METODOLOGIA

A problemática de investigação consistiu em caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes e suas microações, observadas na execução de aulas de Química ministradas por licenciandos em situação de ensino remota. Para isso, os dados foram coletados em uma disciplina oferecida a uma turma do segundo ano do curso de licenciatura em Química de uma universidade pública do Sul do Brasil, com a participação de 11 licenciandos. A disciplina foi ministrada remotamente, por conta da pandemia provocada pela COVID-19.

A proposta da disciplina consistia na elaboração de um projeto de ensino, que resultaria em uma oficina temática² para ser desenvolvida com estudantes do Ensino Médio nas

aulas de Química. Ao longo da disciplina, foram propostas 10 atividades, das quais quatro eram destinadas ao aprofundamento teórico dos referenciais que fundamentam as oficinas temáticas, e seis atividades voltadas ao planejamento e à execução das oficinas temáticas, visando o engajamento dos estudantes da Educação Básica nas Práticas Científicas. No quadro 2, apresentamos os temas definidos em cada grupo, os conteúdos e a turma a que se destinavam as aulas.

Quadro 2. Grupos e temas das oficinas

Grupos	Temas	Conteúdos	Turmas
G1	Como os elétrons estão presentes em nossas vidas	Eletroquímica	2º ano
G2	Energia dos alimentos	Termoquímica	2º ano
G3	A catapora e a Química: o que elas têm em comum?	Óxido-redução	EJA (Educação de Jovens e Adultos)
G4	Riscos da energia elétrica	Ligações químicas e propriedades dos compostos	1º ano

Fonte: dados da pesquisa

Neste artigo, apresentamos as análises referentes às aulas ministradas pelo Grupo 1. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, adotando os pressupostos das análises textuais, com ênfase nos procedimentos e critérios da Análise de Conteúdo, conforme preconizado por Bardin (2016). Nesta investigação, selecionamos como *corpus* da pesquisa as gravações das regências, que correspondem às aulas 1 e 2 ministradas pelo Grupo 1. A escolha do *corpus* justifica-se pela questão de pesquisa definida para a investigação, a saber: quais ações docentes, evidenciadas em

² A oficina temática, segundo Marcondes (2008), é organizada por meio da problematização, os conteúdos a serem propostos devem ter uma significação humana e social, capazes de provocar interesse dos estudantes, possibilitando uma leitura crítica do mundo; abordagem temática, importante abordar dados, conceitos e informações possibilitando a avaliação e conhecimento da realidade, propondo formas de intervenção no mundo; experimentação no ensino, preferencialmente realizadas pelos estudantes, capaz de despertar interesse e curiosidade, envolvendo o cotidiano do estudante, onde o estudante assume um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento, mediado pelo professor.

aulas de Química do Ensino Médio, estão relacionadas às PC?

Por meio da descrição das ações dos licenciandos, evidenciadas durante as regências, procedemos à transcrição de duas aulas, cada uma com duração de 50 minutos, totalizando 100 minutos. Foram analisadas as gravações de cada uma das regências, juntamente com suas transcrições, possibilitando a identificação das ações executadas pelos licenciandos, com o objetivo de identificar ações docentes relacionadas às PC.

Vale lembrar que as ações, representadas por verbos indicativos, foram desmembradas em um conjunto de ações menores, denominadas de microações. Estas microações, que identificamos como unidades de análise, referem-se ao detalhamento dos diversos atos ocorridos em cada uma das ações, especificando-as.

Na etapa de unitarização, os documentos utilizados foram lidos cuidadosamente até a definição de unidades de análise (UA), palavras ou frases que permitiram ao pesquisador atribuir sentidos ao conteúdo. Para as regências, dividimos cada uma das transcrições em turnos de fala, numerando-os sequencialmente com números cardinais, totalizando 395 UA³. Este procedimento visou facilitar a compreensão do pesquisador quanto à temporalidade da aula, permitindo a identificação precisa das microações.

O processo de categorização consiste em agrupar dados que compartilham características comuns. As categorias podem ser *a priori*, quando são utilizadas da mesma forma que apresentadas no referencial teórico utilizado, ou emergentes, quando surgem a partir dos próprios dados da análise. Nesta pesquisa, para analisar as ações docentes executadas pelos licenciandos, retomamos a transcrição, procurando compreender o contexto e identificar as ações. Quando surgiam dúvidas, os vídeos das gravações foram consultados constantemente. Com esse procedimento, foi possível reconhecer e agrupar as unidades de análise, para então aloca-las em categorias emergentes.

Posteriormente, buscamos estabelecer relações entre as categorias identificadas e as oito Práticas Científicas descritas no documento norteador (NRC, 2012), adaptadas ao contexto desta investigação.

A descrição é uma forma de comunicar o resultado do trabalho. Para isso, foi elaborada uma síntese textual que expressa o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise. A organização dessa descrição foi determinada pelas categorias emergentes, que surgiam a partir do contexto investigado.

Por fim, passamos à interpretação das informações, etapa que consiste em ir além da simples descrição, com o objetivo de atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens. Nesta etapa, foram explorados significados expressos pelas ações docentes e como estas se relacionam com cada uma das PC, segundo o NRC (2012) e demais referenciais utilizados.

4. RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos e discutimos as regências analisadas. Organizamos esta seção em tópicos com o intuito de, primeiramente, detalhar as aulas, seguida pela descrição das ações docentes identificadas e, por fim, caracterizar as PC por meio da descrição das ações docentes.

As aulas analisadas tiveram duração total de 100 minutos, realizadas por meio da plataforma do *Google Meet*. Os conteúdos trabalhados correspondem a tópicos de eletroquímica, tais como: reações de oxidação e redução, número de oxidação (NOX), esquema e representação de pilhas galvânicas, cálculo de ddp (diferença de potencial) e corrosão.

Em cada aula, a dupla de licenciandos recorreu a slides para apresentar os conteúdos de forma expositiva e dialogada. A aula iniciou-se com uma problematização, partindo da temática: como os elétrons estão presentes em nossas vidas? Na sequência, foram explorados diversos conteúdos, como: componentes de uma pilha eletroquímica, reações de oxirredução, força eletromotriz e corrosão. Os licenciandos usaram questões para conduzir as explicações e também para identificar conhecimentos prévios dos alunos e esclarecer eventuais dúvidas. Além dos slides, foram empregados simuladores para mostrar o funcionamento de uma pilha e a diferença de potencial ao se utilizarem diferentes metais em sua composição. Também foi exibido um vídeo de um experimento, gravado previamente pelos licenciandos, que demonstrava uma pilha de limão.

Inicialmente, buscou-se identificar as ações docentes evidenciadas durante a execução das aulas e, em seguida, estabelecer possíveis relações com as PC.

Nas aulas do grupo 1, foram identificadas 22 ações docentes diferentes realizadas pelos licenciandos, tais como: agradecer, almejar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, demonstrar, descrever, despedir, elogiar, escrever, explicar, identificar, incentivar, interpretar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

A seguir, apresentamos as ações (15) e microações (112) (quadro 3) que, mediante nossas análises, não apresentaram nenhuma relação com as Práticas Científicas. Estas incluem: agradecer, almejar, apresentar, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, despedir, elogiar, incentivar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

³ Esse total de unidades equivale aos turnos de fala dos licenciandos e dos estudantes. No entanto, neste estudo, foram analisadas apenas as ações docentes.

Quadro 3. Exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas analisadas que não estão relacionadas com as PC

Ações docentes	Microações
Agradecer	Agradece pela atenção na aula (142)
	Agradece a atenção e participação dos alunos na aula (369, 373)
Almejar	Almeja que os alunos gostem da aula (13)
Apresentar	Apresenta-se para a turma (12)
	Apresenta que a voltagem será vista durante a aula (182)
	Apresenta que gravaram um vídeo de um experimento e que irão mostrá-lo (361)
Comentar	Comenta o que será falado na aula sobre corrosão e pilhas (32)
	Comenta que a explicação será realizada parte por parte (86)
	Comenta que a resolução do exercício será por parte (98)
	Comenta que será enviado exercício no formulário para ser realizado em casa (117)
	Comenta a resposta de uma aluna postada no chat (124, 338)
	Comenta que na próxima aula será tratado sobre o que ocorre dentro da pilha (140)
	Comenta que dará continuidade ao conteúdo da última aula (145)
	Comenta que pode voltar e mostrar o exercício (157)
	Comenta que as semirreações serão importantes para a aula (159)
	Comenta que fará a resolução do exercício rapidamente (163)
	Comenta que retomará alguns conteúdos (165, 318)
	Comenta que se não há dúvidas irá passar para frente o slide (173)
	Comenta que irá começar a aula conversando um pouco (175)
	Comenta com os alunos que o tema da aula está relacionado à voltagem e volts (187)
	Comenta que pode começar pelo cobre (205)
	Comenta que tem algumas simulações para mostrar (244)
	Comenta o exemplo das baterias de íon lítio (271)
Comenta que não sabe o valor que dará a ddp (289)	
Comenta que tem outro simulador que precisam ver (293)	
Confirmar	Confirma a resposta do aluno (102, 106, 126, 132, 181, 227, 231, 234, 252, 281, 285, 288, 326, 330, 339, 348, 371, 374, 377, 382, 383)
	Confirma que consegue ouvir (119)
	Confirma que está aparecendo a simulação (245)
	Confirma a resposta do licenciando e do aluno (267)
	Confirma que a prata seria o cátodo (278)
	Confirma que a ddp é de 0,34 [mediante tabela de potenciais de redução] (211)
Confirma que está certo o valor de 3,15 volts (292)	
Conversar	Conversa com o outro licenciando sobre o andamento da aula (113, 114, 115, 116, 136, 316, 317, 365)
Cumprimentar	Cumprimenta os alunos (10, 11, 144, 146)
Despedir	Despede-se dos alunos (395)
Elogiar	Elogia a explicação do aluno (27, 41)
	Elogia a resposta do aluno (111, 207, 223, 226, 333, 345, 350)
Incentivar	Incentiva os alunos a responderem à pergunta (95)
Ler	Lê o exercício (167)
Mostrar	Mostra um exercício (273)
	Mostra uma tabela de potenciais padrão de redução (269, 368)
Pedir	Pede para alguém ler o texto sobre a problematização (17)
	Pede para o outro licenciando passar o slide (84, 87, 89, 91, 188, 196, 341, 360)
	Pede para o outro licenciando resolver as questões (158, 161)
Perguntar	Pergunta se os slides estão aparecendo na tela do <i>meet</i> ; (14)
	Pergunta se alguém poderia ler o texto da problematização (18)
	Pergunta se alguém já havia visto o esquema de uma pilha (45)
	Pergunta se estão conseguindo ouvi-lo (118)
	Pergunta se os alunos têm dúvidas (139, 141, 172, 175, 236)
	Pergunta se é a letra (d) do exercício (162)
	Pergunta se faz barulho (168)
	Pergunta se entenderam a resposta (184, 358)
	Pergunta se o vídeo do experimento está aparecendo (362)
Responder	Responde que não escuta barulhos (169, 311)
	Responde que não entendeu a fala do aluno (324, 353)
	Responde que está aparecendo o vídeo (363)

Fonte: próprio autor

Nas ações e microações acima mencionadas, não evidenciamos aspectos diretamente relacionados às Práticas Científicas. O que observamos foram microações vinculadas a fatores ligados à gestão da sala de aula⁴, mediadas pela interação pessoal entre os licenciandos e os alunos. Isso se manifestou, por exemplo, quando os licenciandos agradeciam, cumprimentavam, se despediam, ou ainda quando buscam incentivar ou elogiar os alunos, com o objetivo de promover uma participação mais ativa nas atividades propostas. Ou ainda, ações entre os próprios licenciandos, por exemplo, quando conversavam entre si sobre como conduzir a aula, ponderando sobre o tempo e as atividades previstas. O formato remoto de ensino pode ter favorecido algumas microações, por exemplo, quando pedem para passar os slides, ou mesmo quando comentam alguma resposta no *chat*.

Muitas dessas ações e microações foram identificadas em outros estudos. Por exemplo, as ações de agradecer e comentar também foram observadas na pesquisa de Dias (2018), ao estudar as ações docentes em aulas de Matemática do Ensino Fundamental, no mesmo sentido por nós identificadas. A ação confirmar foi identificada na pesquisa da Bortoloci (2021), ao estudar as ações docentes em aulas de Química e Física para turmas do nono ano do Ensino Fundamental. A ação conversar foi identificada na pesquisa de Assaí (2019), e descreveu conversas entre professores, colegas e alunos sobre assuntos não diretamente relacionados à aula, no contexto das regências de estágio supervisionado realizados por licenciandos.

As ações cumprimentar, despedir e elogiar também foram identificadas nos estudos de Borges (2020), Bortoloci (2021) e Piratelo (2018), respectivamente. Borges (2020) analisa as ações docentes em aulas de Química no Ensino Médio, e Piratelo (2018) analisa aulas de Ciências ministradas por dois professores do 1º ciclo em Portugal, integrados a um centro de ciências.

Além disso, encontramos registros das ações pedir, incentivar e ler nos estudos de Dias (2018), Piratelo (2018) e Santos (2019), respectivamente. Santos (2019) analisa aulas de três professores, sendo dois professores de Química e um de Física, em um curso de Licenciatura em Química.

Entretanto, há outras ações docentes (10) e microações (165) que apresentaram relações com as PC, conforme apresentado no quadro 4. Dessa forma, nesta aula, foram identificadas 112 microações que não estiveram relacionadas diretamente com as PC e 165 microações que apresentaram relações com as PC.

Com o intuito de facilitar o reconhecimento e a diferenciação entre elas, destacamos com a mesma cor as microações e as suas PC correspondentes.

⁴ A gestão da sala de aula ou gestão de classe “consiste num conjunto de regras e de disposições necessárias para criar e manter um ambiente ordenado favorável tanto ao ensino quanto à aprendizagem” (Gauthier *et al.*, 2006, p. 240); para isso o licenciando deve “organizar suas turmas, estabelecer regras e maneiras de proceder, reagir aos comportamentos inaceitáveis, dar um encadeamento às atividades, etc.” (ibid, p. 139). Refere-se à introdução e à manutenção da ordem em sala de aula, envolvendo o planejamento das medidas disciplinares, das regras e dos procedimentos gerais em sala de aula, o estabelecimento de rotinas, desenvolvimento da responsabilidade, etc. (ibid, pp. 240- 273 *apud* Arruda, Lima e Passos, 2011, p. 142).

Quadro 4. Alguns exemplos de ações docentes e microações identificadas nas aulas analisadas e as PC relacionadas

Ações docentes	Microações	PC
Apresentar	Apresenta o esquema que representa a pilha de Daniell (46)	PC2
Calcular	Calcula o valor de ddp da pilha, mediante a fórmula matemática (217, 234)	PC5
	Calcula a ddp, mostrando que a voltagem é maior (260)	PC5
Comentar	Comenta a representação de uma pilha eletroquímica (49)	PC2
	Comenta o tipo de reação (anódica ou catódica) pela representação da pilha (112)	PC2
	Comenta sobre as semirreações do cobre e da prata a partir da representação de uma pilha (137)	PC2
	Comenta, a partir de uma representação de uma pilha, se o fenômeno sofre oxidação ou redução (238)	PC2
	Comenta que será simulado com os metais prata e chumbo (308)	PC2
	Comenta que a corrosão é um tipo de pilha eletroquímica (340)	PC2
Demonstrar	Demonstra a partir de um simulador uma pilha com os metais zinco e cobre (82)	PC2
	Demonstra para os alunos o fluxo de elétrons a partir do simulador (248)	PC2
	Demonstra a partir de um simulador que ao mudar o metal, altera o fluxo de elétrons (257)	PC2
	Demonstra a partir do simulador se o metal lítio apresenta o menor potencial (303)	PC2
	Demonstra algumas opções de metais para serem usados em simulações de pilhas galvânicas (305, 306)	PC2
	Demonstra um experimento denominado pilha de limão (364)	PC3
Descrever	Descreve em detalhes o esquema de uma pilha - eletrodo, corrosão, deposição, corrente, polos positivos e negativos [apontando para os eletrodos] (47, 76)	PC2
	Descreve uma cela eletrolítica, mediante uma simulação da pilha cobre/zinco (83)	PC2
	Descreve o fluxo de elétrons por meio da simulação do cobre para o cobalto (246)	PC2
	Descreve dados do exercício a partir de um esquema da pilha (275)	PC2
	Descreve o aparelho voltímetro (294)	PC2
	Descreve um esquema que mostra a corrosão do ferro em uma gota de água (342)	PC2
Escrever	Escreve a fórmula da ddp no slide, indicando a relação entre as diferentes variáveis (286)	PC5
Explicar	Explica situações do cotidiano relacionadas à ferrugem (22)	PC6
	Explica sobre o conceito de oxidação e redução (54, 56, 57, 319)	PC6
	Explica com o uso de analogias (cabo de guerra) a ideia de ganho e perda de elétrons nas reações de óxido-redução (55, 239, 242)	PC2
	Explica o fluxo de elétrons e a geração de corrente elétrica por meio das semirreações [apontando e grifando no slide] (64, 67)	PC6
	Explica onde seriam os polos positivos e negativo, sendo o cátodo/ânodo [apontando para as reações] (75, 228)	PC6
	Explica a importância da ponte salina [grifando no slide] (78)	PC6
	Explica o significado de cada uma das partes da representação da pilha, oxidação e redução (88, 103)	PC6
	Explica a ponte salina (92)	PC6
	Explica a representação de uma pilha (93, 121)	PC2
	Explica a posição do cátodo e ânodo mediante o esquema de uma pilha (127)	PC2
	Explica os cálculos mediante a resolução de um exercício (171)	PC5
	Explica o significado de voltagem, a semelhança com ddp e força eletromotriz (183, 189)	PC6
	Explica o significado do potencial de redução (191, 193, 199)	PC6
	Explica como se calcula a ddp da pilha, fazendo uso da fórmula] (195, 208)	PC5
	Explica as tendências de uma espécie química oxidar/reduzir, mediante os valores de potenciais de redução (216)	PC5
	Explica a capacidade de uma pilha fornecer energia (218)	PC6
	Explica, a partir do simulador, que o fluxo de elétrons se modifica com a alteração do metal (258)	PC2
	Explica, a partir do simulador, que quanto maior for a diferença entre os potenciais, maior será a corrente, que é a eletricidade (261)	PC2
	Explica, a partir do simulador, que para a bateria ser mais forte, será preciso um metal com menor e outro com maior potencial (266)	PC2
	Explica, mostrando na reação global, a Ag reduzindo e Mg oxidando (282)	PC6
	Explica, a partir de evidências, que o oxigênio é a espécie química que sofre redução (355, 357)	PC7
	Explica a relação da ponte salina, água do mar e oxidação, concluindo sobre a problemática da aula (388)	PC8
Identificar	Identifica o lítio na tabela de potenciais padrão de redução (270)	PC4
	Identifica os potenciais do cobre e do zinco na tabela de potenciais de redução (369)	PC4
Interpretar	Interpreta alguns potenciais de redução mediante a tabela de potenciais de redução (197, 200, 240)	PC4
	Interpreta que a prata é o metal que apresenta o maior potencial de redução (249, 253)	PC4
	Interpreta as situações dos metais prata e chumbo mediante a tabela de potenciais de redução (312)	PC4
Perguntar	Pergunta sobre o fenômeno da ferrugem (23, 25, 28)	PC1
	Pergunta sobre o fenômeno da corrosão, a partir da descrição de situações cotidianas (30, 31)	PC1
	Pergunta sobre o funcionamento de uma pilha (33, 35, 50)	PC1
	Pergunta sobre o significado do número presente no esquema da pilha (48)	PC1

Pergunta o significado das palavras oxidar e reduzir (52)	PC1
Pergunta quais seriam os processos de oxidação/redução em semi-reações (58, 65)	PC1
Pergunta sobre a importância da ponte salina (77)	PC1
Pergunta qual espécie química está oxidando/reduzindo (94, 97, 107, 134, 138, 351)	PC1
Pergunta qual seria o cátodo/ânodo (109, 122, 203, 210, 221, 366)	PC1
Pergunta quais dos eletrodos seria positivo/negativo e por quê (128, 130)	PC1
Pergunta se há dúvidas no exercício proposto (147, 149, 152, 154, 160)	PC1
Pergunta como se determina o valor da ddp (186, 190, 194)	PC1
Pergunta como usar os potenciais de redução para o cálculo de voltagem (192)	PC1
Pergunta o valor dos potenciais de redução de algumas espécies químicas (209, 214, 229, 232)	PC1
Pergunta se há dúvidas a respeito da formação de energia pela pilha. (219)	PC1
Pergunta o que é um potencial, o que são os números na tabela de potencial de redução (243)	PC1
Pergunta o que ocorreria na simulação ao modificar os metais (247, 250, 255)	PC1
Pergunta qual seria o valor da ddp da pilha (283, 290)	PC1
Pergunta qual metal poderia ser o ânodo, no exemplo do simulador (296, 301)	PC1
Pergunta porque deu um valor negativo no voltímetro na situação simulada (309)	PC1
Pergunta quais seriam as mudanças físicas observadas nas pilhas (322)	PC1
Pergunta se a pilha seria um processo de corrosão (334, 336)	PC1
Pergunta o que seria a região onde ocorre a perda de massa (343, 346)	PC1
Pergunta como se dá o fluxo de elétrons no experimento da pilha de limão (372, 375)	PC1
Pergunta se a pilha funcionaria se fossem usadas apenas moedas, ou apenas parafusos (378, 380)	PC1
Pergunta por que em cidades litorâneas a formação de ferrugem é mais acelerada (384)	PC1
Pergunta sobre a ponte salina (386)	PC1

Fonte: próprio autor

Na sequência, exemplificamos os trechos ocorridos durante as aulas, buscando apresentar as ações docentes e suas relações com as Práticas Científicas.

A PC1 – Fazer perguntas – foi evidenciada em microações da ação docente perguntar. As microações associadas a esta ação foram utilizadas pelos licenciandos para questionar os alunos durante boa parte da aula. As perguntas abordaram temas como a ferrugem, o motivo da corrosão ocorrer mais facilmente em cidades litorâneas, a voltagem gerada em uma pilha, o significado da representação de uma pilha e sua voltagem. Além disso, essa PC foi empregada para identificar as ideias prévias dos alunos a respeito dos conceitos de oxidação e redução. As perguntas também foram usadas para explorar pontos específicos durante o uso do simulador e no momento em que foi apresentado o vídeo do experimento. Na sequência, apresentamos alguns exemplos extraídos da aula:

Esse fenômeno [corrosão] acontece de forma mais rápida em cidades que têm praia, interessante isso, né? Por que será? Por que vocês acham que isso acontece mais fácil em cidades costeiras, vocês têm alguma ideia? (25)

[...] de onde está vindo esta energia? E de onde está vindo esta corrente? Aqui, primeiramente, eu queria conversar com vocês sobre o que é oxidar e o que é reduzir, vocês já viram estes conceitos? (50)

Nos trechos, os licenciandos utilizam-se de perguntas para explorar alguns aspectos durante a problematização inicial relacionada à maresia, a fim de identificar noções iniciais dos estudantes a respeito do tema. No segundo trecho, as perguntas foram usadas para explorar como e por que determinados fenômenos acontecem, abordando os conceitos de energia, corrente e as reações de oxidação e redução.

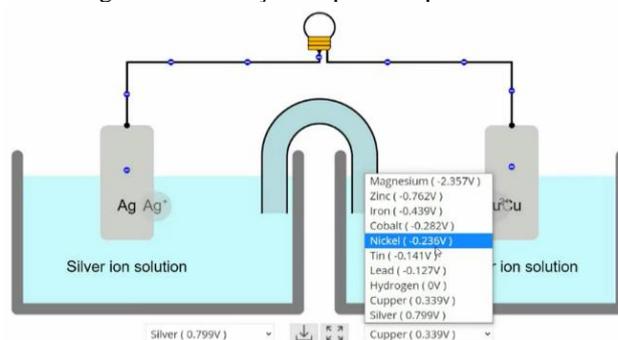
A PC2 – Desenvolver e usar modelos – foi evidenciada em microações das ações docentes, apresentar, comentar, REIEC Año 2024 Nro. 19 Mes Diciembre
Recepción: 07/12/2023

demonstrar, descrever e explicar. As microações desta ação foram empregadas pelos licenciandos para explicar conceitos de eletroquímica. Para isso, utilizaram recursos didáticos como simuladores e esquemas a respeito de pilhas galvânicas. Algumas microações relacionadas à PC2 aparecem quando os licenciandos demonstram o fluxo de elétrons a partir de um simulador, mostrando diferentes opções de metais usados na composição das pilhas.

Na sequência, apresentamos alguns exemplos extraídos da aula. No exemplo a seguir, a partir de um simulador de uma pilha composta de cobre e prata, os licenciandos demonstram aos alunos o comportamento dos elétrons ao alterar os metais dos eletrodos da pilha. O trecho transcrito, juntamente com a figura 1, ilustra um momento da simulação mencionada:

A prata é 0,7 [valor do potencial de redução] olhem só o que acontece com os elétrons. (248)

Figura 1. Simulação da pilha de prata e cobre



Fonte: extraída do slide da aula

Evidenciamos indícios da PC2 nesta microação, uma vez que essa PC consiste em possibilitar uma maior compreensão do fenômeno em estudo por meio de esquemas, modelos, figuras, analogias e simuladores. Neste

caso, o simulador permitiu a visualização da diferença na velocidade de movimentação dos elétrons na pilha galvânica, ao se substituir um dos metais que compõem a cela galvânica.

A PC3 – Planejar e realizar investigações – foi evidenciada em microações da ação docente demonstrar. As microações dessa ação foram utilizadas pelos licenciandos para apresentar aos alunos um vídeo de um experimento científico envolvendo uma pilha de limão, gravado por eles. A seguir, na figura 2, apresentamos uma imagem que mostra um momento do experimento da pilha de limão.

Figura 2. Experimento da pilha de limão com valor de ddp



Fonte: extraída do slide da aula

Ao demonstrar o vídeo do experimento da pilha de limão, os licenciandos exibem os componentes da pilha, que, neste caso, incluem os eletrodos constituídos por moedas e parafusos, além do potencial esperado para a pilha (entre 1,5 e 1,8 volts):

Isso aqui é um experimento que a gente fez da pilha de limão: Então, para construir esta pilha [...] na qual duas pilhas são conectadas em um fio condutor externo de modo que estas pilhas estejam conectadas, circuitadas pelos polos diferentes, então a gente não pode estar conectando elas pelos dois pregos ou pelas duas moedas, então para avaliar a eficiência desta pilha, será feita a análise pelo multímetro, assim como foi feita para a pilha, então se a gente conectar estes dois polos na pilha de limão, a gente observa um potencial que varia um pouco, próximo de 1,5 a 1,8 volt [...]. (364)

O trecho retrata uma pequena parte do vídeo apresentado aos estudantes sobre a montagem de uma pilha de limão. Interpretamos essa microação relacionada à PC3, uma vez que esta PC consiste em planejar investigação e requer a percepção de padrões, causa e efeito, além de envolver uma atenta observação e tomada de decisão. Este vídeo foi elaborado pelos próprios licenciandos e gravado por eles, dias anteriores à aula. Eles planejaram um experimento que demonstrasse aos estudantes a construção de uma pilha com materiais de fácil acesso, como limões, moedas, parafusos e fios de cobre, por exemplo. Na demonstração do vídeo, os licenciandos relacionam cada componente da pilha à sua respectiva função.

A PC4 – Analisar e interpretar dados – foi evidenciada em microações das ações docentes, identificar e interpretar. As microações dessa ação foram utilizadas pelos licenciandos mediante o uso da tabela de potenciais de redução. Na sequência, apresentamos alguns exemplos extraídos da aula.

No exemplo a seguir, os licenciandos interpretam a tabela de potenciais de redução (figura 3) e também explicam que

a ocorrência do valor negativo de ddp deve-se à ordem dos metais escolhidas no simulador.

Figura 3. Tabela de potencial padrão de redução

Tabela de potencial padrão de redução

Equação da semi-reação	E° (V)
$\text{Li}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li} (\text{s})$	-3,05
$\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K} (\text{s})$	-2,93
$\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca} (\text{s})$	-2,87
$\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na} (\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg} (\text{s})$	-2,38
$\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} (\text{s})$	-1,68
$\text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} (\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe} (\text{s})$	-0,44
$\text{Sn}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn} (\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb} (\text{s})$	-0,13
$2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g})$	+0,00
$\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} (\text{s})$	+0,34
$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} (\text{s})$	+0,80
$\text{Au}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au} (\text{s})$	+1,42

Fonte: extraída do slide da aula

Segue exemplo da explicação do licenciando:

Consultando a tabela, a gente observa que temos potenciais positivos. Os potenciais positivos significam que a espécie tem uma tendência de sofrer redução maior do que uma espécie de valor menor. Deixe eu pegar aqui, por exemplo, do lítio, que ele vai ter o potencial de redução de menos 3,5. É o menor potencial que a gente tem nesta tabela. Isto significa o quê? Que a tendência desse lítio, do Li de ele reduzir, é muito baixa, é tão baixa que ele é negativo. Então, provavelmente em uma reação, onde se juntam duas semirreações para ter uma reação do cátodo e do ânodo, de redução e de oxidação, essa espécie aqui vai provavelmente se oxidar, porque a tendência dela de sofrer redução é muito baixa, é um valor negativo, certo? (200)

No exemplo acima, os licenciandos explicam que o metal lítio apresenta o menor valor de potencial de redução (-3,5 volts). Assim, ele apresenta uma maior tendência a se oxidar em relação aos demais metais, que apresentam valores maiores que (-3,5). Interpretamos essa microação como relacionada à PC4, uma vez que ela consiste na análise sistemática de dados, e para isso podem ser usadas tabelas e planilhas, mediante observação atenta, explorando relações que forneçam informações relevantes para a compreensão e previsão adequada dos fenômenos em estudo.

A PC5 – Utilizar a matemática e o pensamento computacional – foi evidenciada em microações das ações docentes calcular, escrever e explicar. As microações dessa ação se manifestaram quando os licenciandos utilizam o raciocínio matemático e empregam algumas operações para explicar e determinar o valor da diferença de potencial (ddp) da pilha.

No exemplo a seguir, o licenciando calcula o valor da diferença de potencial da pilha, por meio de uma fórmula, chegando ao valor de 1,1 volts para a pilha em questão:

Então, combinando estas duas equações, a gente vai ter o potencial do cátodo, menos o potencial do ânodo, então vai ser 0,34 menos, entre parênteses, menos 0,76, vai fazendo [...] jogo de sinais, a gente vai ficar no potencial de 0,76 positivo, e vai somar, o 0,34 mais o 0,76 que a gente vai ter um valor final de 1,1 volts. (217)

Identificamos indícios da PC5, uma vez que esta PC compreende o uso de cálculos matemáticos, permitindo a previsão do comportamento e/ou o reconhecimento de expressões e quantidades. No cálculo da ddp (diferença de potencial), sendo 0,34 -(- 0,76), chegando ao resultado de 1,1 volts.

A PC6 – Construir explicações – foi evidenciada em microações da ação docente explicar. As microações dessa ação foram utilizadas pelos licenciandos para explicar variados conceitos de eletroquímica.

No primeiro exemplo, os licenciandos explicam situações cotidianas relacionadas à corrosão, como a ferrugem que ocorre na esponja de aço, e expõem os motivos pelos quais ela se torna amarronzada com o passar do tempo:

Então, o que o texto está falando aqui, é que a corrosão, acho que todo mundo já viu, alguma coisa, um portão, que está sofrendo algum tipo de corrosão, ou esponja de aço, quando ela fica mais amarronzada, com o passar do tempo e isso é o fenômeno de corrosão. Ele está acontecendo aí, o que a gente chama de ferrugem. (22)

Neste caso, interpretamos como PC6, uma vez que esta PC corresponde a explicações dos fenômenos, em geral, acompanhadas de evidências. O licenciando explica o processo químico que ocorre no portão ou na esponja de aço utilizada para lavar louças, que fica amarronzada com o passar do tempo e, por fim, explica que esse processo corresponde a um processo de corrosão, também conhecido como ferrugem.

Na sequência temos outro exemplo, no qual o licenciando explica os significados contidos na representação de uma pilha, em relação à oxidação (lado esquerdo na representação) que corresponde à região conhecida como ânodo, à redução (lado direito na representação), que corresponde à região do cátodo, e às interfaces representadas pelas barras.

Então, como foi comentado, se nessa célula é uma representação referente a uma oxidação, a oxidação vai acontecer no ânodo da pilha, da mesma forma, do lado direito a gente tem uma representação de um par redox da reação de redução, que está acontecendo no cátodo da pilha. [...] essa barra simples aqui entre a espécie oxidada e reduzida, ela representa uma interface, o que seria uma interface? É uma separação entre as fases, por exemplo, sólido e gás, temos um sólido e acima deste sólido a gente tem um gás, esse contato entre o sólido e o gás, é uma interface. Da mesma forma, um sólido, e um líquido, como nós vimos nas pilhas. Vai ter aquele, a placa, de zinco, por exemplo, em contato com a solução, uma solução contendo aqueles íons de zinco 2+, então, é neste sentido que nós vamos ter a interface. Temos estas duas espécies, a oxidada e a reduzida, em estados físicos diferentes. (90)

Interpretamos essas microações relacionadas à PC6, uma vez que essa PC consiste no uso de teorias científicas para a compreensão de fenômenos. Nos exemplos citados, ambos correspondem a reação de oxidorredução, no primeiro, os licenciandos explicam a partir de uma situação do cotidiano, com base nas evidências contidas na ferrugem; no segundo, a explicação é mais detalhada, abordando as regiões anódicas e catódicas e a representação desse processo. Desta

maneira, ao recorrer a uma compreensão adequada da representação da pilha, é possível estabelecer relações com as pilhas mostradas por meio de esquemas e também por meio de reações químicas (reação global).

A PC7 – Argumentar a partir de evidências – foi evidenciada em microações da ação docente explicar. As microações dessa ação foram utilizadas pelos licenciandos para explicar a respeito do fenômeno de corrosão, com base em evidências das regiões anódicas e catódicas, e também a respeito da composição do ar atmosférico, que influencia no processo de corrosão pela presença do gás oxigênio.

No exemplo, o licenciando explica que a região onde ocorre o acúmulo de massa (ferrugem), corresponde ao local onde o ferro metálico (que acabou de oxidar para Fe^{+3}) recebe os elétrons para a ocorrência da reação e formação do hidróxido de ferro III, a partir do oxigênio do ar ($O_{2(g)}$) que sofre redução para $OH_{(aq)}$. Sendo assim, o oxigênio corresponde ao cátodo na reação, ao sofrer redução. A seguir, o trecho transcrito:

É que na verdade o acúmulo é a consequência do processo da corrosão, e quem está recebendo os elétrons, nesse caso, é o oxigênio do ar. Então, o oxigênio vai ser o cátodo da reação. À medida que a reação acontece, esse oxigênio vai estar recebendo os elétrons e formando uma espécie, um íon em solução. Aqui em baixo a gente tem as reações deste processo. Primeiro, temos a oxidação do ferro, como o Al comentou, e também, a corrosão do ferro, liberando os elétrons, e à medida que os elétrons são liberados, alguém tem que receber, e quem vai receber? É o oxigênio do ar. Então, na presença de oxigênio, ele vai estar recebendo esses elétrons, para formar aqueles íons OH^- , e uma vez que temos esses íons OH^- nesse meio, e o ferro $2+$ gerado na reação de oxidação, esses dois eles podem se juntar, e formar esse depósito que você comentou. Então o depósito vai ser uma consequência, do processo de oxidação. É justamente esse depósito aqui que é a ferrugem que a observamos, com aquela coloração característica do ferro, quando oxida. Tudo bem? Alguma dúvida? (355)

Interpretamos esta microação relacionada à PC7, uma vez que esta PC consiste na elaboração de argumentos com base em dados e evidências, corroborando a defesa de uma afirmação por meio do raciocínio. No exemplo mencionado, o licenciando elabora argumentos para explicar a respeito das regiões que sofrem oxidação e redução no processo de ferrugem (complementando a resposta dada pelos estudantes). Conforme o esquema de corrosão de uma gota de água, a região anódica corresponde ao local de corrosão, onde o Fe^{2+} é liberado em solução, e o oxigênio do ar recebe esses elétrons, formando o íon hidroxila OH^- , que, posteriormente, reage com o ferro em solução, resultando nos acúmulos (de hidróxidos de ferro) com a coloração avermelhada característica do ferro “enferrujado”.

A PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação – foi evidenciada em microações da ação docente explicar. As microações desta ação foram utilizadas pelos licenciandos para explicar a respeito da problematização da maresia.

No exemplo, o licenciando explica que o fenômeno da maresia está relacionado à corrosão dos materiais metálicos, uma vez que a umidade do ar e a água salgada contribuem para a ocorrência da oxidação:

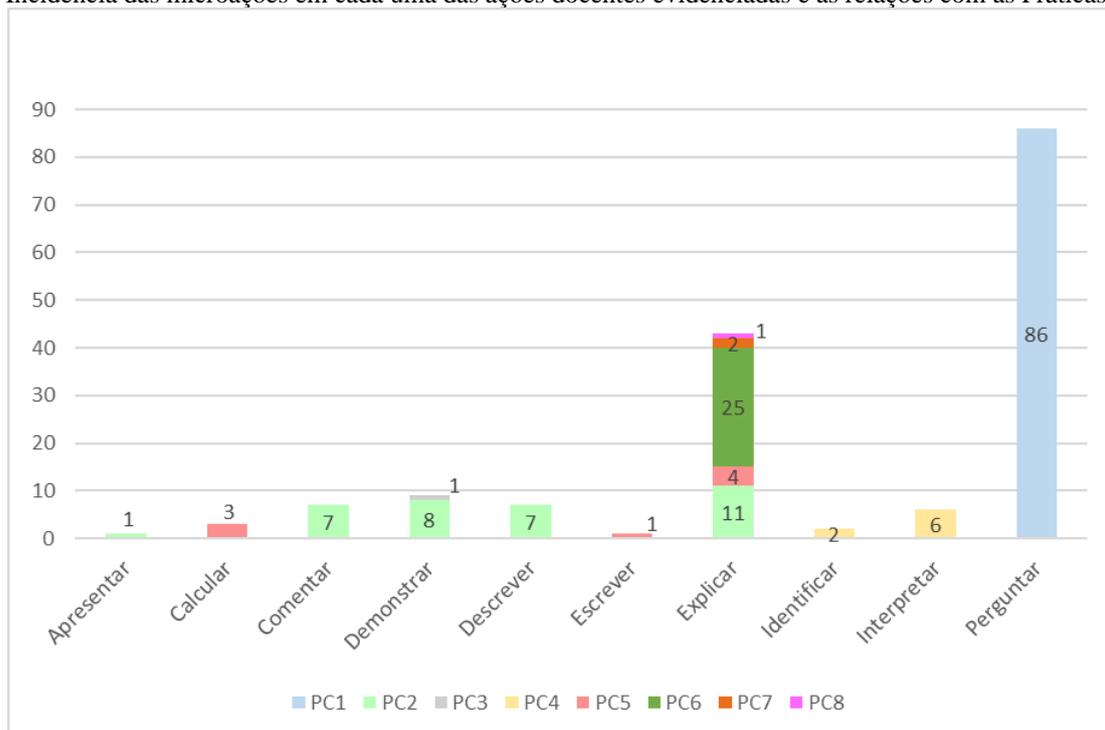
Então, precisa haver a ponte [salina] para manter a reação ocorrendo, e como a água do mar está mais salgada então o sal da água faz esse papel de ponte salina. Como tem muito sal, ele consegue distribuir as cargas certinho, ali dentro daquela gota, onde vai ocorrer a oxidação. Então o sal faz o papel de ponte. (388)

Interpretamos esta microação relacionada à PC8, uma vez que essa PC consiste na comunicação das conclusões do fenômeno investigado, a partir das evidências apresentadas e das informações discutidas ao longo da aula. Essas

evidências foram obtidas por meio das informações apresentadas nos textos dos slides da aula, pelos esquemas, pelos simuladores e também pelo experimento, possibilitando a elaboração da explicação que relaciona o conteúdo estudado e à problematização inicial.

Considerando as ações e microações evidenciadas nas aulas analisadas do Grupo 1, apresentamos no Gráfico 1 a incidência das microações em cada uma das ações docentes e as relações com as Práticas Científicas.

Gráfico 1. Incidência das microações em cada uma das ações docentes evidenciadas e as relações com as Práticas Científicas.



Fonte: próprio autor

No Gráfico 1 apresentamos a incidência de microações identificadas nas ações docentes realizadas pelos licenciandos ao longo da execução das aulas analisadas. As diferentes cores expressas no gráfico estão relacionadas às PC. Vale lembrar que os licenciandos foram instruídos, ao longo da disciplina, pela professora-formadora e pelo pesquisador, a incorporarem o maior número possível de Práticas Científicas nos seus planejamentos e em suas aulas. As ações docentes mais incidentes ao longo das aulas foram: perguntar e explicar, com 86 e 43 microações, respectivamente.

As perguntas nortearam as explicações dos licenciandos durante as aulas que versavam sobre os conteúdos: pilhas galvânicas, reações de oxidação e de redução, valores de ddp, o uso da tabela de potenciais padrão de redução; e também as perguntas auxiliaram na identificação de situações onde ocorriam processos de oxidação e de redução. Por meio de modelos, esquemas, vídeo de um experimento científico e simuladores, os licenciandos demonstravam os conceitos e explicavam o fenômeno da maresia.

Nas microações dos licenciandos, foram encontradas evidências da PC1 nas microações da ação perguntar, uma vez que, ao conduzirem a aula, usaram perguntas para

explorar aspectos do tema em estudo, dos modelos utilizados para explicar a pilha galvânica e as reações químicas presentes. As perguntas também visavam identificar conhecimentos prévios dos estudantes e possíveis dúvidas quanto aos conteúdos explorados.

Evidências da PC2 foram identificadas nas microações das ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar, uma vez que os licenciandos, por meio de modelos, representações, vídeo de experimentos e simuladores exploraram os conceitos sobre pilhas galvânicas, cálculos de ddp, buscando contribuir no entendimento dos fenômenos em estudo.

Evidências da PC3 foram identificadas nas microações da ação demonstrar quando os licenciandos exploram o vídeo experimental de uma pilha de limão, demonstrando os componentes de uma pilha eletrolítica.

Evidências da PC4 foram identificadas nas microações das ações identificar e interpretar quando os licenciandos identificam e interpretam os dados contidos na tabela de potenciais padrão de redução, contribuindo para a compreensão e previsão dos fenômenos em estudo.

Evidências da PC5 foram identificadas nas microações das ações calcular, escrever e explicar quando os licenciandos

exploram o raciocínio matemático, como nos casos quando calculam o valor de ddp, escrevem e explicam como realizam os cálculos.

Evidências da PC6 foram identificadas nas microações da ação explicar quando os licenciandos explicam situações do cotidiano relacionadas à corrosão ou quando explicam os conceitos de oxidação e redução, os polos das pilhas, seus componentes, os conceitos de voltagem e ddp.

Evidências da PC7 foram identificadas nas microações da ação explicar quando os licenciandos trazem argumentos em suas explicações fundamentados em evidências que buscam apoiar uma afirmação, como no caso quando explicam a importância do oxigênio do ar no processo de óxido-redução envolvido no fenômeno de corrosão dos metais.

Evidências da PC8 foram identificadas nas microações da ação explicar quando os licenciandos buscam dar sentido às informações ou ideias apresentadas, expressando suas conclusões sobre os fenômenos em estudo, neste caso, o processo de corrosão relacionado à maresia.

A seguir, apresentamos algumas discussões a respeito das Práticas Científicas e as ações docentes que as caracterizam.

5. DISCUSSÃO

No quadro 5, apresentamos as ações docentes identificadas que caracterizaram cada uma das Práticas Científicas.

Quadro 5. As PC e as ações docentes identificadas

Práticas Científicas	Ações docentes
PC1 Fazer perguntas	Perguntar
PC2 Desenvolver e usar modelos	Apresentar, comentar, demonstrar, descrever, explicar
PC3 Planejar e realizar investigações	Demonstrar
PC4 Analisar e interpretar dados	Identificar, interpretar
PC5 Utilizar matemática e o pensamento computacional	Calcular, escrever, explicar
PC6 Construir explicações	Explicar
PC7 Argumentar a partir de evidências	Explicar
PC8 Obter, avaliar e comunicar a informação	Explicar

Fonte: próprio autor

Para as aulas do grupo analisado, as Práticas Científicas foram caracterizadas por distintas ações docentes, descritas a seguir:

PC1 – Quando os licenciandos fazem perguntas sobre um evento científico, fenômeno ou modelo científico, mediante a observação do que está sendo estudado. Neste sentido, é importante estimular os estudantes a fazerem perguntas durante as aulas e valorizar a criatividade

presente neles, uma vez que existe uma aproximação entre o aprender a perguntar e o aprender a investigar (Santana; Sedano, 2023).

PC2 – Quando os licenciandos apresentam, comentam, demonstram, descrevem ou explicam um evento, ou fenômeno científico, a partir de um modelo, uma analogia, uma representação ou usando simuladores. Dessa forma, o uso de modelos múltiplos capacita os estudantes para lidar com problemas complexos. No entanto, nem sempre é clara a escolha do modelo mais adequado para uma situação, de acordo com suas características distintas, para poderem desenvolver e usar conforme os objetivos epistêmicos (Ke *et al.*, 2021). Assim, ao usar e desenvolver modelos, os estudantes podem desenvolver mais autonomia na escolha do tipo de modelo a ser usado e também na seleção de informações necessárias, de acordo com suas necessidades e limitações das representações.

PC3 – Quando os licenciandos demonstram ou conduzem um experimento ou uma investigação sistemática que requer o controle de variáveis dependentes e independentes, para investigar uma questão científica ou testar uma afirmação ou hipótese. De acordo com Duschl e Bybee (2014), a investigação científica pode ser realizada em campo ou em laboratório. Uma das principais práticas dos cientistas é planejar e realizar uma investigação sistemática, requerendo a identificação de variáveis dependentes e independentes (controle de variáveis).

PC4 – Quando os licenciandos identificam e interpretam informações expressas em textos, tabelas e gráficos. Rosenberg, Edwards e Chen (2020) ressaltam a importância de trabalhar com dados nos processos de ensino e aprendizagem das ciências. Os autores apresentam uma variedade de recursos disponíveis online para envolver os alunos no trabalho com dados em sala de aula, bem como compreender como eles são coletados, experimentar a transformação de conjuntos de dados confusos durante a preparação para análise e modelar os dados para responder a uma pergunta.

PC5 – Quando os licenciandos utilizam do raciocínio matemático ou de relações quantitativas para efetuar cálculos e explicar os resultados de um determinado evento, observação ou fenômeno. Para Wilkerson e Fenwick (2016), usar a matemática e o pensamento computacional em situações de ensino é encontrar maneiras precisas de descrever os padrões e processos que compõem os sistemas científicos.

PC6 – Quando os licenciandos explicam um determinado evento, observação ou fenômeno aplicando teorias científicas que incorporam a compreensão atual da Ciência. De acordo com Andrade, Freire e Batista (2019), uma explicação envolve a construção de histórias causais que dão sentido aos fenômenos, descrevendo o que acontece e usando as grandes ideias da ciência para teorizar sobre como e por que isso acontece. A elaboração de explicações favorece uma reflexão metacognitiva do indivíduo que envolve suas observações e o que sabe a respeito do fenômeno, até que chegue à resolução de determinada situação (Osborne, 2014).

PC7 – Quando os licenciandos explicam um fenômeno, evento ou observação fundamentados em evidências para apoiar uma afirmação. Para Chen e Steenhoek (2014),

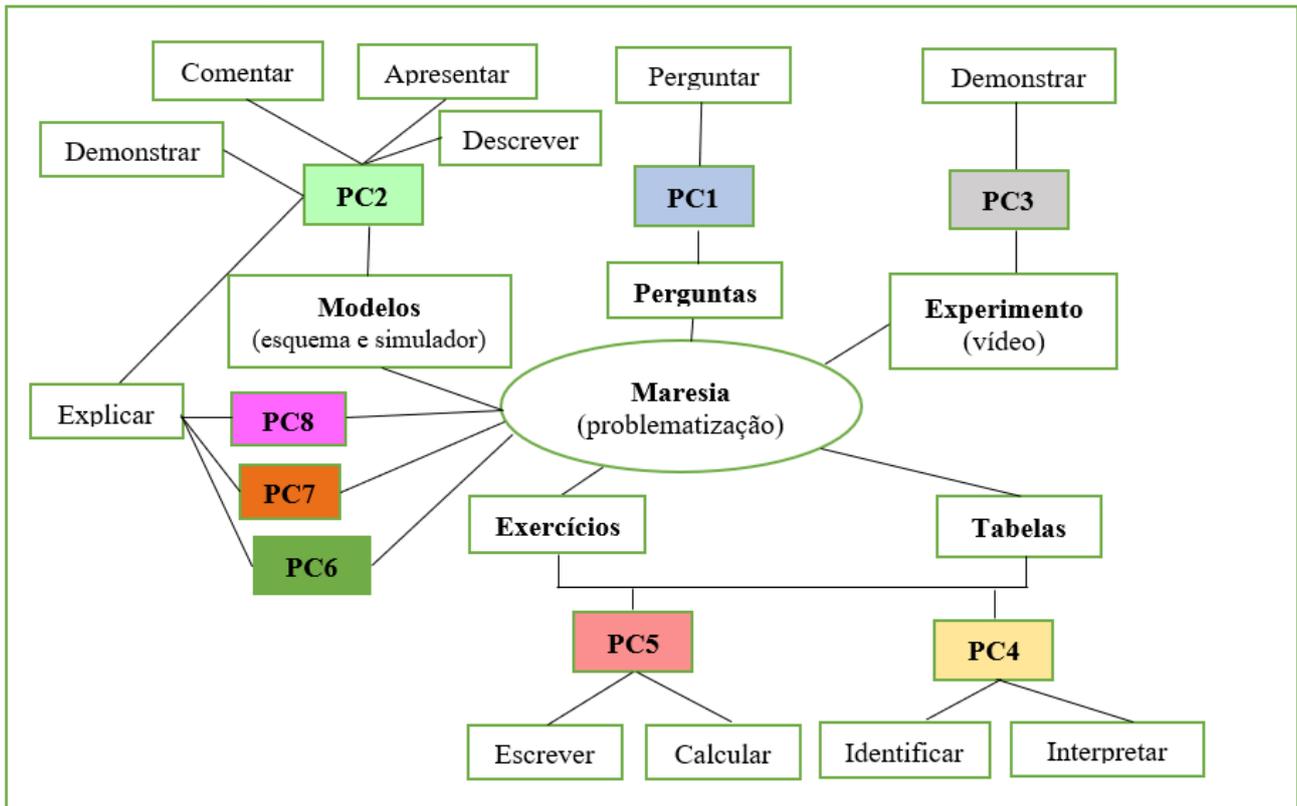
trabalhar práticas argumentativas nas aulas de ciências é um desafio para professores e alunos. Vários investigadores lamentam o fato de o ensino das ciências nas escolas, atualmente, inibir este tipo de discurso negociado que é drasticamente diferente do objetivo da investigação nas ciências escolares.

PC8 – Quando os licenciados comunicam as informações ou os resultados da problemática em questão e dão sentido às ideias apresentadas, expressando suas conclusões e entendimentos científicos sobre o fenômeno em estudo. Gil Perez *et al.* (2001) apontam a importância da comunicação

de trabalhos realizados ou de investigações, uma vez que a partir da comunicação é possível obter a confirmação ou refutação das hipóteses. É importante que o estudante consiga construir significados por meio da interação com múltiplas formas de comunicação utilizadas na Ciência, como escrever ciência, falar sobre ciência, ler ciência, fazer ciência e representar as ideias científicas (Osborne, 2014).

A seguir, a Figura 4 foi elaborada na tentativa de representar as ações observadas ao longo das aulas, suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados.

Figura 4. Ações ocorridas nas aulas e suas relações com as PC e os recursos didáticos utilizados



Fonte: próprio autor

Como é possível observar na figura 4, as aulas foram conduzidas a partir da problematização do fenômeno da maresia (representado no centro da Figura), que explica a corrosão de objetos metálicos devido à presença de íons na água do mar. Para conduzir a aula, os licenciados utilizaram diversos recursos, como perguntas, simuladores, analogias, vídeos de um experimento científico, exercícios e tabelas. Estes recursos conduziram às ações e microações docentes específicas, o que caracterizou determinadas Práticas Científicas.

Desta maneira, podemos então dizer que a PC1 – Formular perguntas foi identificada em diferentes momentos da aula, ou seja, durante a problematização e na condução das explicações dos conceitos de eletroquímica. A PC2 – Desenvolver e usar modelos foi identificada nos momentos em que foram explorados modelos, representações, analogias, tabelas, simuladores e durante a apresentação dos vídeos dos experimentos. A PC3 – Planejar e realizar investigações foi identificada nos momentos de apresentação dos vídeos dos experimentos que, no contexto

investigado, demonstravam o funcionamento de uma pilha de limão. A PC4 – Analisar e interpretar dados foi identificada nos momentos em que os licenciados recorreram a dados contidos em tabelas, identificando e interpretando informações. A PC5 – Utilizar matemática e o pensamento computacional foi identificada nos momentos em que foram realizados cálculos e o uso do raciocínio matemático para calcular a ddp de uma pilha eletrolítica. A PC6 – Construir explicações também foi identificada em diversos momentos da aula, quando exploraram a problematização no uso de esquemas, modelos, simuladores, analogias, tabelas e durante a explicação do experimento. A PC7 – Argumentar a partir de evidências foi identificada, com baixa incidência, nos momentos em que encontramos indícios da elaboração de argumentos a partir da problematização desenvolvida na oficina temática, envolvendo fenômenos da corrosão. A PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação foi identificada quando os licenciados concluíram a problematização realizada inicialmente, recorrendo aos

conceitos trabalhados durante a aula, por meio do uso da linguagem científica.

Dessa maneira, as ações identificadas nas aulas nos ajudaram a caracterizar as Práticas Científicas, uma vez que conforme o NRC (2012), as PC podem ser compreendidas como as principais práticas ou ações que os cientistas (professores e/ou estudantes) utilizam para investigar, construir modelos e teorias sobre o mundo.

Neste sentido, promover discussões nos cursos de formação inicial que preconizam organizações de ensino a partir de uma abordagem por meio das Práticas Científicas, pode possibilitar aos futuros professores compreenderem que muitas de suas ações se assemelham àquelas realizadas pelos cientistas, quando investigam os fenômenos científicos.

Acreditamos que quanto mais dialógica for a postura do docente, isso permitirá que os alunos participem mais ativamente das atividades propostas, possibilitando maior interação dos alunos e maior engajamento nas Práticas Científicas.

Desta forma, envolver-se nas Práticas Científicas auxilia os professores e alunos a entenderem como os conhecimentos científicos se desenvolvem, fornecendo condições para a apreciação de múltiplas abordagens para investigar, modelar e compreender o mundo.

6. CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, responderemos à seguinte questão de investigação: quais ações docentes, evidenciadas em aulas de Química do Ensino Médio, estão relacionadas às PC? Nas aulas foram identificadas 22 ações docentes diferentes, tais como: agradecer, almejar, apresentar, calcular, comentar, confirmar, conversar, cumprimentar, demonstrar, descrever, despedir, elogiar, escrever, explicar, identificar, incentivar, interpretar, ler, mostrar, pedir, perguntar e responder.

Os licenciandos, ao conduzirem a aula a respeito do conteúdo de eletroquímica, realizaram várias perguntas para conduzir a aula (PC1) – ação perguntar. Empregaram modelos, analogias e simulações para conduzir as explicações e aprofundar a compreensão dos fenômenos (PC2) – ações apresentar, comentar, demonstrar, descrever e explicar. Os licenciandos também planejaram e apresentaram um vídeo de um experimento científico, que demonstrava o funcionamento de uma pilha de limão (PC3) – ação demonstrar. Analisaram e interpretaram dados contidos em tabelas de potenciais padrão de redução (PC4) – ações identificar e interpretar; exploraram o raciocínio matemático nos cálculos de ddp (PC5) – ações calcular, escrever e explicar; e explicaram, em vários momentos da aula, diversos conceitos de eletroquímica (PC6) – ação explicar. Com a ajuda do experimento e das representações, elaboraram argumentos baseados em evidências científicas para auxiliar nas explicações das regiões anódicas e catódicas envolvidas no processo de corrosão (PC7) – ação explicar; e também comunicaram aos alunos as principais ideias científicas que contribuem para o entendimento do fenômeno investigado, neste caso, a maresia (PC8) – ação explicar.

Mediante as análises, constatamos que uma mesma prática científica pode estar relacionada a mais de uma ação, o que é especificado pela microação. As estratégias de ensino e os recursos adotados pelo professor podem favorecer um maior ou menor número de ações e, conseqüentemente, sua relação com as Práticas Científicas.

Vale salientar que a prática docente é composta por diferentes ações, algumas delas, como identificadas nesta pesquisa, estiveram relacionadas às PC, outras por sua vez, não apresentaram características epistêmicas e estão mais relacionadas às relações pessoais e sociais estabelecidas com os alunos, por meio da gestão da classe.

Ao considerar a formação de professores, em particular a formação inicial, discutir com os futuros professores as possibilidades de uma abordagem baseada nas PC é relevante, uma vez que permite que os professores em formação e os professores em exercício compreendam que muitas de suas ações são semelhantes às realizadas pelos cientistas. Dessa forma, a educação em ciências não se limita a conhecer ideias científicas, mas desenvolvê-las e usá-las como ferramentas para dar sentido ao mundo.

Nesse sentido, os professores em formação necessitam de apoio para ensinar ciências usando uma abordagem baseada em práticas, para poderem refletir sobre seu funcionamento e as vantagens de aprender ciências implementando-as.

A presente pesquisa foi realizada em um contexto de ensino remoto, possivelmente a interação entre licenciandos e estudantes diferirá no contexto de ensino presencial. Outra limitação por nós identificada diz respeito às ações discentes, uma vez que estas não foram analisadas neste estudo. Em futuros trabalhos, pretendemos analisar outros dados que não foram abordados neste estudo, com o objetivo de investigar as ações planejadas nos planos de aula dos grupos, as ações docentes dos outros grupos, bem como as ações discentes, os seja, as ações executadas pelos estudantes durante a aula, buscando relações com as Práticas Científicas.

7. REFERENCIAS

Al-salamat M. K. M. (2022). *Scientific and engineering practices aligned with the NGSS in the performance of secondary stage physics teachers*, 17(10). Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0275158>

Andrade, E. C.; Arruda, S. M.; Passos, M. M. (2018). Descrição da ação docente de professores de Matemática por meio da observação direta da sala de aula. *Educação Matemática Pesquisa*, 20(2), 349-368. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i2p349-368>

Andrade, V.; Freire, S.; Baptista, M. (2019). Constructing scientific explanations: a system of analysis for students' explanations. *Research in Science Education*, 49(3), 787–807. Recuperado em 10 de junho de 2023, de https://www.researchgate.net/publication/319109732_Con

[Structuring Scientific Explanations a System of Analysis for Students' Explanations](#)

Arruda, S. M.; Lima, J. P. C.; Passos, M. M. (2011). Um novo instrumento para a análise da ação do professor em sala de aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(2), 139-160. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4200/2765>

Arruda, S. M.; Passos, M. M.; Broietti, F. C. D. (2021). O programa de pesquisa sobre a ação docente, ação discente e suas conexões (PROAÇÃO): fundamentos e abordagens metodológicas. *REPPE*, 5(1), 215-246. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/982/948>

Assai, N. D. S. (2019). *Um estudo das ações pretendidas e executadas por licenciandos em química no estágio supervisionado*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina].

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. 70ª Edição.

Borges, L. C. S. (2020). *Um estudo das ações docentes em aulas de química no ensino médio*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina].

Bortoloci, N. B. (2021). *Um estudo das ações docentes em aulas de ciências do 9º ano do ensino fundamental*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina].

Brasil. Ministério da Educação (MEC). (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. Recuperado em 10 de junho de 2023, de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf

Broietti, F. C. D.; Nora, P. D. S. N.; Costa, S. L. R. (2019). Dimensions of science learning: a study on PISA test questions involving chemistry content. *Acta Scientiae*, 21(1), 95-115. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss1id4947>

Carmel, J. H. et al. (2019). Helping Students to “Do Science”: Characterizing Scientific Practices in General Chemistry Laboratory Curricula. *Jornal Chemistry Education*, 96, 423–434. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.8b00912>

Chen, Y.; Steenhoek, J. E. (2014). Arguing Like a Scientist: Engaging Students in Core Scientific Practice. *The American Biology Teacher*, 76(4), 231-237. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1525/abt.2014.76.4.3>

Costa, S. L. R.; Broietti, F. C. D. B.; Obara, C. E. (2021). Identifying scientific practices in a science, technology and society themed workshop, *Acta Didactica Napocensia*, 14(2), 181-193. Recuperado em 10 de junho de 2023, de [10.24193/adn.14.2.13](https://doi.org/10.24193/adn.14.2.13)

Dias, M. P. (2018). *As ações de professores e alunos em salas de aula de matemática: categorizações e possíveis*

conexões. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina].

Duschl, R. A.; Bybee, R. W. (2014). 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*, 1(12), 1-9. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1186/s40594-014-0012-6>

EC – European Commission. (2015). *Report to the European Commission of the expert group on science education, science education for responsible citizenship*, Luxembourg.

Gil Perez, D. et al. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>

Jimenez-Liso, M. R. et al. (2021). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science & Technological Education*, 39(1), 44–67. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>

Ke, L. et al. (2021). Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. *Science & Education*, 30, 589-607. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1>

Marcondes, M. E. R. (2008). Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *EN EXTENSÃO*, 7, 67-77. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.14393/REE-v7n12008-20391>

Nora, P. D. S.; Broietti, F. C. D. B. (2022). Práticas científicas identificadas nas ações docentes em aulas de química do ensino médio, *REXE*, 21(46), 183-208. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <http://dx.doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n46.2022.006>.

NRC - National Research Council. (2012). *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. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <http://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. *The Association for Science Teacher Education*, 25, 177-196. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Piratelo, M. V. M. (2018). *Um estudo sobre as ações docentes de professores e monitores em um ambiente integrado de 1º ciclo em Portugal*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina].

Ricketts, A. (2014). Preservice elementary teachers ideas about scientific practices. *Science & Education*, 23, 2119–2135. Recuperado em 10 de junho de 2023, de [10.1007/s11191-014-9709-7](https://doi.org/10.1007/s11191-014-9709-7)

Rosenberg, J.; Edwards, A; Chen, B. (2020). Getting messy with data: tools and strategies to help students analyze and interpret complex data sources. *The Science Teacher*, 87(5), 30-34. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <https://www.jstor.org/stable/27048120>

Santana, U. S.; Sedano, L. (2023). Estruturação de perguntas no ensino de Ciências por investigação: uma proposta visando a alfabetização científica. *ALEXANDRIA*, 16(1), 207-234. Recuperado em 10 de junho de 2023, de 10.5007/1982-5153.2023.e87409

Santos, R. S. (2019). *Um estudo sobre as ações docentes em sala de aula em um curso de licenciatura em química*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina].

Schön, D. (1997). Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 77-91.

Tardif, M. (2004). *Saberes docentes e formação profissional*. 4. ed. Petrópolis: Vozes.

Turke, N. H. (2020). *Um estudo das ações docentes em aulas de ciências nos anos finais do ensino fundamental*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina].

Wilkerson, M. H.; Fenwick, M. (2016) The practice of using mathematics and computational thinking. In: schwarz; C. V.; Passmore, C.; Reiser, B. J. (Org.). Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices. Arlington: *National Science Teachers' Association Press*, 1-19.