
Revista de Estudios y Experiencias en Educación

REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Práticas Científicas identificadas nas ações docentes em aulas de Química do Ensino Médio

Paulo Dos Santos Nora^a y Fabiele Cristiane Dias Broietti^b
Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.

Recibido: 29 de abril 2021 - Revisado: 01 de julio 2021 - Aceptado: 17 de agosto 2021

RESUMO

Este artigo apresenta resultados de uma investigação na qual foram identificados e analisados indícios de Práticas Científicas em aulas de química, nas ações docentes. Trata-se de uma investigação predominantemente qualitativa fundamentada nos pressupostos metodológicos da análise de conteúdo. Para a recolha de dados, foram gravadas as aulas de química, de caráter expositiva e experimental, que versavam a respeito de propriedades periódicas e ligações químicas, ambas lecionadas em turmas do Ensino Médio. Mediante as análises chegamos aos seguintes resultados: identificou-se sete das oito Práticas Científicas, mencionadas no NRC (2012), sendo as três mais expressivas: PC1 – Fazer perguntas, PC3 – Planejar e realizar investigações e PC6 – Construir explicações. O reconhecimento de tais Práticas Científicas permitiu-nos traçar um perfil específico das aulas. As aulas expositivas centraram-se na explicação (PC6) do conteúdo de algumas propriedades periódicas, sendo orientadas por perguntas (PC1) que permitiram aprofundar e explicar os tópicos estudados. Na aula experimental, a ênfase das ações docentes foi na realização de investigação sistemática (PC3), permitindo que os estudantes realizassem as experiências. Também observamos nesta aula a incidência de (PC1), realizada pelo professor e dirigida a cada grupo, levando os estudantes a refletirem sobre aspectos da experiência. Salientamos que, embora tenham sido identificadas diferentes Práticas Científicas nas aulas investigadas, acreditamos que se o professor conhece previamente, e de forma mais aprofundada, cada uma das PC, poderá planejar e conduzir as suas aulas procurando diversificá-las, permitindo um ensino e uma aprendizagem de Química em que o estudante assume um papel mais ativo no processo.

*Correspondencia: Paulo Dos Santos Nora (P. Santos).

^a  <https://orcid.org/0000-0002-4606-2720> (paulo.nora@escola.pr.gov.br).

^b  <https://orcid.org/0000-0002-0638-3036> (fabieledias@uel.br).

Palavras-chave: Práticas científicas; ação do professor; autonomia do aluno.

Scientific practices identified in high school chemistry teaching actions

ABSTRACT

This article presents the results of an investigation in which evidence of scientific practices was identified and analyzed in chemistry classes, in teaching actions. This is predominantly qualitative research based on the methodological assumptions of content analysis. Regarding the data collection, expository and experimental chemistry classes were recorded, which dealt with periodic properties and chemical bonds, both taught in High School classes. Through the analysis, we concluded the following results: seven of the eight scientific practices mentioned in the NRC (2012), were identified, the three most identified being PC1-Asking questions, PC3-Planning and conducting investigations, and PC6-Constructing explanations. The recognition of such scientific practices allowed us to outline a specific profile of the classes. The expository classes focused on the explanation (PC6) of the content of some periodic properties, being guided by questions (PC1) that allowed them to deepen and explain the topics studied. In the experimental class, the emphasis of the teaching actions was on conducting the investigative system (PC3), allowing students to carry out the experiments. We also observed in this class the incidence of (PC1), performed by the teacher and directed to each group, leading them to reflect on the experiment. We emphasize that, although different scientific practices have been identified in the investigated classes, if the teacher knows in advance, and in a more in-depth way, each of the PC, he or she will be able to both plan and conduct his or her classes, seeking to prioritize them. This will, therefore, enable the teacher to teach and impart the learning in chemistry classes in which the student takes a more active role in the process.

Keywords: Scientific practices; teacher action; student autonomy.

Prácticas Científicas identificadas en acciones docentes en las clases de Química en el Escuela Secundaria

RESUMEN

Este artículo presenta resultados de una investigación en la que se identificaron evidencias de Prácticas Científicas y se analizaron, en clases de química, en las acciones docentes. Se trata de una investigación predominantemente cualitativa basada en los supuestos metodológicos del análisis de contenido. Para la recolección de datos se registraron clases de Química de carácter expositivo y experimental, que trataban sobre las propiedades periódicas y los enlaces químicos, ambos enseñados en las clases

de la Escuela Secundaria. A través del análisis llegamos a los siguientes resultados: se identificaron siete de las ocho Prácticas Científicas, mencionadas en el NRC (2012), siendo las tres más expresivas PC1 - Hacer preguntas, PC3 - Planificar y realizar investigaciones y PC6 - Construir explicaciones. El reconocimiento de tales Prácticas Científicas nos permitió perfilar un perfil específico de las clases. Las clases expositivas se centraron en la explicación (PC6) del contenido de algunas propiedades periódicas, siendo guiadas por preguntas (PC1) que permitieron profundizar y explicar los temas tratados. En la clase experimental, el énfasis de las acciones docentes estuvo en la realización de la sistemática investigativa (PC3), capacitando a los estudiantes para realizar los experimentos. También observamos en esta clase la incidencia de (PC1), realizada por el docente y dirigida a cada grupo, llevando a los alumnos a reflexionar aspectos del experimento. Destacamos que, si bien se han identificado diferentes Prácticas Científicas en las clases investigadas, creemos que si el docente conoce previamente, y de forma más profunda, cada uno de los PCs, puedes planificar y conducir tus clases buscando diversificarlas, posibilitando una enseñanza y aprendizaje de la Química en la que el alumno asuma un papel más activo en el proceso.

Palabras clave: Prácticas científicas; acción docente; autonomía del estudiante.

1. Introdução

A aprendizagem de Ciências, no contexto escolar, deve contribuir na formação de estudantes que se apropriem dos conteúdos disciplinares e consigam utilizá-los em seu cotidiano, favorecendo uma atitude consciente, diante de problemas que possam surgir, relacionados à ciência, ou seja, tornando-os letrados cientificamente (Bybee, 1995; Deboer, 2000; NRC, 1996). Estes referenciais também apontam que aprender ciências ao longo da escolarização básica, deve servir como uma forma dos estudantes compreenderem os fenômenos, levando-os a agir no seu cotidiano com autonomia. Nesse sentido, para que isso seja possível é importante que se tenha na escola um ambiente que promova uma aprendizagem científica com vistas ao letramento científico¹.

O documento norte-americano, intitulado *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, menciona a respeito da aprendizagem de Ciências, sugerindo que esta aprendizagem pode ocorrer por meio da integração de três grandes dimensões: as Práticas Científicas, os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares (NRC, 2012). Nesta perspectiva tridimensional busca-se valorizar a construção do conhecimento científico, considerando que o estudante deve assumir um papel ativo, uma vez que ele precisa conhecer e vivenciar cada uma das dimensões.

As Práticas Científicas (PC) correspondem às habilidades que os cientistas mobilizam para investigar e compreender os fenômenos; os Conceitos Transversais são temas unificadores que podem ser aplicados em todos os domínios das Ciências, auxiliando na vivência das PC; e as Ideias Centrais Disciplinares, correspondem aos diversos conteúdos da ciência que foram construídos ao longo da história. Assim, por meio da articulação destas três dimensões, pode-se desenvolver o letramento científico. Para tal, é necessário que o estudante

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

esteja envolvido neste processo de aprendizagem científica, uma vez que é importante a sua participação ativa, com a progressão contínua da sua autonomia. De acordo com o [NRC \(2012, p. 30, tradução nossa\)](#), “Como em toda abordagem baseada em investigação para o ensino das ciências, nossa expectativa é que os estudantes se envolvam por si mesmos nas práticas e não aprendam de forma passiva”.

Vale lembrar que o [NRC \(2012\)](#) amplia discussões já iniciadas em anos anteriores, relacionadas à aprendizagem científica em ambientes formais² ([NRC, 2007](#)) e em ambientes não formais³ ([NRC, 2009](#)). O primeiro documento define a respeito da proficiência em ciências e apresenta como deve ser o trabalho em sala de aula com estudantes do nível K-8 (equivalente ao 9º ano, no Brasil). O segundo documento discute o que se espera do ensino de ciências em ambientes informais e investiga o potencial das configurações extra escolares para a aprendizagem das ciências.

As Dimensões da Aprendizagem Científica, discutidas neste documento de 2012, apresentam-se como uma forma de auxiliar aos professores e aos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências. Nesta investigação, nos limitaremos a uma das dimensões discutidas no documento, as Práticas Científicas (PC), por uma questão de limitação de espaço e do necessário aprofundamento no estudo.

A relevância do tema pode ser justificada devido à importância dada às Práticas Científicas no Ensino de Ciências em reformas educacionais internacionais recentes ([NRC, 2012](#); [NGSS, 2013](#)) em que se destacam objetivos ou metas de aprendizagem científica que os estudantes devem saber e ser capazes de fazer em cada ano escolar.

Ademais, uma revisão sistemática realizada por [Costa \(2021\)](#) em publicações internacionais envolvendo Práticas Científicas mostrou que 40,9% das publicações investigadas envolveram outros países, excluindo os Estados Unidos, o que demonstra a internacionalidade do tema e a aplicabilidade do conceito de Práticas Científicas para outros contextos.

O nosso interesse em compreender um pouco sobre este tema teve início em uma pesquisa de mestrado desenvolvida por [Nora \(2017\)](#), na qual buscou-se identificar as Práticas Científicas, os Conceitos Transversais e as Ideias Centrais Disciplinares em questões de Ciências do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Em um artigo originado dessa investigação, os autores apresentam resultados deste estudo, ressaltando o potencial de questões específicas de Química do PISA em envolver os estudantes nas Práticas Científicas. O artigo traz resultados evidenciando que as PC demonstraram ser ações que auxiliam na compreensão de fenômenos e na resolução de problemas, contribuindo para a aprendizagem científica ([Nora & Broietti, 2018](#)).

No ambiente da sala de aula, as PC podem ser consideradas como possíveis recursos a serem utilizados pelos professores, auxiliando os estudantes a compreenderem e a utilizarem a ciência nos seus diferentes contextos, ajudando-os a minimizar dificuldades que, muitas vezes, são provenientes do não entender a linguagem científica. Consideramos que, ao trabalhar tais práticas na sala de aula, o professor pode promover um ensino de ciências, de forma mais processual e crítica, possibilitando que os estudantes reflitam acerca das suas aprendizagens, principalmente ao se engajarem em cada uma delas. Nessa perspectiva, apresentamos a seguinte questão norteadora do estudo: Quais Práticas Científicas podem ser identificadas nas aulas de Química? Para responder a tal questionamento, desenvolvemos

2. Os ambientes formais de aprendizagem são considerados como “ensino escolar institucionalizado, cronologicamente gradual e hierarquicamente estruturado” ([Bianconi & Caruso, 2005, p. 20](#)).

3. Os ambientes não formais de aprendizagem são aqueles em que a aprendizagem pode ocorrer ao longo da vida, ou seja, “a pessoa adquire e acumula conhecimentos, através de experiência diária em casa, no trabalho e no lazer” ([Bianconi & Caruso, 2005, p. 20](#)).

esta investigação com o seguinte objetivo: identificar e analisar indícios de Práticas Científicas, nas ações do professor, em aulas de química, que versavam sobre propriedades periódicas e ligações químicas.

Na sequência trazemos uma explicação mais detalhada a respeito de cada uma das PC. Vale lembrar que as Práticas Científicas, no [NRC \(2012\)](#), estão relacionadas à aprendizagem de Ciências, ou seja, com foco nos estudantes. Neste artigo, porém, propomos identificar estas práticas, no contexto da sala de aula, mas com foco no ensino, ao observar indícios de tais práticas, nas ações docentes.

2. Referenciais teóricos

As Práticas Científicas correspondem à primeira dimensão da aprendizagem científica, e não se referem somente às atividades ou ações que envolvem a etapa experimental em Ciências, mas indicam ações ou ‘recursos’ que os cientistas utilizam para investigar e construir teorias e modelos, acerca dos fenômenos. O [NRC \(2012\)](#) descreve oito práticas, essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes no nível K-2 até K-12, equivalente, no Brasil, aos anos de escolarização da Educação Básica. Vale ressaltar que as Práticas Científicas são desenvolvidas de forma interativa e em combinação, não devendo ser vistas somente como uma sequência linear de passos a serem tomados, na ordem apresentada. A seguir descrevemos sobre cada uma das PC.

A Prática Científica 1 (PC1) – **Fazer perguntas** – consiste em realizar questionamentos a respeito dos fenômenos. Esta habilidade é um componente importante do letramento científico, ajuda na criticidade dos estudantes. As questões podem ser provenientes da curiosidade, inspiradas por um modelo ou uma teoria, ou podem resultar da necessidade de proporcionar melhores soluções para um problema.

A Prática Científica 2 (PC2) – **Desenvolver e utilizar modelos** – envolve o uso de diagramas, representações matemáticas, analogias, simulações computacionais, com a finalidade de contribuir para que se exteriorize aquilo que se pensa sobre uma situação ou um conceito. Esta prática pode auxiliar no desenvolvimento de perguntas e explicações, e para comunicar ideias aos outros. Estes modelos podem ser avaliados e refinados por meio de comparações entre as previsões com o mundo real, ajustando-os, e produzindo a compreensão sobre o fenômeno que está sendo modelado.

A Prática Científica 3 (PC3) – **Planejar e realizar investigações** – refere-se ao planejamento ou condução de uma sistemática de investigação, que pode ser realizada no campo ou no laboratório. Esta prática é apropriada para ajudar a responder questões científicas variadas, testar uma hipótese que foi formulada, ou mesmo, testar as teorias e explicações existentes.

A Prática Científica 4 (PC4) – **Analisar e interpretar dados** – consiste em analisar dados sistematicamente, permitindo a revelação de padrões, regularidades ou conflitos. É uma das principais práticas dos cientistas, resultando na organização e interpretação dos dados por meio de tabulações, gráficos e análises estatísticas, para depois, comunicar tais informações.

A Prática Científica 5 (PC5) – **Utilizar matemática e pensamento computacional** – consiste na utilização de ferramentas fundamentais para a representação física de variáveis e suas relações, por meio da representação numérica de variáveis, a representação simbólica entre entidades físicas e a previsão de resultados. Por meio dos computadores é possível a coleta e análise de um grande número de dados, assim como, na identificação de padrões e de características significativas.

A Prática Científica 6 (PC6) – **Construir explicações** – consiste em aplicações da teoria científica para a compreensão e explicação de fenômenos. As teorias científicas são desenvolvidas para fornecer explicações destinadas a compreender a natureza de fenômenos particulares, prevendo eventos futuros, ou fazendo inferências sobre eventos passados.

A Prática Científica 7 (PC7) – **Envolver-se em argumentos a partir de evidências** – compreende-se que os cientistas precisam defender suas explicações, formular inferências baseadas em uma fundamentação sólida de dados, examinando seu próprio entendimento à luz das evidências e dos comentários oferecidos por outros, e também colaborar com os colegas na busca da melhor explicação para o fenômeno que está sendo investigado.

Por fim, a Prática Científica 8 (PC8) – **Obter, avaliar e comunicar informações** – compreende a importância da comunicação de ideias e dos resultados da investigação e do engajamento nas discussões com os seus pares. Ser letrado cientificamente requer a capacidade de ler e compreender suas literaturas, uma vez que: leitura, interpretação e produção de texto são práticas fundamentais da Ciência.

A seguir, na Tabela 1, apresentamos uma síntese das oito Práticas Científicas, uma breve descrição e algumas características que ajudam na compreensão e diferenciação de cada uma delas.

Tabela 1

Práticas Científicas, descrição e algumas características.

Práticas Científicas (PC)	Descrição	Características das PC
PC1 Fazer perguntas	Consiste em realizar questionamentos sobre um fenômeno e procurar desenvolver teorias que podem providenciar respostas para as questões; reformular e refinar questões a serem respondidas.	<ul style="list-style-type: none"> - Formular e refinar questões; - Observar padrões/regularidades e contradições nas observações e modelos; - Aprimorar questões científicas;
PC2 Desenvolver e utilizar modelos	Envolve a construção e utilização de uma ampla variedade de modelos e simulações para ajudar a desenvolver explicações sobre fenômenos naturais.	<ul style="list-style-type: none"> - Exteriorização do que se pensa (situação/conceito); - Representação/entendimento, auxiliando na realização de questionamentos, nas explicações e na comunicação; - Construir desenhos e/ou diagrama como representação; - Explicar por meio de modelos; - Discutir sobre o modelo (limitação/precisão); - Usar simulação (entender/investigar/prever) e analogias.

<p>PC3 Planejar e realizar investigações</p>	<p>Apoia-se em planejar e conduzir uma sistemática de investigação, que requer o controle de variáveis dependentes e independentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ser no campo ou laboratório; - Observação para investigar ou rever (explicação, teoria, modelo); - Projetar investigação experimental ou observacional (como pode ser observado, medido e controlado); - Planejar procedimentos experimentais/pesquisa (decidir como coletar amostras em diferentes condições); - Perceber relações causais; - Tomada de decisão na investigação (nível de precisão, instrumentos adequados, erros, objetivo proposto); - Decidir sobre dados confiáveis; - Formular questões investigativas (com ou sem hipóteses);
<p>PC4 Analisar e interpretar dados</p>	<p>Consiste em analisar os dados sistematicamente, advindos de uma investigação científica, testá-los com as hipóteses iniciais, reconhecer conflitos, a fim de transformá-los em informação e/ou conhecimento, por meio de recursos apropriados para, posteriormente, comunicá-los a outros indivíduos ou grupos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar e interpretar dados (tabulação e gráficos); - Analisar um conjunto de dados e identificar correlações (padrões); - Usar a matemática e estatística para analisar características dos dados (covariação); - Reconhecer conflitos nos dados e revisão de modelos; - Usar planilhas, tabelas, etc. para resumir e explorar relações; - Avaliar conclusões a partir de dados; - Coletar dados de modelos e analisar seu empenho diante das condições submetidas;
<p>PC5 Utilizar matemática e pensamento computacional</p>	<p>Compreende o uso de abordagens matemáticas e computacionais que permitem previsões do comportamento de sistemas físicos, juntamente com o teste de tais previsões, por meio dos dados inseridos, reconhecimento, expressão de aplicações e relações quantitativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a matemática como forma de representação de variáveis, relações e para a previsão de resultados; - Analisar e coletar grandes conjuntos de dados, na procura de padrões e relações significativas (uso da estatística, gráficos...); - Expressar relações e quantidades (forma de linguagem, comunicação); - Reconhecer quantidades dimensionais e uso de unidades apropriadas; - Reconhecer a natureza de simuladores; - Usar conhecimento matemático para análise de dados, apoiados pelas teorias científicas;

<p>PC6 Construir explicações</p>	<p>Consiste em aplicações da teoria para uma situação específica ou fenômeno. Esta prática compreende a construção lógica de explicações coerentes de fenômenos que incorporam a compreensão atual da Ciência, ou um modelo que o representa, e são consistentes com a evidência disponível.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar os fenômenos (vinculação de observações do fenômeno com as teorias científicas); - Construir explicações próprias (entendimento) dos fenômenos, sobre uma ideia científica ou modelo (ajuda a perceber a mudança conceitual); - Usar evidências e modelos científicos como suporte para apoiar ou refutar explicações; - Oferecer explicação causal apropriada; - Identificar lacunas/fragilidades nas explicações próprias e a dos outros;
<p>PC7 Envolver-se em argumentos a partir de evidências</p>	<p>Concebe-se que uma boa argumentação científica é fundamentada por evidências, sendo possível examinar o seu próprio entendimento e a dos outros. Na Ciência, o raciocínio e a argumentação são essenciais para identificar os pontos fortes e fracos de uma linha de pensamento e para encontrar a melhor explicação para um fenômeno natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Argumentar mediante dados que os apoiam (dados e raciocínio são a base da argumentação); - Argumentar mediante dedução de premissas, generalização indutiva de padrões ou inferências sobre a melhor explicação; - Identificar lacunas e discutir, a partir de raciocínios e evidências; - Identificar falhas na própria argumentação, com possibilidade de melhorá-la (reflexão); - Explicar a natureza das controvérsias científicas contextualizando o debate envolvido na criação das ideias científicas; - Reconhecer relações nas afirmações, na revisão por pares e suas limitações; compreensão de julgamento na comunidade científica; - Ler relatos de ciência de forma crítica, identificando pontos fortes e fracos;
<p>PC8 Obter, avaliar e comunicar informações</p>	<p>Compreende a comunicação de ideias e dos resultados das investigações, que podem ser exteriorizadas, oralmente ou por escrito, e do engajamento nas discussões com os seus pares. A Ciência não pode avançar se os cientistas são incapazes de comunicar claramente suas descobertas e aprender sobre os resultados dos outros cientistas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Usar linguagem apropriada (palavras, tabelas, diagramas, expressões matemáticas) para comunicar o entendimento científico; - Ler textos científicos e explicar suas principais ideias; - Reconhecer características da fala e escrita científica. Fontes de erros e falhas metodológicas (distinção observação de inferências, argumentos de explicações, reivindicações de evidências); - Produzir textos científicos e apresentá-los; - Ler de forma crítica textos científicos, discutir com os outros, sua confiabilidade e conclusões;

Fonte: Adaptado [NRC \(2012, tradução nossa\)](#).

Vale lembrar, que o [NRC \(2012\)](#) trata-se de um documento norte-americano, portanto, previsto para um contexto internacional. Buscando aproximações de tais apontamentos em alguns documentos nacionais, com vistas a compreender a importância de trazeremos as ideias concebidas por meio das Práticas Científicas, apresentamos alguns trechos de documentos brasileiros que corroboram tais ideias, mostrando que há compatibilidade em vários aspectos, ressaltando a importância de aprofundarmos as investigações, utilizando tais referenciais no contexto brasileiro.

Nas Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +) encontramos que a formação para a vida vai além de aprender informações, argumentar, e comunicar, mas em elaborar críticas e propostas aos problemas, com uma atitude de constante aprendizado: “[...] saber informar-se, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.” ([Brasil, 2002, p. 9](#)).

Complementar a esta ideia, um outro documento, Orientações Curriculares para o Ensino Médio, apresenta que para a construção do conhecimento escolar, com vistas a melhoria de vida de seus indivíduos, necessita-se de uma interação entre saberes teóricos e saberes práticos, realizados de forma dinâmica, ou seja, em uma metodologia que favoreça a participação ativa e efetiva dos estudantes:

Os processos de construção do conhecimento escolar supõem a inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e químicos, de saberes teóricos e práticos, não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural capaz de potencializar a melhoria da vida ([Brasil, 2006, p. 118](#)).

Nesse sentido, selecionamos também trechos da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), uma vez que trata de um documento mais recente de caráter normativo que define um conjunto progressivo de aprendizagens essenciais que os alunos precisam desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Para tal, define-se que, neste tempo de escolarização, os alunos devem desenvolver algumas competências gerais. “Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” ([Brasil, 2018, p. 8](#)).

Dentre as competências mencionadas neste documento, há aquelas que são consideradas como gerais, que serão comentadas brevemente no parágrafo a seguir, e as competências específicas que serão apresentadas posteriormente. Vale ressaltar, que a ideia de “mobilização de conceitos científicos e procedimentos” apresentada na citação acima, já sinaliza a ideia de letramento científico e, de certa forma, de engajamento nas Práticas Científicas.

A seguir, apresentamos algumas Competências Gerais da Educação Básica, trazidas pela BNCC, considerando a construção do conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores e que apresentam relações com as práticas científicas anteriormente descritas:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade [...].
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para

investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho [...].

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (Brasil, 2018, pp. 9-10).

Considerando ainda a BNCC, no entanto, com um olhar mais específico para área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apresentamos as três competências específicas:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 539).

De acordo com o foco deste estudo, que envolve o ensino e a aprendizagem das Ciências da Natureza, duas das três competências específicas desta área estão relacionadas diretamente com a perspectiva das Práticas Científicas: competência 1, relacionada à análise de fenômenos por meio das relações de matéria e energia, e a competência 3, em que a análise de fenômenos exige o conhecimento de procedimentos e linguagens próprias da Ciência. Estas relações identificadas entre as PC e as competências da BNCC, serão apresentadas em mais detalhes na seção de resultados e discussão. Na continuidade apresentamos o percurso metodológico adotado neste estudo.

3. Encaminhamento Metodológico

Considerando o objetivo deste estudo em identificar e analisar indícios de Práticas Científicas, nas ações do professor, em aulas de química, que versavam sobre as propriedades periódicas e as ligações químicas, fez-se uso da abordagem qualitativa de natureza interpretativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), o objetivo da investigação qualitativa está em analisar o processo, com toda a sua complexidade envolvida, e não somente o produto final. Flick (2009, p. 85) explicita este tipo de abordagem mencionando que “os fatos apenas tornam-se relevantes por meio de sua seleção e interpretação”. Assim, é preciso assumir os critérios apropriados para seleção e interpretação dos dados a fim de melhor conhecer o objeto de estudo.

Os dados analisados são provenientes de transcrições das gravações de três aulas de Química, de turmas do primeiro ano do Ensino Médio, ministradas pela mesma professora, que foram analisadas à luz dos procedimentos da Análise de Conteúdo. A Análise de Conteúdo (AC) se insere em um conjunto de técnicas de análises textuais, produzidas de diversas formas como, em entrevistas, relatórios e outros documentos. O termo AC pode ser definido, segundo Bardin (2011), como: “[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (Bardin, 2011, p. 48).

Dessa forma, pertencem ao domínio da AC todas as iniciativas de análise que consistem em sistematizar e explicar o conteúdo das mensagens e da expressão desse conteúdo. Segundo Moraes (1999), a AC é constituída por cinco etapas: 1) preparação das informações; 2) unitarização ou transformação do conteúdo em unidades de análise; 3) categorização ou classificação das unidades em categorias; 4) descrição; e, 5) interpretação.

A preparação das informações ocorre a partir da seleção do *corpus*, que são os documentos que representam as informações da pesquisa, que requerem uma seleção e delimitação rigorosa, a fim de se chegar a resultados válidos e confiáveis. Nesta investigação utilizamos como *corpus*, a transcrição de três aulas de Química, sendo duas delas de caráter mais expositivo (sobre o conteúdo de propriedades periódicas) realizadas na sala de aula, e uma aula experimental, realizada no laboratório de Química (sobre o conteúdo de ligações químicas). Estas aulas foram ministradas de forma presencial, no segundo semestre do ano de 2018, em uma escola pública, situada na região norte do estado do Paraná, no qual participaram cerca de 30 alunos. A professora regente é graduada em Química bacharelado e licenciatura desde o ano de 2002, com mestrado em química orgânica, e leciona desde o ano de 2005 como concursada na Educação Básica; tem experiência como docente no Ensino Superior e concluiu o doutorado em Ensino de Ciências no ano de 2018.

Na etapa de unitarização, os documentos utilizados devem ser lidos de forma cuidadosa, e relidos até a definição de unidades de análise, que podem ser palavras ou frases. Para esta investigação, as transcrições das aulas foram lidas e relidas, a fim de perceber mais detalhes, e mediante nossa compreensão de cada umas das PC (ver quadro 1), foram definidas as unidades de análise.

No que se refere a codificação do material do *corpus*, este foi realizado da seguinte forma: os primeiros dois dígitos correspondem a aula analisada, sendo A1 (aula 1), A2 (aula 2) e A3 (aula 3); seguidos por um ponto. Os outros dois dígitos seguintes, correspondem as unidades de análise categorizadas de acordo com as PC. Por exemplo, a seguinte codificação (A3.20) corresponde a unidade de análise de número 20, referente à terceira aula.

A primeira aula teve uma duração de 48 minutos e 04 segundos e versava a respeito de propriedades periódicas: energia de ionização e eletronegatividade, nesta aula foram codificadas 74 unidades de análise, categorizadas nas Práticas Científicas.

A segunda aula teve uma duração de 44 minutos e 30 segundos e versava a respeito da estabilidade dos átomos e das ligações químicas, nesta aula foram codificadas 73 unidades de análise, categorizadas nas Práticas Científicas.

A terceira aula teve uma duração de 47 minutos e 03 segundos. Esta aula foi experimental, realizada no laboratório da escola e versava a respeito de propriedades das substâncias, em que o conhecimento de ligações químicas é requerido, nesta aula foram codificadas 60 unidades de análise, categorizadas nas Práticas Científicas.

O processo de categorização é definido como um processo de agrupar dados, considerando a aproximação de significados entre eles. As categorias podem ser a *priori*, quando são utilizadas da mesma forma que apresentadas no referencial teórico adotado, ou emergentes, quando surgem a partir dos dados utilizados na análise. Nesta pesquisa, as Práticas Científicas foram consideradas como categorias a *priori*. Neste sentido, buscamos identificar indícios destas práticas nas ações docentes em aulas de Química.

A descrição é uma forma de comunicar o resultado do trabalho. Para isto foi realizada a produção de um texto síntese que expressa o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise, incluídas em cada uma das PC.

Por fim, chega-se à interpretação, uma etapa que consiste em ir além da descrição, atingir uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos das mensagens. Nesta etapa foram explorados os significados expressos do NRC para cada uma das PC e demais referenciais utilizados, com vistas a aprofundar nossa compreensão acerca do fenômeno em estudo.

4. Resultados e Discussão

Nesta seção apresentamos as análises das aulas, a partir da seguinte estruturação: trazemos recortes de cada uma das três aulas de química analisadas, evidenciando os turnos de falas (do professor e dos alunos); em seguida apresentamos as PC identificadas nos trechos selecionados com uma breve descrição e por fim, apresentamos um quadro com as PC identificadas nas três aulas e uma discussão geral por meio de referências que corroboram para o entendimento e a compreensão das PC.

A primeira aula analisada versava a respeito de propriedades periódicas: energia de ionização e eletronegatividade. Embora, o foco central da aula recaia sobre este conteúdo, o docente procura retomar alguns conceitos discutidos em aulas anteriores, como a definição de raio atômico e a posição dos elementos na tabela periódica, a fim de auxiliar na compreensão dos tópicos que serão abordados. A seguir, apresentamos um trecho da transcrição da aula, e posterior análise.

[01] P: Então gente, vamos lá, oh. Vamos fazer [a distribuição eletrônica], do alumínio, o número atômico dele é? [PC1] (A1.09) treze. Vamos fazer a distribuição eletrônica:

[02] P: (escrevendo no quadro e dialogando com os alunos): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \dots$ [PC2] (A1.10)
E agora depois do $3s^2$? [PC1] (A1.11)

[03] A: $4p^2$

[04] P: $3p^2$? vamos contar quantos elétrons têm aqui. Dois com dois, quatro, com seis?
[PC5] (A1.12)

[05] A: dez

[06] P: Dez. doze, agora falta? [PC5] (A1.13)

[07] A1: 3

[08] A2: 3p1

[09] A1: 1

[10] P: qual é a camada mais externa, Gente? [PC1] (A1.14)

[11] A: três

[12] P: três. Isso aqui. Tá? Bom, então o alumínio ele tem, também 3, ele está no terceiro período e tem três elétrons na última? [PC6] (A1.15)

[13] A: camada

[14] P: última camada. Tá? Então vamos lá! Se a gente tentar tirar um elétron do alumínio, eu preciso fornecer energia para retirar este elétron, [PC6] (A1.16) certo? Quando tira um elétron, o alumínio vai ficar positivo ou negativo, gente? [PC1] (A1.17)

[15] A: positivo

[16] P: ele está perdendo alguma coisa negativa, não está? [PC1] (A1.18)

[17] A: vai ficar positiva

[18] P: vai ficar? Positiva. Então vai ficar Al^{+1} e vai sair um elétron [PC6] (A1.19). Gente, a gente representa o elétron assim, com o e e uma carga negativa assim, é a representação de elétron [PC8] (A1.20). Tá bom? É a carga negativa, então, mais, saiu um elétron.

[19] P: (escreve no quadro): $Al + 577,4kJ \rightarrow Al^{+1} + e^-$ [PC6] (A1.21)

[20] A: por isso que no exemplo coloca um acento?

[21] P: não é acento, é a carga. Tá? [PC8] (A1.22)

Gente, olha, ele perdeu um elétron, meninas!! Se ele perde esse elétron, a quantidade de prótons mudou? [PC1] (A1.23)

[22] A: não.

[23] P: não. A quantidade de prótons continua ...?

[24] A: igual

[25] P: a mesma. Se ele perdeu um elétron, a quantidade de prótons é a mesma? [PC1] (A1.24) Esses elétrons vão ser mais ou menos atraídos pelos prótons? [PC1] (A1.25)

[26] A: mais.

[27] P: mais, porque ele tem mais prótons do que elétrons [PC6] (A1.26). Quando eu for tirar mais um elétron, vai ser mais fácil ou mais difícil? [PC1] (A1.27)

[28] A: mais difícil.

[29] P: mais difícil. Por quê? [PC1] (A1.28)

[30] A: a atração é maior.

[31] P: a atração é maior, então, quando eu tirei um elétron precisou de 577,4 kJ quando eu tenho, aqui ele já perdeu um elétron, então mais 1, para tirar mais um elétron, eu vou pegar, estes dados são tabelados, vocês não vão precisar decorar, tá bom? Vai precisar, olha só [olhando na tabela], de 1816,6 kJ. [PC4] (A1.29). Gente, é mais do que o dobro, olha só, para tirar um elétron precisou de 577 kJ, quando ele perde um, a atração é maior, para retirar o segundo elétron, vai precisar mais do que o dobro, olhe só: 1800, é mais que o triplo, é quase que o quádruplo, de quantidade de energia para tirar [PC5] (A1.30). Tá? E aí vai sair o segundo elétron, então vai ficar, ele era mais 1, se ele perdeu outro elétron, ele vai ficar então o que? [PC1] (A1.31).

[32] A: mais dois.

[33] P: mais dois. Ele está perdendo um negativo, isso!

[34] P: (escreve no quadro): $Al + 1816,6 \text{ kJ/mol} \rightarrow Al^{+2} + e^-$ [PC6] (A1.32).

Nos turnos de fala (01, 02, 10, 14, 16, 21, 25, 27, 29 e 31) o docente utiliza a PC1 – Fazer perguntas –, para explorar regularidades nas observações, e no refinamento de questões a partir de modelos, que neste caso, corresponde à distribuição eletrônica do átomo de alumínio. Por exemplo, no turno de fala (02) o docente escreve no quadro a representação eletrônica quase completa do alumínio, e questiona os estudantes como seria a continuidade para a sua configuração eletrônica: [...] *e agora depois do 3s²? [...]*. Em seguida, questiona novamente: [...] *qual é a camada mais externa, Gente?* (turno 10). Nesta sentença, o docente questiona quanto à representação, qual seria a camada mais externa do átomo de alumínio, que neste caso, a resposta correta corresponde a terceira camada eletrônica.

Na continuidade, o professor também utiliza perguntas para conduzir a aula e na elaboração de explicações acerca do conceito da energia de ionização, para tal, utiliza como exemplo o átomo de alumínio: [...] *Quando tira um elétron, o alumínio vai ficar positivo ou negativo, gente?* (turno 14); os estudantes precisam refletir a respeito da carga do elétron e como ficaria a carga total do átomo em questão. No turno seguinte, o docente expõe que, o que se perde no átomo é uma carga negativa, e continua [...] *ele está perdendo alguma coisa negativa, não está?* (turno 16). Em seguida, o professor conduz a sua fala, explicando que o alumínio se torna Al^{+1} quando ele perde um elétron.

A PC2 – Desenvolver e utilizar modelos, foi identificada apenas no turno de fala (02): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \dots$ [...]. Nesta situação de ensino, o docente utiliza o diagrama de Linus Pauling para representar a distribuição eletrônica do átomo de alumínio, que contém 13 elétrons. Por meio deste diagrama (modelo de distribuição eletrônica) é possível reconhecer a camada de valência do alumínio, importante para a explicação da energia de ionização. Nota-se também, que o docente, concomitantemente com o uso do modelo, utiliza a PC1 para conduzir a sua aula, questionando os alunos: [...] *e agora depois do 3s²?* (turno 02), como explicitado nos parágrafos anteriores.

Identificamos a PC4 – Analisar e interpretar dados na seguinte unidade de análise: [...] *a atração é maior, então, quando eu tirei um elétron precisou de 577,4 kJ quando eu tenho, aqui ele já perdeu um elétron, então mais 1, para tirar mais um elétron, eu vou pegar, estes dados são tabelados, vocês não vão precisar decorar, tá bom? Vai precisar, olha só, de 1816,6 kJ.* (turno 31). Neste trecho o docente analisa os dados referentes ao valor da energia de ionização, presentes em uma tabela disposta no livro didático e interpreta as relações entre o valor da energia de ionização e a retirada do primeiro elétron (valor de 577,4 kJ), comparando com o valor energético para a retirada do segundo elétron (valor de 1816,6 kJ) do átomo de alumínio, que estava no estado fundamental. Esta prática se mostra importante, uma vez que os dados provenientes de tabelas, quadros, fórmulas químicas, nem sempre “fazem sentido” aos estudantes, precisando assim, serem interpretados.

Nos turnos de fala (04, 06 e 31), identificamos a PC5 – Utilizar matemática e pensamento computacional. No trecho a seguir, o professor explica aos estudantes o significado dos números tabelados e as relações entre eles, que correspondem a valores de energia para a retirada do primeiro e do segundo elétron do átomo de alumínio: [...] *Gente, é mais do que o dobro, olha só, para tirar um elétron precisou de 577 kJ, quando ele perde um, a atração é maior, pra retirar o segundo elétron, vai precisar mais do que o dobro, olhe só: 1800, é mais que o triplo, é quase que o quádruplo, de quantidade de energia para tirar [...]* (turno 31). Deste modo, para a maior compreensão dos estudantes, o docente explica fazendo uso de unidades dimensionais, expressando relações de proporcionalidade ao mencionar as grandezas dos números, por exemplo, dobro, triplo, quádruplo; números estes, relacionados às energias de ionização do átomo de alumínio.

Nos turnos (12, 14, 18, 19, 27, 34), identificamos a PC6 – Construir explicações. O docente utiliza esta prática científica em algumas situações, por exemplo, para explicar aos alunos a respeito da energia necessária para retirar um elétron do átomo de alumínio, no estado fundamental: [...] *Se a gente tentar tirar um elétron do alumínio eu preciso fornecer energia para retirar este elétron* (turno de fala 14). Esta PC também compreende explicações a partir de representações, por meio das quais o docente escreve no quadro, uma linguagem que é própria da Química: $Al + 577,4kJ \rightarrow Al^{+1} + e^{-}$ (turno 19); neste caso, esta representação sinaliza que para retirar um elétron, é preciso fornecer 577, 4 kJ de energia ao átomo de alumínio, formando o cátion Al^{+1} e um elétron (e^{-}). Esse entendimento, de que ao perder o elétron o alumínio fica com uma carga positiva, é explicado pela professora no turno de fala (18). Desta forma, a explicação vai além de somente olhar para os dados (provenientes de uma tabela) ou dar uma opinião a respeito de uma situação ou fenômeno, é preciso ter uma teoria que forneça respaldo para a explicação, por meio dos conceitos e conteúdos científicos, que corrobora para a elucidação do fenômeno, que se espera compreender e/ou explicar.

No trecho [...] *Gente, a gente representa o elétron assim, com o e- e uma carga negativa assim, é a representação de elétron* [...] (turno 18), identificamos a PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações. Neste caso, o professor esclarece a representação utilizada para simbolizar o elétron, que é uma forma usual na comunicação científica (na Química); em outro trecho, em resposta a um aluno que entende a representação de elétron como um acento agudo, o professor esclarece a representação, [...] *não é acento, é a carga* (turno 21). Portanto, os turnos de fala (18 e 21) mostram a tentativa da docente em comunicar uma linguagem/representação química, na intenção de que os estudantes reconheçam os elementos da escrita científica.

No recorte da aula apresentada foi possível identificar indícios de Práticas Científicas nas ações do professor e ao analisá-las podemos perceber conexões entre tais práticas. Na análise da aula em sua completude, a PC1 – Fazer perguntas – foi a PC mais expressiva, sendo útil na condução da aula do professor, tanto ao iniciar e conduzir uma explicação, quanto para explorar modelos utilizados. Devido a aula ser teórica/conceitual, o foco esteve na explicação do conceito de energia de ionização, assim também foi identificada de forma expressiva indícios da PC6 - Construir explicação. No momento da explicação, analisou-se dados provenientes da energia de ionização (PC4) e a compreensão de seus valores, e também, a energia necessária para a retirada de cada um dos elétrons (PC5). A compreensão da linguagem científica, na representação dos elétrons foi conduzido por meio da PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações –, uma vez que o docente se empenhou no ensino da linguagem científica para a exposição e a explicação dos conceitos desejados.

A segunda aula analisada, versava a respeito da estabilidade dos átomos e das ligações químicas, retomando em alguns momentos as propriedades periódicas, com o conceito de eletronegatividade e a posição dos elementos na tabela periódica. No trecho a seguir, o professor explica sobre a estabilidade dos átomos e conceitua a regra do octeto.

[01] P: [...] Bom, eu falei para vocês que eles [os átomos] formam grupos, né! Ligações, para adquirir estabilidade. Vocês sabem, como uma forma de olhar, se ele está estável ou não? [PC1] (A2.19)

[02] A1: quando tem as camadas?

[03] P: quase isso.

[04] A2: quando ele não explode.

[05] P: Quando?

[06] A3: não explode.

[07] P: Quando a última camada está completa. Isso, a gente só vai estudar os elementos representativos, tá? Nós não vamos estudar os metais de transição, os elementos representativos, são aqueles que ficam do lado, se você está olhando para a tabela periódica, né! Do lado totalmente esquerdo da tabela periódica e do lado totalmente direito da tabela periódica, são os elementos representativos. Os elementos do meio da tabela periódica nós não vamos estudar, que eles fogem à regra, tudo bem? Então, uma forma de eles adquirirem estabilidade quando eles têm a última camada completa. [PC2] (A2.20). Quando eles têm a última camada completa? A quantidade de elétrons vocês lembram? [PC1] (A2.21)

[08] A: Doze! Onze!

[09] P: Oito, ou? [PC1] (A2.22).

[10] A: sete! Dois!

[11] P: como eles chegaram nestes valores? [PC1] (A2.23) Os únicos elementos que ficam isolados na tabela são os gases nobres. E os gases nobres, ou eles têm dois elétrons na camada de valência, tá? Porque ele só tem uma camada. Ou então, eles têm oito elétrons na camada de valência? Foi assim que surgiu o que eles chamam de regra do octeto, tá? Então a regra do octeto, é que eles estudando, verificaram que somente os gases nobres, é que não interagem com os outros átomos. [PC6] (A2.24).

O que eles têm de diferente dos demais? [PC1] (A2.25).

A última camada completa. Tá? Foi assim que surgiu a regra do octeto, a regra do octeto ele fala que um átomo, para ele adquirir estabilidade ele tem de ter ou dois elétrons na última camada ou oito elétrons na última camada, tudo bem? Gente, existem exceções, muitas exceções! Mas neste momento, pra gente, vamos trabalhar com a regra do octeto, tudo bem? Quem for fazer química lá na graduação, daí vai aprender um pouco mais aprofundado, por enquanto pra gente a regra do octeto serve. Certo? A regra do octeto ajuda a gente em muitas [...], a calcular muitas fórmulas, para determinar muitos tipos de ligações. Existem várias exceções, tá? Que a gente chama a regra do octeto expandido, tem átomos com doze elétrons, tá? Dezesesseis elétrons, mas isso não vem ao caso, vamos tratar somente da regra do octeto, tudo bem? [PC6] (A2.26).

Nos turnos de fala (01, 07, 09 e 11) identificamos a PC1 – Fazer perguntas. Nesta aula a PC1 esteve relacionada ao uso de modelos (PC2) e também na condução de explicações (PC6). Assim, realizaremos a análise deste trecho, em duas etapas, uma para cada ênfase dada. Pretendemos, desta forma, também mostrar que as PC se complementam e nem sempre é clara a perfeita separação entre elas.

Inicialmente o docente questiona os estudantes quanto a ocorrência de estabilidade dos átomos (turno 01): [...] *para adquirir estabilidade, vocês sabem, como uma forma de olhar, se ele está estável ou não?*, Este questionamento proporciona aos estudantes refletir sobre o que sabem a respeito da estabilidade atômica. A partir da resposta de um aluno, o docente retoma alguns conceitos da tabela periódica, para esclarecer as possíveis relações entre os conceitos de estabilidade e de ligação química. Para esta retomada, ele utiliza a PC2 – Desenvolver e utilizar modelos –, uma vez que explica as relações dos elementos químicos, a partir da sua posição na tabela periódica (será explicado com mais detalhes em parágrafos posteriores).

Nos turnos de fala (07 e 09) que ainda correspondem a PC1, elas foram habituais durante a explicação do docente, ao questionar os estudantes e em aprimorar questões mais específicas sobre qual deveria ser a quantidade de elétrons que o átomo precisaria ter na última camada, a fim de adquirir estabilidade. No turno de fala (11), em dois momentos, o docente

busca instigar os alunos, por meio da PC1, a refletirem sobre o porquê da estabilidade atômica corresponder a dois e oito elétrons na última camada, e também, como se chegou a estes dois valores.

No turno de fala (07) identificamos a PC2 – Desenvolver e utilizar modelos –, o docente comenta resumidamente a respeito da estabilidade atômica e sobre a disposição dos elementos químicos na tabela periódica: [...] *quando a última camada está completa. Isso, a gente só vai estudar os elementos representativos, tá? Nós não vamos estudar os metais de transição, os elementos representativos, são aqueles que ficam do lado, se você está olhando para a tabela periódica, né! Do lado totalmente esquerdo da tabela periódica e do lado totalmente direito da tabela periódica, são os elementos representativos. Os elementos do meio da tabela periódica nós não vamos estudar, que eles fogem à regra, tudo bem? Então, uma forma de eles adquirirem estabilidade quando eles têm a última camada completa.* (turno 07). Vale lembrar, que para haver a estabilidade, a última camada de elétrons do átomo (camada de valência) deve estar completa, assim, para que o estudante consiga fazer a previsão de estabilidade do átomo é necessário que ele utilize o modelo de representação de Linus Pauling. Em seguida, o docente retoma algumas propriedades a respeito da tabela periódica e explica as relações existentes entre os elementos representativos, de transição e as suas posições na tabela periódica, uma vez que por meio de sua localização é possível prever algumas das suas propriedades, úteis para a compreensão do conceito de ligações químicas.

No turno de fala (11) o docente utiliza a PC6 – Construir explicações –, para elucidar a respeito da regra do octeto e dos gases nobres: [...] *Os únicos elementos que ficam isolados na tabela são os gases nobres. E os gases nobres, ou eles têm dois elétrons na camada de valência, tá? Porque ele só tem uma camada. Ou então, eles têm oito elétrons na camada de valência, tá? Foi assim que surgiu o que eles chamam de regra do octeto, tá? Então a regra do octeto, é que eles estudando, eles verificaram que somente os gases nobres, é que não interagem com os outros átomos.* Assim, ele explica que os gases nobres, por apresentarem moléculas monoatômicas, sem interação com outros átomos, seria um modelo de estabilidade, conhecida como a regra do octeto, no qual os átomos adquirem estabilidade ao possuir oito ou dois elétrons na camada de valência.

No recorte da aula (02) apresentada, foi possível identificar indícios de Práticas Científicas nas ações do professor e ao analisá-las podemos perceber conexões entre algumas PC. Na análise da aula, em sua completude, a PC1 – Fazer perguntas –, foi a que apareceu com maior incidência, sendo utilizado pelo docente para explorar aspectos conceituais acerca da tabela periódica (PC2), um modelo de organização dos elementos químicos. A PC1 foi utilizada também para auxiliar na explicação da estabilidade atômica, ou seja, integrada a PC6 – Construir explicações.

A terceira aula analisada corresponde a uma aula experimental, realizada no laboratório de Química da escola. O professor utiliza duas substâncias sólidas de aspecto semelhante, o açúcar e o AAS (ácido acetilsalicílico) e solicita que os estudantes apontem como diferenciá-las, uma vez que estão em frascos sem identificação. Esta situação foi trazida pelo professor a partir de uma situação problema e relatada aos estudantes, com personagens e contexto fictício. Além das substâncias para testar, estava disponível para o uso de cada grupo, um circuito elétrico, para que fosse possível medir a condutividade elétrica das substâncias. Esta aula prática ocorreu após o docente expor o conteúdo de ligações químicas.

A seguir, apresentamos um recorte da aula 3 cujo tempo de gravação corresponde a 3 minutos e 10 segundos de duração. Neste trecho, após organizar os grupos de estudantes no laboratório e ler com eles o procedimento experimental, o docente caminha pelos grupos orientando-os para a realização do experimento proposto.

- [01] P: Oh, pega o procedimento. Agora vocês vão ler aqui, oh! Leiam isso aqui para fazer! [PC3] (A3.16)
- Limpou? Pega o procedimento. [para outro grupo]
- Essa parte aqui... condutividade em amostra sólida. [PC3] (A3.17)
- Condutividade em amostra sólida. [para outro grupo]
- [02] A: professora, pode...
- [03] P: pode!
- Gente, cuidado para não levar choque! É de verdade, tá? [PC3] (A3.18)
- [04] A: olha aqui, sólidas, líquidas, em constituição...
- [05] A2: Não! Deixa isso lá! [para outro grupo]
- [06] P: Ohh, está sem lâmpada...
- Não, não é assim não. Vê o procedimento! [PC3] (A3.19)
- [07] A: Oh, professora! Com a porção da amostra sólida.
- [08] P: Espera aí, deixa eu ver se estão afastados os fios. Mas sem ligar as pontas... então vai! E coloca nas substâncias, precisam ser os dois fios... está desligado...! [PC3] (A3.20)
- [09] A: Oh professora! como assim em meio aquoso?
- [10] A: Professora, não está dando o meu! Oh!
- [11] P: não, mas você já fez nestas duas amostras? [PC1] (A3.21)
- [12] A: não!
- [13] P: Tem que fazer nas duas amostras primeiro. [PC3] (A3.22)
- [14] A: primeiro faz com um e depois com o outro?
- [15] P: isso! Primeiro limpa o fio. [PC3] (A3.23)
- [16] A: professora parece que é pouco?
- [17] P: mas não precisa de muito, só a pontinha... [PC3] (A3.24)
- [18] A: só uma pontinha gente!!
- [19] A2: Calma, Calma!
- [20] A3: tem que tirar e conectar.
- [21] A4: Professora! Bombril conduz eletricidade? Pode?
- [22] P: não! Depois... tudo bem?
- [23] A: professora? Não ligou!
- [24] P: anota o resultado na folhinha. [PC3] (A3.25)
- Gente, leiam o procedimento. Oh, agora eu vou deixar vocês lendo o procedimento e vocês vão fazer. Vamos lá! [PC3] (A3.26)
- [25] A: professora! Os nossos todos acenderam a luz.
- [26] P: anota isso!
- [27] A: Professora!
- [28] P: primeiro coloca um pouquinho de água... [PC3] (A3.27)
- [29] A: professora, me dá um pouco de água, por favor!
- [30] P: Ahh?
- [31] A: um pouco de água.

[32] P: testou as duas? Não, repetir o procedimento para a segunda amostra. Então vai!
[PC3] (A3.28).

No trecho acima, a PC1 – Fazer perguntas – foi identificada somente no turno de fala (11): *não, mas você já fez nestas duas amostras?*. Neste trecho, o professor, ao passar pelos grupos que estavam realizando os experimentos, um dos estudantes comentou que os resultados não estariam bons, que a experiência não estaria “dando certo”. Em seguida, o professor questiona, se o grupo já teria testado nas duas amostras, a fim de que os estudantes conferissem se o procedimento estava sendo seguido de forma correta. Em resposta ao questionamento do professor, os estudantes percebem que ainda não haviam testado as duas substâncias. Assim, a PC1 mostrou-se necessária, uma vez que a pergunta realizada pelo docente levou os estudantes a refletirem sobre a correta execução do procedimento, uma vez, que os resultados do experimento, os ajudariam na resolução do problema proposto.

Nos turnos de fala (01, 03, 06, 08, 13, 15, 17, 24, 28 e 32) identificamos a PC3 – Planejar e realizar investigações. Esta PC está presente do início ao fim do trecho analisado, uma vez que o docente conduziu a aula experimental explorando aspectos importantes de uma sistemática investigativa. Por exemplo, em dois momentos, o docente solicita que os estudantes leiam o procedimento para a realização do experimento, uma oportunidade para a autonomia dos estudantes na aula: [...] *Oh, pega o procedimento. Agora vocês vão ler aqui, oh! Leiam isso aqui para fazer!* (turno 01); [...] *Gente, leiam o procedimento. Oh, agora eu vou deixar vocês lendo o procedimento e vocês vão fazer. Vamos lá!* (turno 24). Compreender o procedimento experimental e executá-lo é importante na investigação científica, uma vez que exige o entendimento da linguagem científica e uma certa habilidade prática no manuseio das vidrarias e equipamentos, sendo estes, um dos passos iniciais importantes, antes de começar um experimento, conhecendo-o com detalhes, o que é, e como será realizado.

O docente também faz advertências a respeito de cuidados ao manusear o circuito elétrico, uma vez que há possibilidade de receber uma carga elétrica, pois é alimentado a 127 volts: [...] *Gente, cuidado para não levar choque! É de verdade, tá?* (turno 03). Mesmo o docente tendo lido o procedimento com os estudantes, ele caminha pelos diferentes grupos, orientando na realização do experimento e auxiliando na correta execução do procedimento: [...] *Espere aí, deixa eu ver se estão afastados os fios. Mas sem ligar as pontas... então vai! E coloca nas substâncias, precisam ser os dois fios... está desligado...!* (turno 08). Esta orientação ocorre para auxiliar os estudantes a alcançarem o objetivo do experimento que estava em diferenciar as duas substâncias, por meio da diferença de condutividade elétrica, revisando o conteúdo de propriedades periódicas e de ligação química. Vale lembrar, que os registros das informações observadas são importantes em uma investigação, uma vez que ajudam na interpretação do que está sendo realizado, para a compreensão do problema em questão, tornando-se, portanto, relevante. Isso é reforçado durante a aula experimental [...] *anota o resultado na folhinha.* [...] (turno 24).

No recorte da aula (03) apresentada, foi possível identificar indícios de Práticas Científicas nas ações do professor e ao analisá-las podemos perceber qual PC foi mais identificada e em quais situações ocorreram. Na análise da aula 3, em sua completude, a PC3 – Planejar e realizar investigações, foi a que apareceu com maior incidência, sendo utilizada pelo docente no desenvolvimento do procedimento, em advertências na condução do experimento e na orientação aos grupos, com dicas, observações e chamadas de atenção dos alunos. A PC1 foi utilizada para questionar os alunos quanto a atenção necessária e execução correta do experimento.

Após a análise das Práticas Científicas identificadas nas três aulas de química selecionadas, elaboramos a Tabela 2, que relaciona as PC, as unidades de análise identificadas e a sua incidência. Salientamos que o objetivo desta tabela não está somente em quantificar as práticas científicas identificadas, mas também em mostrar a sua disposição nas aulas analisadas.

Tabela 2

Indícios de Práticas Científicas, observadas nas unidades de análise, para cada uma das aulas analisadas.

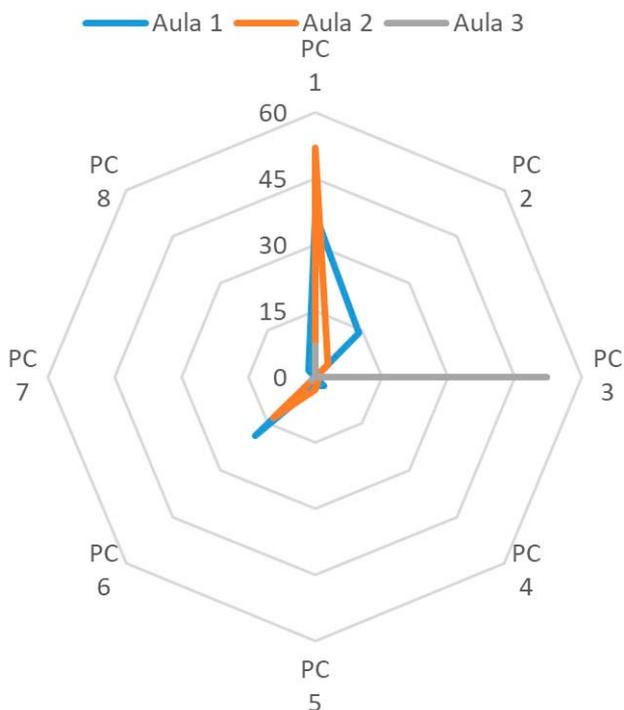
Práticas Científicas	Unidades de Análise identificadas em cada uma das aulas analisadas	Quantidade (UA)
PC1	(A1.02), (A1.04), (A1.09), (A1.11), (A1.13), (A1.16), (A1.17), (A1.22), (A1.23), (A1.24), (A1.26), (A1.27), (A1.30), (A1.32), (A1.33), (A1.34), (A1.36), (A1.38), (A1.42), (A1.43), (A1.44), (A1.49), (A1.50), (A1.51), (A1.53), (A1.54), (A1.56), (A1.58), (A1.59), (A1.60), (A1.61), (A1.64), (A1.65), (A1.67), (A1.68), (A1.69), (A1.70) (A2.01), (A2.02), (A2.03), (A2.04), (A2.05), (A2.06), (A2.07), (A2.08), (A2.09), (A2.10), (A2.11), (A2.12), (A2.13), (A2.14), (A2.16), (A2.17), (A2.18), (A2.19), (A2.21), (A2.22), (A2.23), (A2.25), (A2.29), (A2.30), (A2.32), (A2.33), (A2.34), (A2.35), (A2.36), (A2.37), (A2.40), (A2.41), (A2.42), (A2.44), (A2.45), (A2.48), (A2.49), (A2.50), (A2.52), (A2.53), (A2.54), (A2.56), (A2.58), (A2.60), (A2.61), (A2.62), (A2.63), (A2.66), (A2.67), (A2.69), (A2.70), (A2.72) (A3.04); (A3.05); (A3.06), (A3.09); (A3.10); (A3.11); (A3.21)	37+52+7= 96
PC2	(A1.10), (A1.45), (A1.46), (A1.47), (A1.48), (A1.55), (A1.57), (A1.63), (A1.66), (A1.73) (A2.20), (A2.31), (A2.38), (A2.39)	10+4+0 = 14
PC3	(A3.01); (A3.02); (A3.03); (A3.07); (A3.12); (A3.13); (A3.14); (A3.15); (A3.16); (A3.17); (A3.18); (A3.19); (A3.20); (A3.22); (A3.23); (A3.24); (A3.25); (A3.26); (A3.27); (A3.28); (A3.29); (A3.30); (A3.31); (A3.32); (A3.33); (A3.34); (A3.35); (A3.36); (A3.37); (A3.38); (A3.39); (A3.40); (A3.41); (A3.42); (A3.43); (A3.44); (A3.45); (A3.46); (A3.47); (A3.48); (A3.49); (A3.50); (A3.51); (A3.52); (A3.53); (A3.54); (A3.55); (A3.56); (A3.57); (A3.58); (A3.59); (A3.60)	0+0+52 = 52
PC4	(A1.28), (A1.35), (A1.39) (A2.68)	3+1+0 = 4
PC5	(A1.12), (A1.29) (A2.43), (A2.46), (A2.65)	2+3+0 = 5
PC6	(A1.01), (A1.03), (A1.05), (A1.06), (A1.07), (A1.08), (A1.14), (A1.15), (A1.18), (A1.20), (A1.25), (A1.31), (A1.37), (A1.40), (A1.41), (A1.52), (A1.62), (A1.71), (A1.72) (A2.15), (A2.24), (A2.26), (A2.27), (A2.28), (A2.47), (A2.51), (A2.55), (A2.57), (A2.59), (A2.64), (A2.71), (A2.73), (A3.08)	19+13+1 = 33
PC7	-	0
PC8	(A1.19), (A1.21)	2+0+0 = 2

Fonte: próprio autor.

A partir dos dados expostos na tabela 2, observa-se que nas aulas 01 e 02, que são mais expositivas e teóricas, foram identificadas uma maior incidência da PC1 – Fazer perguntas (com 37 e 52 unidades de análise, respectivamente) e a PC6 – Construir explicações (com 19 e 13 unidades de análise, respectivamente). Ou seja, o professor para explicar o conteúdo químico, utilizava questões que permitiam conhecer um pouco do que os alunos sabiam contribuindo no encaminhamento das explicações. A PC2 – Desenvolver e utilizar modelos, foi identificada (em 10 e 04 unidades de análise, respectivamente), a PC4 – Analisar e interpretar dados, identificada (em 03 e 01 unidades de análise, respectivamente) e a PC5 – Utilizar matemática e pensamento computacional, identificada (em 02 e 03 unidades de análise, respectivamente), estas três Práticas Científicas (PC2, PC4 e PC5) foram utilizadas pelo professor para auxiliá-lo na explicação das propriedades periódicas e estabilidade atômica, facilitando assim, a compreensão destes conteúdos pelos alunos, por meio: de desenhos da tabela periódica e representação da distribuição eletrônica, da interpretação de dados de energia e de conceitos químicos, e também, do uso de grandezas numéricas e de proporções, envolvidas em alguns momentos da aula. A PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações foi identificada em duas unidades de análise, na aula 01, esta PC foi importante para o docente apresentar aos estudantes um pouco da linguagem química, utilizada para a comunicação de informações.

Observa-se também na Tabela 02, que na aula 03, de caráter experimental, realizada no laboratório de Química da escola, foram identificadas as seguintes PC: a PC1 – Fazer perguntas (em 07 unidades de análise), a PC3 – Planejar e realizar investigações (em 52 unidades de análise), e a PC6 – Construir explicações (em 01 unidade de análise). Por ser uma aula experimental, destacamos grande incidência da PC3 (não estando presente nas aulas 01 e 02), uma vez que o docente proporcionou, aos alunos, autonomia na execução do experimento. Para ajudar na mediação, o docente recorre a PC1, por meio de uma questão norteadora e também com perguntas mais específicas direcionadas aos diferentes grupos. A PC6 nesta aula esteve presente uma única vez, quando o docente precisou retomar o conceito de ligação química, ajudando um dos grupos na elaboração da resposta para o problema proposto.

A seguir, na Figura 1, apresentamos a disposição de cada uma das PC nas três aulas analisadas.

Figura 1*Disposição das PC nas aulas.*

Fonte: próprio autor.

A partir dos dados expostos na Figura 1 e na Tabela 02, observa-se que houve maior indícios da PC1 nas aulas analisadas, uma vez que o docente, faz uso de perguntas, para iniciar o conteúdo, no direcionamento da explicação, como uma forma de explorar os modelos utilizados e também para iniciar e conduzir a aula experimental. [Menezes \(2014\)](#) apresenta resultados de algumas pesquisas realizadas com professores, nos quais as perguntas foram apontadas em variadas situações, para avaliar a qualidade do ensino, verificar o quanto os alunos relembram fatos, forma de diagnosticar dificuldades dos alunos, forma de encorajar os alunos a usar fatos e elaborar conclusões. De acordo com [Osborne \(2014\)](#), fazer questões ajuda a acompanhar as ideias principais e também a checar e avaliar se o conteúdo está sendo compreendido. A esta ideia, aproximamos ao que é apresentado na BNCC, em que o estudante precisa desenvolver a habilidade de construir questões, de elaborar hipóteses e previsões, no enfrentamento de situações problema, sob uma perspectiva científica ([Brasil, 2018](#)). Neste trecho da BNCC foi dado ênfase que o estudante precisa desenvolver esta habilidade de construir questões, porém, para que ele tenha êxito é essencial que o professor também domine esta habilidade, facilitando a aprendizagem dos estudantes.

As duas primeiras aulas analisadas tinham como proposta a explicação dos conteúdos: energia de ionização, eletronegatividade e a regra do octeto; isto ajuda-nos a entender o motivo pelo qual a PC6 – Construir explicações –, apresentou maior incidência nestas aulas, em relação a terceira aula, que foi experimental. De acordo com o [NRC \(2012\)](#) construir explicações corresponde ao uso de teorias científicas para explicar determinados fenômenos ou para responder a uma situação problema. 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 teoria científica, ou mesmo, quando ocorre conflito nas produções, exigindo reflexão metacognitiva, ou seja, o indivíduo reflete acerca do que aprendeu e também sobre as coisas que teve dificuldade, reparando ou mesmo revendo, quando necessário (Osborne, 2014).

Identificamos também, que o professor fez o uso de modelos, ou seja, a PC2 – Desenvolver e utilizar modelos –, nas aulas 01 e 02, correspondendo a quarta prática científica mais identificada. O uso de modelos ocorreu por meio de representações da tabela periódica para cada uma das propriedades periódicas ensinadas (energia de ionização e eletronegatividade) e para a representação do átomo, a fim de testar algumas considerações a respeito do conteúdo e facilitar a compreensão por parte dos estudantes. Para Osborne (2014) os modelos podem ser as representações, como o modelo de Bohr, ajudando na elaboração de explicações e nas previsões; e também como uma forma de organizar o argumento. O uso de modelos também consta como uma das habilidades presentes na BNCC, uma vez que é preciso saber empregar, representar e interpretar modelos explicativos, para que se consiga, de acordo com os dados e resultados, construir, avaliar e justificar conclusões (Brasil, 2018).

A PC3 – Planejar e realizar investigações – apresentou grande incidência na aula 3, que corresponde a uma aula experimental. Foram identificadas 53 unidades de análise categorizadas nesta PC, demonstrando assim, que o docente explorou em sua aula, procedimentos experimentais comuns na ciência: favorecendo a observação, a decisão diante dos resultados esperados ou não, percebendo relações causais e também, o manuseio de reagentes e materiais utilizados em laboratório de química. Tecendo algumas aproximações com a BNCC, na competência específica 3 das Ciências da Natureza e suas tecnologias, temos: “espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos de coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica” (Brasil, 2018, p. 539); cremos que por meio do planejamento e realização de procedimentos experimentais por meio da PC3, possamos contribuir para o desenvolvimento desta competência. Desta forma, o docente precisa conhecer e vivenciar estas sistemáticas investigativas, para que ele consiga orientar de forma adequada os estudantes. Além disso, é compreendida pela habilidade 01 da BNCC, no qual é preciso empregar de forma adequada medições e avaliar experimentos para justificar conclusões, para tal, o conhecimento experimental é essencial.

As práticas científicas PC4 – Analisar e interpretar dados, a PC5 – Utilizar matemática e pensamento computacional, e a PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações, foram pouco expressivas nas aulas analisadas. Mesmo assim, estas práticas científicas são importantes na compreensão de dados, na formulação de explicação dos conteúdos expostos, e na utilização e desenvolvimento do raciocínio matemático, com relação às grandezas e em alguns cálculos matemáticos necessários para a compreensão do conteúdo. Para que se possa comunicar uma informação é preciso conhecer a linguagem adequada utilizada pela ciência (Química), a fim de haver maior clareza e poder compartilhar informações, aos pares e para a comunidade científica (NRC, 2012). Além disso, interpretar dados e evidências cientificamente é uma das três competências exigidas no PISA, importante ao letramento científico (OECD, 2013).

Buscando algumas relações entre as Práticas Científicas e documentos brasileiros, aproximamos algumas ideias trazidas até agora, ao que a BNCC apresenta nas habilidades 01 e 02, uma vez que mencionam que os estudantes devem saber comunicar para diferentes tipos de públicos, resultados de pesquisas e de análises, conseguindo interpretar adequadamente dados, modelos (mesmo experimentais), gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas e equações; a partir disso, conseguir redigir textos e utilizar diferentes mídias, diante dos problemas investigados, sob perspectivas e variados temas científicos (Brasil, 2018).

Esta ênfase na investigação científica é essencial na construção e comunicação do conhecimento científico, para que os estudantes ampliem as possibilidades da sua atuação no mundo, porém, Reis et al. (2021) consideram que a BNCC apresenta algumas fragilidades no que diz a respeito à ação investigativa, mesmo que seu objetivo seja o letramento científico: “permite-nos apontar que a ação investigativa, para o ensino de Ciências, é pouco expressiva no documento.” (Reis et al., 2021, p. 502). Desta forma, é reforçado a importância de buscar referenciais adicionais que possam promover a investigação científica e a autonomia dos estudantes.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), menciona-se que estar formado para a vida é mais do que compreender, identificar e codificar símbolos, significa: “[...] saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado (Brasil, 2002, p. 9).”

Ao dizer “saber se informar” podemos relacionar as ideias contidas na PC1 – Fazer perguntas, uma vez que é necessário questionar de forma apropriada (diante de problemas cotidianos ou escolares que surjam eventualmente), a fim de elaborar perguntas que possam ser respondidas de forma sistemática; podendo ser por meio de investigações, experimentais ou não. Além disso, podemos aproximar esta ideia com a PC4 – Analisar e interpretar dados, uma vez que para “compreender e agir” é necessário que o estudante, diante das informações que recebe, possa analisá-las e interpretá-las de forma coerente.

O PCN+ também nos traz que, a escola, por meio dos processos de ensino e da aprendizagem, deve contribuir para o desenvolvimento de competências, no domínio da representação e da comunicação: símbolos, códigos e nomenclaturas; articulação dos símbolos e códigos; análise e interpretação de textos e outras comunicações; elaboração de comunicações (oral, escrita, experimentos, questões); e a discussão e argumentação de temas de interesse (Brasil, 2002). Similar a estas ideias, temos a PC8 – Obter, avaliar e comunicar a informação, uma vez que exige a compreensão a respeito do fenômeno, por meio de estudo e da linguagem apropriada ao meio científico; onde é preciso que se ensine, e o estudante possa aprender de forma apropriada a “comunicar-se”, aspecto essencial também no meio científico.

Por fim, a PC7 – Envolver-se em argumentos a partir de evidências não foi identificada nas aulas analisadas. Mesmo esta PC não estando presente nas aulas analisadas, reiteramos a importância da argumentação na construção do conhecimento científico pelos estudantes; isso também não denota que o docente não considere esta prática importante, porém, em nossa visão, a dinâmica explorada em sala e no laboratório não abrangeram esta prática. Possivelmente, dependendo da intencionalidade do docente, a PC7 poderia ter sido explorada, em especial, durante a aula experimental, ou mesmo, em argumentações dos alunos pós experimento. Segundo Scarpa (2015), a argumentação pode estar presente em vários momentos na investigação científica “especialmente na elaboração das hipóteses, na construção da previsão e na elaboração da conclusão do trabalho. Em cada uma dessas etapas, as afirmações (hipóteses, previsão e conclusão) devem ser elaboradas articulando-se dados empíricos com o conhecimento teórico daquela área” (Scarpa, 2015, p. 20).

Por fim, por meio das PC, é possível compreender a ciência como um processo, podendo assim, deslocar entre saberes teóricos e práticos, a fim de compreender e atuar em seu contexto de vida. Porém, para que isso seja possível, é essencial a mediação do professor em sala de aula: “que o professor compreenda o sentido e a relevância de seu trabalho, em sua disciplina, para que as metas formativas gerais definidas para os alunos da escola sejam atingidas” (Brasil, 2002, p. 9).

Portanto, a participação dos professores nas oito Práticas Científicas pode ajudar a atribuir mais significado ao conhecimento dos estudantes, ampliando a sua visão do mundo e das práticas que são comuns no meio científico. Além disso, pode-se despertar nos estudantes a curiosidade e o interesse pelas Ciências.

5. Conclusões

Neste estudo buscamos identificar e analisar indícios de Práticas Científicas, em aulas de química, na ação do professor. Para tal, analisamos três aulas de química de conteúdos distintos, duas de caráter mais expositivo e uma aula experimental. Como resultados das análises, foram identificadas sete das oito Práticas Científicas, mencionados no [NRC \(2012\)](#), essas, em ordem de maior incidência: PC1 – Fazer perguntas; PC3 – Planejar e realizar investigações; PC6 – Construir explicações; PC2 – Desenvolver e utilizar modelos; PC4 – Analisar e interpretar dados; PC5 – Utilizar matemática e pensamento computacional; e por fim, a PC8 – Obter, avaliar e comunicar informações.

Considerando que duas das três aulas eram de caráter mais expositivo, podemos dizer que as práticas científicas utilizadas pelo docente priorizaram a PC1 – Fazer perguntas, uma vez que os questionamentos foram utilizados no decorrer de toda a aula, sendo úteis na condução da explicação dos conteúdos, tanto para engajar a participação dos estudantes como também, para a elaboração de perguntas mais específicas que exploravam alguns pontos particulares do conteúdo a ser explicado. A PC6 – Construir explicações foi a segunda prática mais evidenciada, uma vez que o objetivo das aulas era explicar algumas propriedades periódicas (energia de ionização e eletronegatividade), para isso, em alguns momentos o professor recorria a modelos e representações da tabela periódica, para ajudar os estudantes na compreensão dos conteúdos, integrando a PC2 - Desenvolver e utilizar modelos, a PC4 - Analisar e interpretar dados e a PC5 - Uso do pensamento matemático e computacional.

Na aula experimental, a PC3 – Planejar e realizar investigações foi a PC que predominou, uma vez que o docente utilizou procedimentos experimentais em toda a sua aula, fazendo com que os alunos se envolvessem na atividade proposta, havendo inúmeras situações que o docente auxiliava, mediando a execução dos procedimentos. Nesta aula também foi identificada a PC1 – Fazer perguntas, uma vez que as perguntas foram importantes para inserir o problema a ser investigado, e também para possibilitar aos alunos refletir durante a realização do experimento.

Em síntese, a partir da análise de três aulas de Química, foi possível identificar indícios de Práticas Científicas, nas ações docentes. Acreditamos que, possibilitar ao professor conhecer profundamente as diferentes Práticas Científicas e, incorporá-las em seu planejamento de ensino, poderá favorecer o seu uso mais efetivo e frequente, em diferentes tipos de aulas; promovendo assim, um ensino e uma aprendizagem de Química em que o estudante assuma um papel mais ativo, contribuindo para a formação de estudantes letrados cientificamente.

A implementação das PC na sala de aula apresenta ainda grandes desafios, necessitam-se de outros estudos para a identificação de conexões nas ações dos professores e dos estudantes, em aulas de Ciências, no contexto brasileiro. A Implementação da BNCC no Ensino Médio, em muitos estados brasileiros ocorrerá a partir do ano 2022, cremos que será possível novas investigações que identifiquem as limitações e possibilidades, tanto no uso das Práticas Científicas quanto na vivência da própria BNCC.

Desta forma, é interessante que novas investigações sejam realizadas, a fim de analisar indícios de PC em diferentes configurações de ensino, com o uso de distintas metodologias e como tais práticas podem ser melhor mobilizadas em sala de aula. Mas acreditamos que para

atingir estes objetivos, primeiro os docentes devem conhecê-las e operacionalizá-las em suas aulas, por que dificilmente conseguimos fomentar um ensino a partir de uma abordagem a partir das Práticas Científicas sem que nós mesmos a conheçamos.

Referências

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (70a ed.). São Paulo.
- Bianconi, M. L., & Caruso, F. (2005). Educação não formal. *Ciência e Cultura*, 57(4), 20.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto.
- Brasil (2018). Ministério da Educação (MEC). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.
- Brasil, Ministério da Educação (MEC) (2006). *Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf.
- Brasil, Ministério da Educação (MEC) (2002). *Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN (+) Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf.
- Bybee, R. W. (1995). Achieving Scientific Literacy. *The Science Teacher*, 62(7), 28-33.
- Costa, S. L. R. (2021). *Práticas Científicas no Ensino de Ciências: Características, Compreensões e Contextos das Publicações* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.
- Deboer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601. http://web.nmsu.edu/~susanbro/eced440/docs/scientific_literacy_another_look.pdf.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Menezes, L. (2014). *A Importância da pergunta do professor*. ResearchGate, Escola Superior de Educação de Viseu. https://www.researchgate.net/publication/270050823_A_importancia_da_pergunta_do_professor/stats.
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.
- NGSS (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nora, P. D. S. (2017). *As Dimensões da Aprendizagem Científica em questões do PISA que abordam conteúdos Químicos* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.
- Nora, P. D. S., & Broietti, F. C. D. (2018). Um estudo das Práticas Científicas em questões do PISA. *Revista Electrónica De Investigación En Educación En Ciencias*, 13 (01), 1-14.
- NRC (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press. 320. <http://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>.
- NRC (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. Committee on Learning Science in Informal Environments. Washington, DC: National Academies Press. 352. <http://www.nap.edu/catalog/12190/learning-science-in-informal-environments-people-places-and-pursuits>.

- NRC (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade*. Washington, DC: The National Academies Press. <http://www.nap.edu/catalog/11625.html>.
- NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press. 272. <http://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2013). *Matriz de avaliação de Ciências. Tradução do documento: PISA 2015 Draft Science Framework*. Traduzido por Lenice Medeiros – Daeb/Inep. http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *The Association for Science Teacher Education*, 25, 177-196.
- Reis, A. A., Azevedo, E. C. A., Freguglia, J., & Ribeiro, L. S. S. (2021). BNCC e as práticas epistêmicas nos anos finais do ensino fundamental. *Revista Insignare Scientia*, 4 (3), 187-503. <https://periodicos.uuffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12143/7830>.
- Scarpa, D. L. (2015). O papel da argumentação no ensino de ciências: Lições de um Workshop. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 15-30.