



INSTITUTO FEDERAL
São Paulo
Câmpus São Paulo



ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: FENÔMENOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Juliana Helena Moreno Ventura

São Paulo (SP)

2023

Juliana Helena Moreno Ventura

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: FENÔMENOS FÍSICOS E
QUÍMICOS

Dissertação apresentada e
aprovada em 15 de setembro de
2023 como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Pedro Miranda Junior
IFSP – Câmpus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof^a. Dr^a. Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet
IFSP – Câmpus São Paulo
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Silvia Maria Leite Agostinho
USP - Universidade de São Paulo
Membro da Banca

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

v468e Ventura, Juliana Helena Moreno
Ensino de ciências por investigação: fenômenos físicos e químicos / Juliana Helena Moreno
Ventura. São Paulo: [s.n.], 2023.
100 f. il.

Orientador: Pedro Miranda Junior

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2023.

1. Ensino de Ciências . 2. Ensino de Química.
3. Ensino Por Investigação. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II.
Titulo.

CDD 510

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida e a oportunidade de conquistar os meus sonhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Miranda Junior, pela valiosa orientação para o desenvolvimento desta pesquisa e para elaboração desta dissertação, sempre com paciência e confiando em meu potencial.

Ao meu amado marido, Vinícius, pelo companheirismo e por passar noites em claro me acompanhando enquanto eu escrevia esta dissertação, sempre me dizendo para eu focar na escrita, enquanto ele cuidava dos outros afazeres, pois logo eu seria mestre.

À minha mãe, Luciana, e ao meu pai, Luis Carlos, por me apoiarem e incentivarem em minha formação, desde criança, quando eu já havia escolhido seguir a área da Química.

Ao meu avô, Armando, que me incentivou nessa jornada e que, e na companhia da minha mãe, viajaram juntos comigo para prestigiar a minha apresentação em congresso.

Aos meus colegas de mestrado, em especial à minha querida amiga Ligia, que foi minha parceira nas disciplinas e que sempre me motivou a prosseguir.

À minha querida amiga desde a graduação, que hoje também é mestre, Greice Cristina, que foi de extrema importância nessa jornada, me ajudando em diversos momentos.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, por tudo o que aprendi com cada um.

Às professoras Lucia Collet e Silvia Agostinho, integrantes da banca, que trouxeram diversas contribuições para a finalização deste trabalho.

“Até aqui nos ajudou o Senhor.”

(1 Samuel 7:12)

RESUMO

Nesta dissertação apresentamos o trabalho de mestrado intitulado “Ensino de Ciências por Investigação: Fenômenos Físicos e Químicos”, que teve por objetivo analisar potencialidades e desafios de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para o Ensino de Química, desenvolvida com um grupo de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. A pesquisa de mestrado foi desenvolvida em quatro etapas: (i) revisão bibliográfica do tema de pesquisa, (ii) desenvolvimento e aplicação da SEI; (iii) análise dos dados coletados durante a SEI; (iv) elaboração da dissertação de mestrado e do produto educacional. A SEI abrangeu diversas atividades relacionadas ao tema, com foco na resolução do problema proposto que consistiu na identificação de três compostos e de três metais armazenados em frascos não identificados. Ao longo desta pesquisa qualitativa almejou-se responder à seguinte questão de pesquisa: “Quais são as potencialidades e os desafios de uma SEI com o tema “fenômenos físicos e químicos” no ensino de química para promover a alfabetização científica de alunos do ensino fundamental?”. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de anotações no caderno de campo, produções dos estudantes, questionários e filmagens das aulas. Os dados foram analisados a partir dos pressupostos teóricos da análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin. Durante a discussão do problema de investigação da SEI, cada grupo de alunos apresentou as hipóteses para a resolução do problema proposto. Foram também realizadas discussões acerca das hipóteses e realizados experimentos para a elucidação dos problemas. No encerramento da SEI, por meio de uma roda de conversa, os alunos compartilharam os conhecimentos construídos, indicaram aspectos positivos e negativos das atividades, e apresentaram sugestões para o aprimoramento da SEI. Além disso, os alunos elaboraram cartazes para divulgar a SEI para outros professores e alunos de outras turmas da escola. As falas dos alunos durante as atividades foram gravadas e analisadas para o levantamento dos indicadores da Alfabetização Científica (AC), propostos por Lúcia Helena Sasseron. Os resultados da pesquisa evidenciaram que, inicialmente, os alunos tinham conhecimentos mais superficiais sobre o tema, apresentando definições memorizadas dos termos, mas sem estabelecer conexões entre fenômenos físicos e químicos e a realidade; porém, com o desenvolvimento das atividades da SEI, os estudantes passaram a atuar como protagonistas de sua própria aprendizagem, contribuindo para construção de conceitos. Um dos desafios encontrados durante a SEI foi a falta de laboratório e de materiais na escola para realização de experimentos, mas esse fato não impossibilitou a realização das atividades. A SEI apresentou diversas potencialidades, sendo a mais evidente a promoção da alfabetização científica dos alunos, evidenciada pelos indicadores da AC.

Palavras-chave: ensino por investigação, ensino de química, fenômenos físicos e químicos.

ABSTRACT

In this master's thesis, we present the activities developed in the work entitled "Inquiry Science Teaching: Physical and Chemical Phenomena", which aimed to analyze opportunities and challenges of an Investigative Teaching Sequence (SEI) for Chemistry Teaching, developed with a group of students in the 9th grade of Elementary School. The master's research was developed in four stages: (i) bibliographic review of the research topic, (ii) development and teaching of the SEI; (iii) data analysis during the SEI; (iv) thesis composition and educational product design. The SEI covered several activities related to the topic, focusing on solving the proposed problem, which consisted of identifying three compounds and three metals stored in unidentified vials. Throughout this qualitative research, the aim was to answer the following research question: "What are the potentialities and challenges of a SEI with the theme "physical and chemical phenomena" in the teaching of chemistry to promote the scientific literacy of elementary school students? ". Research data were collected through notes in the field notebook, student productions, questionnaires and filming of classes. Data were analyzed based on the theoretical assumptions of content analysis proposed by Laurence Bardin. During the discussion of the SEI research problem, each group of students presented hypotheses for solving the proposed problem. Discussions were also carried out on the hypotheses and experiments carried out to elucidate the problems. At the end of the SEI, through a conversation circle, the students shared the knowledge built, indicated positive and negative aspects of the activities, and made suggestions for improving the SEI. In addition, students made posters to publicize SEI to other teachers and students from other classes at school. The students' speeches during the activities were recorded and evidence for the survey of Scientific Literacy (AC) indicators, proposed by Lúcia Helena Sasseron. The survey results showed that, initially, students had more superficial knowledge on the subject, presenting memorized definitions of terms, but without establishing connections between physical and chemical specifications and reality; however, with the development of SEI activities, students began to act as protagonists of their own learning, contributing to the construction of concepts. One of the challenges encountered during the SEI was the absence of a laboratory and materials at the school to carry out experiments, but this fact did not make it impossible to carry out the activities. The SEI presented several potentialities, the most evident being the promotion of students' scientific literacy, evidenced by the CA indicators.

Keywords: investigation teaching, chemistry teaching, physical and chemical phenomena.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Número de artigos sobre EnCI publicados nos periódicos selecionados.	20
Figura 2: Regiões geográficas de origem dos trabalhos selecionados.	20
Figura 3: Número de artigos que abordam as cinco principais etapas analisadas.	25
Figura 4: Determinação dos volumes das amostras.	46
Figura 5: Pesagem das massas dos metais.	46
Figura 6: Os alunos identificaram os metais.	47
Figura 7: Número de inferências para cada categoria.	50
Figura 8: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela para identificação dos metais.	55
Figura 9: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para identificação dos metais.	56
Figura 10: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para identificação dos metais.	57
Figura 11: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela para identificação do NaHCO_3	58
Figura 12: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para identificação do NaHCO_3	59
Figura 13: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para identificação do NaHCO_3	60
Figura 14: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela sobre o teste de chamas.	61
Figura 15: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para o teste de chamas.	62
Figura 16: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para o teste de chamas.	62
Figura 17: Experimento de produção de gás carbônico realizado pelos alunos durante a divulgação da SEI.	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Indicadores da alfabetização científica segundo Sasseron (2008).	10
Quadro 2: Trabalhos selecionados para análise.	18
Quadro 3: Descritores das categorias de análise.....	21
Quadro 4: Área do conhecimento dos trabalhos analisados.	22
Quadro 5: Público-alvo dos trabalhos analisados.	23
Quadro 6: Descrição das Etapas da SEI.....	29
Quadro 7: O Questionário prévio.....	30
Quadro 8: Respostas dos alunos à questão 1.....	33
Quadro 9: Respostas dos alunos à questão 2.....	34
Quadro 10: Respostas dos alunos à questão 3.....	35
Quadro 11: Respostas dos alunos à questão 4.....	35
Quadro 12: Respostas dos alunos à questão 5.....	36
Quadro 13: Respostas dos alunos à questão 6.....	37
Quadro 14: Respostas dos alunos à questão 7.....	37
Quadro 15: Respostas dos alunos à questão 8.....	38
Quadro 16: Respostas dos alunos à questão 9.....	39
Quadro 17: As categorias de análise.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores da alfabetização científica na etapa de contextualização.	40
Tabela 2: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação dos sólidos da caixa 1.....	41
Tabela 3: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação dos metais da caixa 2.	42
Tabela 4: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio.	44
Tabela 5: Indicadores da alfabetização científica na etapa de experimentação investigativa.....	47

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	4
Objetivo Geral	4
Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO I	6
REFERÊNCIAS TEÓRICOS	6
1.1 Ensino de Química.....	6
1.2 Alfabetização Científica.....	8
1.3 O Ensino por Investigação	12
CAPÍTULO II	16
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
2.1.1 Panorama Geral.....	17
2.1.2 Categorias de Análise.....	21
Categoria – Áreas do conhecimento.....	21
Categoria – Público-alvo pesquisado	22
Categoria – Estratégias de Ensino	23
Categoria – Etapas da SEI	24
Categoria – Temáticas.....	25
CAPÍTULO III	27
METODOLOGIA.....	27
3.1 Coleta e análise de dados.....	27
3.2 Caracterização dos participantes da pesquisa	28
3.3 A Sequência de Ensino Investigativa - SEI	29
3.4 Detalhamento das Etapas da SEI	30

CAPÍTULO IV	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Questionário prévio	33
4.2 Contextualização do tema.....	39
4.3 O problema de investigação da SEI.....	41
4.4 Experimentação investigativa.....	43
4.5 Sistematização dos conhecimentos	48
4.5.1 Aplicações da química na sociedade	49
Categoria 1: Tecnologia.....	50
Categoria 2: Alimentos.....	50
Categoria 3: Saúde	51
Categoria 4: Higiene e limpeza	51
Categoria 5: Explosivos	52
4.5.2 Aplicações no cotidiano das substâncias identificadas e dos conceitos químicos abordados durante a SEI	52
4.6 Divulgação da SEI.....	54
4.7 Uma reflexão sobre a SEI	64
CAPÍTULO V	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICES.....	72

INTRODUÇÃO

Historicamente, é notável a influência que a ciência e a tecnologia exercem em toda a sociedade. Segundo Bernard e Crommelinck (1992 apud SANTOS; MORTIMER, 2000), na década de 1960 havia uma valorização exacerbada da ciência, que estabelecia que os cientistas eram capazes de solucionar todos os problemas da humanidade. Hoje em dia, a ciência não é mais vista dessa maneira, pois o ensino busca por metodologias que levem a um aprendizado significativo, estimulando o desenvolvimento de habilidades dos estudantes e mostrando que a ciência deve ser acessível para todos, não apenas para os cientistas (NUNES; ADORNI, 2010).

Com relação à aprendizagem significativa, esse conceito foi proposto em 1968, pelo psicólogo americano David Ausubel em sua obra *The Psychology of meaningful verbal learning*, na qual o autor defende a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos para a construção de novos aprendizados. Segundo Masini (2016, p.70), a “*aprendizagem significativa diz respeito à integração de novas informações em um complexo processo pelo qual, situado no tecido dos acontecimentos em suas ações, interações, retroações e determinações o aprendiz adquire conhecimento.*”.

Para a promoção da aprendizagem significativa, contudo, é necessário que os alunos se interessem pelo que está sendo estudado e, para isso, os assuntos devem ser contextualizados. Segundo a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), contextualizar os conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia é mais efetivo do que apenas exemplificar conceitos utilizando situações do cotidiano. Uma aprendizagem realmente efetiva somente pode ocorrer quando o aluno é colocado como protagonista da sua aprendizagem, aplicando os conhecimentos adquiridos a situações do cotidiano, de seus projetos de vida, trazendo questões como ambiente, saúde, energia, dentre outras (BRASIL, 2017).

Contudo, muitos alunos ainda consideram as disciplinas de Ciências distantes de sua realidade e, por isso, não apresentam interesse em estudá-las. Com relação à disciplina de Química, ainda se observa muito desinteresse por parte dos estudantes e Finger e Bedin (2019) apontam que isso pode ter relação com o

modo como os conteúdos são abordados, geralmente com aulas expositivas e descontextualizadas, o que torna o aprendizado mais difícil.

Uma estratégia que vem sendo apontada com destaque na área de Ensino de Ciências para a promoção da alfabetização científica é o ensino por investigação, no qual o aluno tem um papel ativo na construção do aprendizado. Nesse tipo de abordagem, a construção do conhecimento pode se dar por meio de uma sequência de atividades, denominada SEI (Sequência de Ensino Investigativo), que tem início na exposição de um problema, a partir do qual o aluno formulará hipóteses, fará a observação de variáveis e traçará estratégias até chegar à resolução do mesmo. Segundo Carvalho (2019, p. 9), deve-se destacar que em uma SEI:

[...] não há expectativa de que os alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm idade, nem conhecimentos específicos nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tal realização. O que se propõe é muito mais simples – queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica [...].

Pensando nisso, é notável a importância de se trabalhar, no ambiente escolar, temas que sejam importantes para a vida dos alunos, construindo conhecimentos que eles possam utilizar além dos muros da escola.

Diante desta perspectiva, nesta pesquisa desenvolvemos e analisamos uma SEI com o tema “fenômenos físicos e químicos”, possibilitando aos alunos conhecerem métodos e técnicas utilizadas em laboratório para identificação de diferentes substâncias, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, contribuindo para formação de um cidadão crítico e apto a exercer seu papel na sociedade.

Miranda, Marcondes e Suart (2015, p. 561) afirmam que “as habilidades contempladas no ensino investigativo podem auxiliar na promoção de habilidades relacionadas ao processo de Alfabetização Científica em sala de aula.”. A Alfabetização Científica nos permite compreender os fenômenos do universo em que estamos inseridos e interpretar a maneira como eles são retratados (CHASSOT, 2006).

Durante a elaboração da SEI almejou-se desenvolver de maneira satisfatória alguns conceitos de química abordados na disciplina de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental II. Segundo Eichler e Del Pino (2000), introduzir os conceitos de propriedades periódicas no início do ensino da disciplina de Química pode auxiliar os alunos a compreenderem melhor os conteúdos, pois o aprendizado torna-se mais lógico e coerente.

A partir da minha experiência no Ensino de Química, desde os estágios realizados durante a graduação da Licenciatura em Química, tanto em escolas públicas como privadas, foi notável o desinteresse dos alunos pela disciplina de Química, já que muitas vezes esta disciplina é lecionada sem nenhuma relação direta entre os conteúdos estudados e a realidade do aluno.

Tais inquietações me levaram a pensar na minha própria formação e assim elaborar um projeto de mestrado com objetivo de pesquisar em sala de aula uma abordagem de ensino diferenciada, possibilitando aos alunos atuarem como protagonistas de sua aprendizagem, através de um tema que é extremamente relevante para a introdução ao ensino de química: os fenômenos físicos e químicos.

A presente pesquisa buscou, por meio do estudo da abordagem do ensino investigativo, contribuir para a reflexão da minha prática docente e para minha formação continuada como professora de Química. Segundo Santos e Schnetzler (1996, p. 29), os professores devem:

[...] dominar o conteúdo químico para saber selecionar os conceitos mais relevantes para seus alunos, ao mesmo tempo em que devem ter uma visão crítica sobre as implicações sociais da química, para poder contextualizar os conceitos selecionados.

Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver e analisar uma sequência de ensino que utiliza conceitos sobre fenômenos físicos e químicos para resolução de um problema, a partir do ensino de ciências por investigação, permitindo que a escola cumpra com seus objetivos, dentre eles o de auxiliar os estudantes a desenvolverem habilidades, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

Como produto educacional deste mestrado profissional, elaboramos uma sequência de ensino investigativo que faz uso de conceitos sobre propriedades físicas e químicas para resolução do problema de investigação proposto aos alunos (Apêndice I). O produto tem como foco professores de Ciências ou de Química que

atuam no Ensino Fundamental II ou no Ensino Médio. Ao finalizar este trabalho, o produto educacional, a dissertação, e os demais resultados da pesquisa serão disponibilizados para que outros educadores possam utilizar em suas aulas.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: “Quais são as potencialidades e os desafios de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com o tema “fenômenos físicos e químicos” no ensino de Ciências para a promoção da alfabetização científica de alunos do Ensino Fundamental II?”.

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No capítulo 1 são discutidos os referenciais teóricos nas seguintes seções: ensino de química; alfabetização científica; e ensino por investigação. No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica sobre o tema “Ensino de Ciências por Investigação”. No capítulo 3 apresentamos a metodologia da pesquisa. No capítulo 4 são apresentados os resultados e análise dos dados coletados na SEI. E no capítulo 5 apresentamos as considerações finais.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar potencialidades e desafios de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com o tema “fenômenos físicos e químicos” no ensino de Ciências para a promoção da alfabetização científica de alunos do Ensino Fundamental II.

Objetivos Específicos

- Elaborar e aplicar uma SEI com o tema “fenômenos físicos e químicos” para uma turma de alunos do ensino fundamental II.
- Desenvolver e analisar as contribuições da SEI para promover a participação e a motivação dos alunos em sala de aula.
- Realizar a avaliação da SEI quanto aos aspectos positivos e negativos, com base nas sugestões indicadas pelos alunos participantes da pesquisa, para realizar melhorias nas próximas aulas.

- Elaborar um produto educacional que possibilite ao professor dos anos finais do ensino fundamental ou do ensino médio reflexões acerca da importância da contextualização do ensino de Ciências, com ênfase no ensino de Química.

CAPÍTULO I

REFERÊNCIAS TEÓRICOS

1.1 Ensino de Química

A química pode ser definida como a Ciência responsável pelo estudo da matéria, dos processos de transformação da matéria e da energia envolvida nesses processos. Portanto, o conhecimento químico é fundamental para a compreensão da natureza e das transformações que ocorrem no universo e está intrinsecamente ligado à história de evolução e desenvolvimento da humanidade.

Com relação ao Ensino de Química, até meados do século XX este pautava-se fundamentalmente em descrever processos da área farmacêutica e industrial. Foi a expansão tecnológica ocorrida a partir da segunda metade do século XX que tornou necessária a mudança no Ensino de Química, tanto em relação aos conteúdos quanto à metodologia (BELTRAN; CISCATO, 1991).

No Brasil, o Ministério da Educação e a Secretaria de Educação Média e Tecnológica promoveram a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) voltados para os Ensinos Fundamental e Médio. Os PCN, bem como reformas em vários países da América Latina, foram criados como propostas para reduzir as desigualdades no ensino desses países quando comparados ao ensino em países mais desenvolvidos (BRASIL, 1999).

Para o ensino de química, os PCN (BRASIL, 1999) destacam a importância de ter como objetivo:

[...] um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para a construção da cidadania, colocando em pauta, na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno.

Os PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Nacionais, afirmam ainda que a química:

[...] pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade [...]. (BRASIL, 2002, p. 87)

Apesar das propostas para a melhoria no ensino, no ambiente escolar, o desenvolvimento das aulas ainda é majoritariamente pautado em teorias, o que estimula que os alunos apenas memorizem as informações. Portanto, falta proporcionar ao aluno estímulos para que ele possa construir o seu próprio conhecimento, compreendendo a importância do que está sendo aprendido (BRASIL, 2000).

Segundo Beltran e Ciscato (1991), um dos motivos que limitam os alunos de atuar na construção de seus próprios conhecimentos é a ausência de propostas de experimentos e de atividades investigativas nas escolas. É importante que os professores valorizem a vivência dos alunos, as suas experiências cotidianas e os estimulem a compartilhá-las em sala de aula. Sasseron (2008) também destaca a importância das interações entre os alunos durante as aulas, afirmando que:

[...] é por meio da fala, das expressões corporais e da produção escrita e desenhada que os alunos demonstram suas ideias, hipóteses e opiniões, e também é por meio delas que as noções e os conceitos são construídos e explicitados (SASSERON, 2008 p. 93).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017 p. 321), afirma que as disciplinas de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental devem proporcionar aos alunos “conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica”.

Harrison (1993) destaca também que as habilidades adquiridas pelos alunos durante as aulas de ciências, como por exemplo, realizar experimentalmente a determinação de medidas, não deve ser o objetivo final do aprendizado. Essas habilidades devem ser um instrumento para que o aluno compreenda o método científico e possa tirar as suas próprias conclusões a partir de evidências. Além disso, o autor também afirma que essas práticas laboratoriais proporcionam ao aluno, além da compreensão do método científico, a oportunidade de ser um cidadão mais consciente, que valorize o método científico e as evidências experimentais, que saiba lidar com as incertezas e que saiba redigir relatórios em que os dados sejam tratados com a devida cautela.

A Química é uma área da ciência natural que surgiu há muitos anos, devido à curiosidade dos seres humanos e a busca por explicações para fenômenos,

aparentemente improváveis, observados na natureza (SILVA; HUSSEIN, 2013). Consideramos que, por sua relevância, o tema “fenômenos físicos e químicos” tem grande potencial para despertar o interesse dos alunos desde que seja devidamente explorado em sala de aula, conseqüentemente os alunos serão capazes de estabelecer relações entre o que é estudado em aula e a aplicação desses conceitos para resoluções de problemas do cotidiano

1.2 Alfabetização Científica

O termo “alfabetização científica” surgiu no ano de 1958, a partir dos estudos do pesquisador Paul Hurd que o citou em seu livro “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*”. Na língua inglesa, o termo utilizado era “*scientific literacy*” (CERATI, 2014).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a expressão “alfabetização científica” apresenta vários significados e interpretações dependendo da língua, o que é um problema para os pesquisadores ao redor do mundo. Na língua espanhola, utiliza-se o termo “*Alfabetización Científica*”, que na língua portuguesa significa alfabetização científica. Nos documentos da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), da língua inglesa para a língua portuguesa o termo “*literacy*”, que vem da expressão “*scientific and technological literacy*”, é traduzido como “cultura” e não como “alfabetização”.

Por conta da diversidade de possibilidades de traduções desse termo, aqui no Brasil também é possível encontrar trabalhos de diferentes autores e pesquisadores que utilizam esse termo por meio de diferentes expressões, como “Letramento Científico”, “Enculturação Científica” e “Alfabetização Científica” (Carvalho; Sasseron, 2011).

Analisando a expressão “Letramento Científico”, Soares (2014) propõe que o letramento se diferencia da alfabetização, pois no letramento o aluno não só compreende o código — como na alfabetização —, mas também compreende as diversas formas como ele pode ser utilizado.

A BNCC (2017) ressalta a importância do letramento científico para a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, afirmando que esta área:

[...] tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência (BRASIL, 2017, p. 273).

A expressão “Enculturação Científica” é utilizada por determinados autores que consideraram o Ensino de Ciências para além da função de ensinar conceitos científicos, possibilitando aos alunos adquirir novas ideias e valores, agregando-os a sua cultura (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A alfabetização envolve a habilidade de decodificar códigos por meio de leitura e escrita, mas o letramento é muito mais amplo, pois diz respeito a compreensão real do que está sendo lido ou escrito, bem como sobre o que o sujeito fará com esse conhecimento no âmbito social (SOARES, 2014). Os autores Santos e Mortimer (2001), também utilizam em suas produções o termo “letramento científico” por ser mais completo, pois afirmam que ser um indivíduo alfabetizado não implica, necessariamente, em compreender o que está sendo estudado.

Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) afirmam que a “alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

Para Chassot (2006), o indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele capaz de compreender a natureza, já o não alfabetizado não é capaz de fazê-lo. Quanto à expressão “Alfabetização Científica”, Chassot (2006, p. 91) considera que a ciência é uma linguagem, sendo assim: “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”. Compreender a ciência nos auxilia em nossa auto compreensão e a do ambiente em que vivemos e, por isso, também tem uma importância social.

Nesse trabalho de mestrado utilizamos o termo “alfabetização científica”, que é abordado com o intuito de propor uma proposta de ensino de ciências que tem a intenção de atingir uma educação de maior comprometimento, para além da sala de aula. Nessa abordagem, o aluno será o protagonista e será mediado pelo professor durante o processo de aprendizagem.

A alfabetização científica não tem a pretensão de formar especialistas de imediato, mas tem o objetivo de fornecer aos alunos, através das práticas abordadas em sala de aula, ao menos alguns conhecimentos científicos apropriados a cada objeto de estudo. Dessa maneira, o aluno se tornará um indivíduo capaz de tomar decisões conscientes, fundamentadas em explicações lógicas (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

A “mensuração da alfabetização científica” foi elaborada por Jon Miller (1983). O autor propôs que a definição de alfabetização científica deveria considerar três dimensões: i) a compreensão dos conteúdos de ciências, que envolvem os conceitos e termos utilizados; ii) a compreensão da natureza da ciência, abrangendo as normas e métodos científicos; e iii) a compreensão da relação da ciência com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, entendendo os impactos da ciência nessas áreas.

Sasseron (2008) afirma que a alfabetização científica é um processo de contínuas alterações, pois sempre são construídos novos conhecimentos. Ainda assim, a cada conhecimento construído é possível perceber quais habilidades estão sendo desenvolvidas pelos alunos. Para analisar a forma como essas habilidades estão sendo desenvolvidas, a autora propõe alguns indicadores, descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Indicadores da alfabetização científica segundo Sasseron (2008).

Indicador	Descrição da autora
Serição de informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar (SASSERON, 2008, p. 67).
Organização de informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas (SASSERON, 2008 p. 67).
Classificação de informações	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição <i>sine qua non</i> para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha (SASSERON, 2008 p. 67).

Raciocínio lógico	Compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto (SASSERON, 2008 p.67).
Raciocínio proporcional	Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas (SASSERON, 2008 p. 67).
Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema (SASSERON, 2008 p. 68).
Teste de hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. (SASSERON, 2008 p. 68)
Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. (SASSERON, 2008 p. 68)
Previsão	Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. (SASSERON, 2008 p. 68)
Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões (SASSERON, 2008 p. 68).

O processo de ensino investigativo deve desenvolver nos estudantes algumas habilidades inerentes ao fazer científico, visto que esta abordagem almeja que cada aluno seja o protagonista de seu próprio aprendizado. Sasseron e Carvalho (2008, p. 337-338) afirmam que:

[...] para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.

1.3O Ensino por Investigação

A partir da metade do século XX, o ensino começou a sofrer diversas alterações, acompanhando o ritmo das mudanças na sociedade. O conhecimento foi por um longo período transmitido do professor para o aluno, e este apenas reproduzia experimentos e memorizava os conteúdos a fim de conseguir resolver uma prova (CARVALHO, 2019).

Dois aspectos debatidos por pesquisadores sobre ensino de ciências contribuíram sobremaneira para discutir necessárias mudanças no processo de ensinar; um deles é que o significativo aumento na produção de conhecimento não permite mais que todos os conteúdos sejam ensinados aos alunos, é necessário selecionar quais conhecimentos o professor deve priorizar para ensinar em sala de aula; já o outro aspecto advém de estudos, realizados por pesquisadores da epistemologia - área da filosofia dedicada aos conhecimentos científicos - e da psicologia, demonstrado que os conhecimentos não são construídos apenas individualmente, mas também socialmente (CARVALHO, 2019).

Diante dessa notável necessidade de mudanças na área da educação e, a partir de muito estudo, foram surgindo novas abordagens de ensino capazes de trazer resultados satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem, sendo uma delas o ensino por investigação. A estratégia didática de ensino por investigação objetiva estimular os alunos a questionar, formular hipóteses, coletar evidências e propor explicações para o problema observado, corroborando assim para a construção de seus próprios conhecimentos (BRITO B.; BRITO L.; SALES, 2018).

É importante, inicialmente, diferenciar os termos “investigação científica” e “ensino por investigação”. Souza (2015) afirma que a investigação científica diz respeito a maneira como os cientistas compreendem e explicam o mundo natural, a partir de seus estudos. Já o Ensino por Investigação tem relação com a abordagem pedagógica adotada no ambiente escolar, sem a pretensão de formar futuros cientistas, mas com a intenção de formar cidadãos aptos a investigar e a entender a ciência como algo acessível a todos. Segundo Sasseron (2015, p. 58):

O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor.

De acordo com Borges (2010), o ensino por investigação, também chamado de *inquiry* em outros países, teve como origem pesquisas relacionadas à pedagogia construtivista do epistemólogo suíço Jean Piaget, à importância das interações e do ambiente social do psicólogo bielorrusso Lev Vygostky e às teorias da educação progressiva do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey, que traz o aluno como protagonista e sujeito ativo na construção do seu próprio aprendizado. Em seus trabalhos, Piaget destacou a importância de um problema de pesquisa para dar início à construção de um novo conhecimento e Vygostky apontou o papel do professor, fundamental nesse processo, pois será ele o responsável por elaborar atividades e questões que permitirão aos alunos atingirem o nível desejado na construção do aprendizado (BORGES, 2010).

Para Dewey (1980), as atividades investigativas no ambiente escolar permitem uma abordagem mais palpável para o ensino de ciências, pois em nosso cotidiano nós naturalmente temos a tendência de investigar, buscando propor soluções aos problemas com os quais nos deparamos. O autor afirma ainda que, em sala de aula, devem ser valorizadas também as experiências anteriores dos alunos e que eles devem ser estimulados a compartilhar seus conhecimentos prévios, mesmo que sem comprovação científica, pois esses conhecimentos serão testados e servirão como ponto de partida para a construção de conhecimentos novos.

Sobre o papel do docente na promoção de mudanças nas metodologias de ensino, almejando abordagens diferenciadas que estimulem o estudante e favoreçam o aprendizado, França (2009, p. 42) afirma que:

[...] o professor precisa conscientizar-se de que a mudança encontre-se em suas mãos, por meio de pesquisas, leituras, discussões e trocas de experiências, extrapolando a simples utilização do livro didático, como se fosse o único instrumento pedagógico.

No Brasil houve um marco na mudança das metodologias de ensino a partir da Lei 4.024/61 - Diretrizes e Bases da Educação, pois esta ressaltava a importância da formação de estudantes críticos e reflexivos, aptos para o exercício da cidadania. Porém, em 1964, iniciou-se a ditadura militar e as escolas retomaram as metodologias de ensino tradicionais, que tinham como único objetivo a formação do aluno para o mercado de trabalho (KRASILCHICK, 2000).

Nos Estados Unidos, país em que havia uma grande aceitação do ensino por investigação, também houve momentos em que foi necessário modificar a metodologia, adequando-a ao contexto da época. Foi a partir de 1970, quando a União Soviética passou por uma grave crise política e econômica, que foi precursora do final da Guerra Fria, que os Estados Unidos voltaram a utilizar a metodologia do ensino por investigação e, outros países, baseados nos referenciais construtivistas, também passaram a adotar essa metodologia (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Com relação ao Ensino de Ciências por Investigação no Brasil, as produções da professora e pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2019), principal referência na área no país, apontam os benefícios dessa metodologia para o alcance do aprendizado efetivo.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (2017), o processo de ensino por investigação nas disciplinas de ciências da natureza:

[...] deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2017, p. 274).

Carvalho (2019) também descreve as atividades que devem ser planejadas na elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e afirma que as sequências de ensino investigativas devem abranger algumas atividades básicas fundamentais, organizadas em três etapas: (i) proposição de um problema experimental ou teórico contextualizado; (ii) sistematização do conhecimento construído; (iii) contextualização do conhecimento.

O problema deve dar início a atividade investigativa, introduzindo o estudante no assunto que se almeja trabalhar e permitindo que ele pense e compreenda as variáveis que podem estar envolvidas no fenômeno em estudo.

Depois de solucionar o problema, o aluno deve passar por uma atividade para sistematizar o conhecimento que foi construído, que pode ser realizada preferencialmente a partir de um texto que relate a maneira como o problema pode ser solucionado, permitindo que os alunos discutam mais uma vez e estabeleçam comparações entre suas maneiras de resolver o problema e a maneira proposta no

texto. Segundo Sperandio (2017), a sistematização do conhecimento é muito importante, pois é a etapa em que o aluno irá:

[...] analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam os estudos, como outras situações que podem aparecer no decorrer da ação investigativa; discussão, diálogo e relato oral coletivo das opiniões baseadas nos estudos e atividades realizadas; formulação da conclusão com a roda de conversa mediada pelo professor; registro individual e realização da conceituação científica com as situações vivenciadas, podendo ser individual ou coletiva, por meio de escrita ou desenho (SPERANDIO, 2017, p.36).

Na contextualização do conhecimento é importante estabelecer relações entre o que está sendo aprendido e o cotidiano do aluno, para que o aprendizado tenha também um aspecto social. Nessa etapa, dependendo da maneira como a atividade for organizada, ela pode permitir ao estudante aprofundar os conhecimentos acerca do tema estudado (CARVALHO, 2019).

Apesar de todos os benefícios descritos na literatura sobre a abordagem do ensino por investigação, muitos professores ainda apresentam certa resistência a aderir a propostas diferenciadas em suas aulas. Borges (2002) aponta que a ausência de laboratórios e de recursos nas escolas pode ser um dos motivos que desestimula o docente a realizar atividades investigativas, fazendo com que a maioria dê preferência a metodologia de ensino tradicional, pautada na cópia dos conteúdos que serão explicados e anotados na lousa.

O laboratório de fato é um espaço importante, que contribui para o aprendizado. Segundo Laburú e Silva (2011, p. 729), o laboratório didático é um “espaço privilegiado de geração de um modo representacional que se concentra na esfera do sensível ou corporal, modalidade esta que envolve necessariamente movimentação corporal, como gestos, ações e procedimentos experimentais”. Contudo, a presença do laboratório na escola não é imprescindível, pois com o planejamento prévio do professor é possível trabalhar atividades investigativas na própria sala de aula.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresentamos a revisão bibliográfica realizada a partir da análise de artigos publicados em periódicos nacionais que discutem o uso da abordagem do ensino por investigação no Ensino de Ciências, com objetivo de analisar as potencialidades e os desafios, na percepção dos autores, desta abordagem para aprendizagem dos alunos. Escolhemos periódicos nacionais para termos uma melhor ideia de como vem ocorrendo a abordagem do tema no Brasil, já que a BNCC afirma a importância da abordagem investigativa no ensino de ciências.

Para realizar esta revisão, buscamos por artigos científicos publicados no período de 2017 a 2022 acerca do tema nos seguintes periódicos nacionais: “Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas”, “Ciência & Educação”, “Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências” e “Investigações em Ensino de Ciências”. Escolhemos essas quatro revistas por tratarem de periódicos relevantes para a área de Ensino de Ciências e por apresentarem qualificação A1 ou A2 na avaliação Qualis - CAPES para a área de Ensino, no quadriênio 2017 a 2020. As classificações A1 e A2 indicam que os periódicos apresentam elevado fator de impacto na área.

O periódico “Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas”, Qualis A2, é uma revista publicada semestralmente que tem como foco publicações na área de formação de professores e Educação em Ciências, Educação Ambiental e Matemática. A edição da revista é realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica – IEMCI – da Universidade Federal do Pará, Belém/Pará/Brasil.

O periódico “Ciência & Educação”, Qualis A1, é de responsabilidade do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), câmpus Bauru. A revista recebe artigos sobre as áreas de educação em ciências, matemática e outras áreas afins.

O periódico “Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências”, Qualis A1, é um periódico de responsabilidade do Centro de Ensino de Ciências e Matemática - CECIMIG da Faculdade de Educação da UFMG (Universidade Federal de Minas

Gerais). A revista conta ainda com o apoio de outras instituições de ensino nacionais e internacionais.

O periódico “Investigações em Ensino de Ciências”, Qualis A1, é uma revista internacional que abrange publicações na área de Ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais) e é publicado quadrimestralmente. O periódico destina-se principalmente à divulgação de trabalhos de pesquisadores da América Latina e Península Ibérica.

Utilizando o site de acesso de cada periódico, coletamos artigos que apresentaram no título ou no resumo pelo menos um dos seguintes termos: “ensino de ciências por investigação”; “ensino investigativo” e “ensino por investigação”, obtendo-se 29 trabalhos. Após leitura dos resumos, utilizamos como critério de inclusão somente trabalhos empíricos, ou seja, trabalhos que apresentaram alguma prática, publicados em língua portuguesa no período de 2017 a 2022 e que discutem o uso EnCI para o Ensino de Ciências, resultando então em 21 artigos, o corpus de dados desta revisão.

Os trabalhos selecionados foram categorizados a partir dos pressupostos teóricos da análise de conteúdo de Bardin (2011).

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Organizamos a discussão dos resultados deste trabalho em dois momentos. No primeiro momento levantamos um panorama geral das produções considerando: o número de artigos selecionados por periódico, a evolução de número de artigos por ano de publicação e as regiões geográficas do país em que foram feitas tais pesquisas. No segundo momento, as produções foram qualificadas e categorizadas, considerando: áreas do conhecimento; público alvo pesquisado; estratégias de ensino; etapas das sequências de ensino investigativo; temáticas indicativas das potencialidades do EnCI.

2.1.1 Panorama Geral

A busca por artigos foi feita diretamente nos endereços eletrônicos das revistas, utilizando os descritores citados obtendo-se 29 artigos inicialmente, dos

quais foram selecionados, segundo o critério de discussão do uso de EnCI para o Ensino de Ciências, 21 artigos, compondo o corpus de dados desta revisão.

Para organizar a análise, os artigos foram identificados com os códigos A01 a A21, seguindo a ordem alfabética dos nomes das revistas e a ordem cronológica de publicação. No Quadro 2 apresentamos os artigos selecionados para cada um dos periódicos.

Quadro 2: Trabalhos selecionados para análise.

Periódicos	Artigos Selecionados	Nº de Artigos
AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	<p>ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. V. 14, n. 29, 2018 - (A01).</p> <p>SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E.; SILVA, J. M. G. Ensino por investigação nas aulas de Matemática do curso de licenciatura em Química. V. 14, n. 31, 2018 - (A02).</p> <p>MAGALHÃES, P. P; ZULIANI, S. R. Q. A. Contribuições das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) aos Alunos de Medicina em Imersão na PBL. V. 14, n. 31, 2018 - (A03).</p>	3
Ciência & Educação (Bauru)	<p>ZÔMPERO, A. F.; FIGUEIREDO, H. R. S.; GARBIM, T. H. Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental. V. 23, 2017 – (A04).</p> <p>SILVA, M. S.; CAMPOS, C. R. P. Atividades investigativas na formação de professores de ciências: uma aula de campo na Formação Barreiras de Marataízes, ES. V. 23, 2017 – (A05).</p> <p>MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. V.23, 2017 – (A06).</p> <p>SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. Um estudo sobre as intervenções docentes em contextos de atividades investigativas no âmbito de aulas de Matemática do Ensino Superior. V. 24, 2018 – (A07).</p> <p>SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. A significação do problema didático a partir de Potenciais Problemas Significadores: análise de uma aula investigativa. V. 25, 2019 – (A08).</p>	5
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)	<p>FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas., V. 19, 2017 – (A09).</p> <p>SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Ribeiro. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. V. 20, 2018 – (A10).</p> <p>SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. V. 23, 2021 – (A11).</p>	3
Investigação	FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a	10

em Ensino de Ciências	<p>promoção da argumentação em aulas investigativas. V. 22, n. 1, 2017 – (A12).</p> <p>BATISTONI, M. et al. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. V. 22, n. 2, 2017 – (A13).</p> <p>FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Quando as crianças argumentam: a construção discursiva do uso de evidências em aulas investigativas de ciências. V. 22, n. 3, 2017 – (A14).</p> <p>BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao sol. V. 24, n. 1, 2019 – (A15).</p> <p>LAGO, L.; ORTEGA, J. L.; MATTOS, C. A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua. V. 24, n. 1, 2019 – (A16).</p> <p>MORAES, V. R. A.; TAZIRI, J. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. V. 24, n. 2, 2019 – (A17).</p> <p>SIQUEIRA, H. C. C.; MALHEIRO, J. M. S. Interações sociais e autonomia moral em atividades investigativas desenvolvidas em um clube de ciências. V. 25, n. 2, 2020 – (A18).</p> <p>FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. R. Atividades investigativas baseadas em TICE: um estudo dos domínios social, afetivo e cognitivo de crianças e jovens a partir dos fundamentos essenciais da argumentação no contexto da educação científica. V. 25, n. 2, 2020 – (A19).</p> <p>FLORENTINO, C. P. A.; MIRANDA JUNIOR, P. Adulteração do leite: uma proposta investigativa vivenciada por um grupo de estudantes surdos na perspectiva bilíngue. V. 25, n. 3, 2020 – (A20).</p> <p>SANTANA, U. S.; SEDANO, L. Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. V. 26, n. 2, 2021 – (A21).</p>	
-----------------------	---	--

No Quadro 2 observamos que o periódico em que foi encontrado maior número de artigos, segundo os critérios estabelecidos, foi a revista *Investigação em Ensino de Ciências*, com um total de 10 trabalhos, quase 50% dos trabalhos selecionados. Vale destacar que esta revista tem como foco a publicação de trabalhos relacionados à pesquisa na área de ensino/aprendizagem de ciências.

A partir do quantitativo obtido, notamos o reduzido número de trabalhos publicados de natureza empírica sobre o EnCI, de acordo com os critérios definidos para busca e seleção dos artigos. Na Figura 1, no decorrer do período examinado, observamos uma tendência de queda no número de publicações de trabalhos com esta temática, sendo encontrados sete artigos no ano de 2017 e nenhum no ano de 2022.

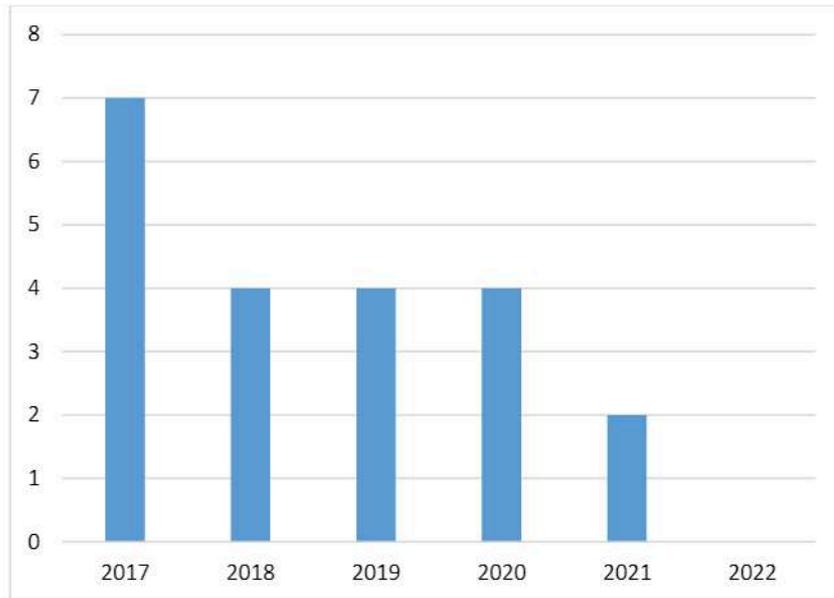


Figura 1: Número de artigos sobre EnCI publicados nos periódicos selecionados.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao quantitativo de trabalhos empíricos encontrados, 21 artigos que discutem a abordagem EnCI, consideramos um número reduzido quando comparado ao número total de artigos publicados nos quatro periódicos selecionados nos anos de 2017 a 2022. Esse resultado aponta necessidade de maior incentivo à publicação de trabalhos empíricos com esta temática, dada a relevância do tema e dos periódicos para área de Ensino de Ciências.

Para levantar as regiões geográficas do Brasil em que foram realizadas as pesquisas descritas nos artigos, consideramos as instituições vinculadas somente ao primeiro autor do trabalho (Figura 2).

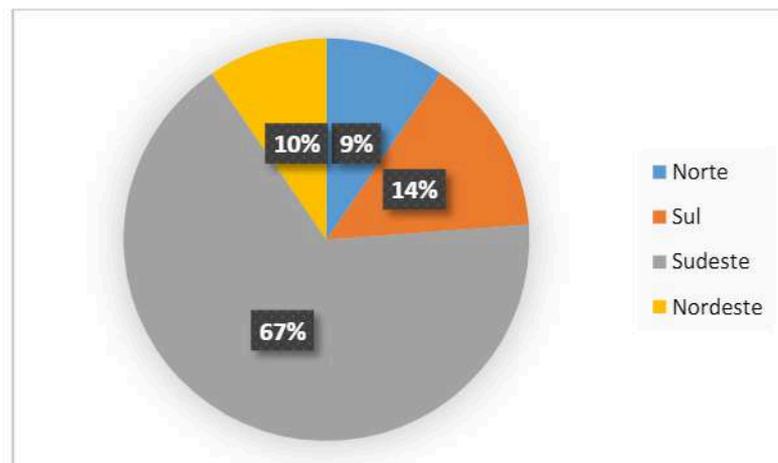


Figura 2: Regiões geográficas de origem dos trabalhos selecionados.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 2 notamos que a região sudeste foi a que mais apresentou trabalhos na área, seguida pelas regiões sul, nordeste e norte. Esse dado provavelmente se deve ao fato de que na região sudeste estão localizadas Universidades e Instituições de Ensino Superior que desenvolvem pesquisas na área de Ensino de Ciências há certo tempo.

2.1.2 Categorias de Análise

Para propor as categorias, realizamos a leitura dos 21 trabalhos na íntegra, buscando por similitudes em suas abordagens, das quais emergiram cinco categorias, descritas no Quadro 3.

Quadro 3: Descritores das categorias de análise.

Categorias	Descritores
Áreas de conhecimento	Nesta categoria, são descritas as áreas específicas do conhecimento abordadas nos trabalhos (Ciências, Biologia, Física, Química ou Multidisciplinar).
Público-alvo pesquisado	Esta categoria apresenta o público-alvo da pesquisa, considerando alunos da educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior.
Estratégias de ensino	Nesta categoria são discutidas as estratégias de ensino utilizadas pelos autores, tais como sequências de ensino investigativo; práticas investigativas; propostas didáticas, dentre outras.
Etapas da SEI	Nesta categoria, utilizada somente para trabalhos que tem como foco o desenvolvimento e análise de Sequências de Ensino Investigativas (SEI), buscamos pelas principais etapas descritas pelos autores, tais como: proposição de um problema; levantamento de hipóteses, contextualização, dentre outras.
Temáticas	Nessa categoria buscamos analisar nos trabalhos reflexões teórico-metodológicas indicativas das potencialidades do ensino por investigação nas temáticas: alfabetização científica; argumentação; habilidades cognitivas e interações discursivas.

Categoria – Áreas do conhecimento

Nesta categoria analisamos as áreas da ciência abordadas pelos autores. Podemos observar a partir dessa análise que foram diversas as áreas do conhecimento trabalhadas a partir da abordagem do EnCI: Ciências (Ensino Fundamental), Química, Física, Biologia, Bioquímica e Multidisciplinar (Ensino Médio ou Ensino Superior) (Quadro 4). Esses dados reforçam a ideia de que o EnCI é uma

abordagem que apresenta diversas potencialidades para o processo de ensino e aprendizagem e que pode ser trabalhada em diferentes áreas do conhecimento.

Quadro 4: Área do conhecimento dos trabalhos analisados.

Área do conhecimento	Trabalhos
Ciências	A01, A04, A06, A08, A09, A11, A14, A15, A16, A17, A18, A19 e A21.
Química	A10 e A20.
Física	A12.
Biologia	A13.
Bioquímica	A03.
Multidisciplinar	A02, A05 e A07.

A área do conhecimento com maior frequência de trabalhos foi Ciências, correspondendo a cerca de 60% dos trabalhos analisados. A abordagem do EnCInesses 13 trabalhos foi desenvolvida com alunos adolescentes ou crianças do Ensino Fundamental. Em seguida, a área do conhecimento de maior destaque foi a Multidisciplinar, abordagens realizadas com estudantes adultos, envolvendo diferentes disciplinas como: matemática, química e geologia.

A disciplina de Ciências das séries do Ensino Fundamental é a base para o entendimento das disciplinas de Química, Física e Biologia. Brito e Fireman (2016) destacam que trabalhar com atividades investigativas desde o Ensino Fundamental permite que o aluno desenvolva habilidades que serão utilizadas durante toda a sua vida, com a ampliação de seus conhecimentos e de sua leitura sobre o mundo.

Categoria – Público-alvo pesquisado

Encontramos nos trabalhos analisados atividades investigativas trabalhadas em diferentes níveis de ensino, desde o Ensino Fundamental até a Pós-Graduação, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Público-alvo dos trabalhos analisados.

Público-alvo	Trabalhos
Ensino Fundamental	A01, A04, A06, A08, A09, A11, A14, A15, A16, A17, A18, A19 e A21.
Ensino Médio	A10, A12, A13 e A20.
Graduação	A02, A03 e A07.
Pós-graduação	A05.

O maior público-alvo da abordagem EnCI nas publicações analisadas foram os alunos de Ensino Fundamental, correspondendo a 13 trabalhos, os mesmos trabalhos que tinham como Ciências a área específica do conhecimento. Foram contemplados também os alunos de Ensino Médio, em quatro trabalhos, os alunos de Graduação, em três trabalhos, e um trabalho envolvendo alunos de Pós-Graduação.

Dentre os trabalhos analisados, foi possível perceber também que nem todos os autores puderam contar com a disponibilidade de um laboratório de ciências para realizar as atividades investigativas, principalmente aqueles que fizeram propostas voltadas para alunos da Educação Básica em escolas públicas. Contudo, a falta de laboratório não impediu a realização das atividades, deixando mais evidente que o laboratório não é imprescindível para a abordagem do EnCI, conforme afirma Sasseron (2015, p. 58):

O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor.

Categoria – Estratégias de Ensino

Nesta categoria foram descritas as principais estratégias de ensino apresentadas pelos autores dos trabalhos. Essas estratégias estavam presentes em atividades com diferentes denominações, com destaque para: “atividades investigativas”, “sequências didáticas” e “sequências de ensino investigativas”. Em todos os trabalhos, os autores tinham como proposta de pesquisa a análise de atividades investigativas que levavam os alunos a propor e testar hipóteses para

solucionar um problema. As principais atividades utilizadas nessas abordagens foram aulas dialogadas e experimentação. Geralmente a parte expositiva acontecia somente ao final, no fechamento das atividades, com a fala do professor.

Destacamos que, em cerca de 80% dos trabalhos analisados, o principal referencial teórico citado pelos autores foi a autora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2013) que utiliza o termo “Sequência de Ensino Investigativa” em suas publicações.

Categoria – Etapas da SEI

Nesta categoria foram descritas as principais etapas apresentadas pelos autores durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Ressaltamos que nem todos os autores dos trabalhos detalharam as etapas da SEI; no entanto, para discorrer sobre os objetivos dessas etapas, a maioria traz como referências as autoras Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron, importantes pesquisadoras na área de Ensino por Investigação no Brasil.

Em relação aos trabalhos realizados com alunos da Educação Básica, verificamos 4 etapas comuns nesses 17 artigos, sendo elas: apresentação e discussão do problema de investigação; levantamento de hipóteses pelos alunos; experimentação (real ou simulada) para testar as hipóteses; e sistematização dos conhecimentos a partir de uma conversa entre o professor e a turma.

Além dessas etapas, quatro desses trabalhos iniciaram a SEI com a aplicação de um questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. A figura 3 apresenta um gráfico destacando as etapas descritas.



Figura 3: Número de artigos que abordam as cinco principais etapas analisadas.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Categoria – Temáticas

As principais temáticas descritas como objetivos de aprendizado nos trabalhos analisados foram: alfabetização científica, argumentação, habilidades cognitivas e interações discursivas. As mais recorrentes foram a argumentação, destacada em cerca de 30% dos trabalhos (A02, A09, A12, A13, A14 e A19) e a alfabetização científica, em aproximadamente 15% dos trabalhos (A05, A06 e A21).

Com relação à argumentação no Ensino de Ciências, Sasseron (2015, p. 59) destaca a importância de se desenvolver essa habilidade a partir do EnCI, e afirma que esse conceito está associado ao compartilhamento de conhecimentos e ideias e que argumentar:

permitiria evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições. Sob essa perspectiva, ainda que a argumentação explicita pontos de vista divergentes, isso implica e resulta em processos de percepção das divergências e na busca de uma visão convergente, mesmo que provisória e sujeita a novas contraposições.

Já sobre a alfabetização científica, o autor Jon Miller (1983), pela chamada “mensuração da alfabetização científica”, aponta que esta deveria abranger três dimensões: i) a compreensão dos conteúdos de ciências, seus conceitos e termos; ii) a compreensão da natureza da ciência, suas normas e métodos científicos; e iii) a compreensão da relação da ciência com a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Para Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), o EnCI é uma ferramenta que tem grande potencial de desenvolver a alfabetização científica nos estudantes, permitindo que este adquira a “capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

A abordagem EnCI também é apontada em três dos trabalhos analisados e também por diversos autores da literatura como estratégia eficiente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Segundo Zômpero, Gonçalves e Laburú (2017, p. 420), quando relacionadas às atividades investigativas, as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes possibilitam ao mesmo “a capacidade de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar.”.

Em três outros trabalhos analisados, os autores discutem sobre a relevância do EnCI para a promoção de interações discursivas entre os estudantes. Em relação a essa temática, Sasseron (2013, p. 42) afirma que:

É por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados. Ocasões como as que se passam em conversas entre pares e reuniões científicas são momentos ímpares no que diz respeito à troca de ideias e fundamentação do que se pretende enunciar

Nessa perspectiva, Sasseron (2013) destaca ainda que o professor é um mediador essencial nesse processo, pois as discussões devem estar focadas no conhecimento científico, e os alunos, por ainda não terem maturidade, poderiam desviar suas atenções e tornar a discussão algo banal.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho de mestrado apresenta caráter predominantemente qualitativo, porém em alguns momentos alguns dados serão quantificados. A pesquisa qualitativa teve sua origem na Antropologia e ocorreu de forma natural, pois os pesquisadores da época perceberam que não havia como quantificar todos os dados sobre a vida dos povos de maneira objetiva e, por isso, era necessária uma abordagem mais abrangente e que considerasse outras variáveis (TRIVIÑOS, 1987).

Lüdke e André (1986) destacam algumas características essenciais para que uma pesquisa possa ser considerada qualitativa:

- a) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- b) Os dados coletados são predominantemente descritivos;
- c) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- d) O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador;
- e) A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 44).

3.1 Coleta e análise de dados

A coleta de dados desta pesquisa baseou-se em três instrumentos: anotações em caderno de campo da pesquisadora; gravações dos diálogos durante as atividades da SEI; e as produções dos estudantes.

A principal fonte de dados de uma pesquisa qualitativa deve ser o ambiente natural e o instrumento mais importante é o próprio investigador, pois mesmo que sejam utilizados equipamentos para auxiliá-lo, é o pesquisador quem revisará os dados coletados (BOGDAN E BIKLEN, 1994).

Os dados foram analisados à luz dos referenciais teóricos do Ensino por Investigação e alguns deles foram categorizados a partir da técnica da Análise do Conteúdo de Bardin (2011).

A análise de conteúdo é utilizada em diversas áreas, mas segundo Bardin (2011), esse método se iniciou nos Estados Unidos, com o objetivo de analisar as comunicações. Segundo Bardin (2011, p.37) a análise de conteúdo é “um conjunto

de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados”.

Bardin (2011, p.95) indica três etapas para se realizar a análise de conteúdo:

- I) A pré-análise: etapa em que deve ser definido o objetivo, a escolha e leitura dos documentos e a preparação do material de análise.
- II) A exploração do material: etapa em que serão definidas as categorias de análise de acordo com as características dos documentos.
- III) O tratamento dos dados, as conclusões e a interpretação: etapa em que serão destacados os resultados da pesquisa e as conclusões do pesquisador.

No método da análise de conteúdo podem ser criadas categorias a priori, durante a leitura flutuante dos materiais, e podem ser criadas novas categorias a posteriori, após a realização de uma análise mais detalhada dos materiais. A análise de conteúdo deve ser feita com muita cautela, a fim de atingir dois objetivos muito importantes: a “superação da incerteza”, garantindo que a mensagem foi lida e interpretada de maneira correta e imparcial pelo pesquisador, e o “enriquecimento da leitura”, em que o pesquisador, a partir da leitura minuciosa dos materiais, poderá validar ou rescindir suas hipóteses (BARDIN, 2011).

Os momentos de fala dos alunos durante as atividades também foram analisados para o levantamento dos indicadores da AC, propostos por Sasseron (2008).

3.2 Caracterização dos participantes da pesquisa

A SEI analisada nesta pesquisa foi aplicada em um colégio da rede privada, localizado no bairro Tucuruvi, região norte de São Paulo. O colégio presta atendimento das 7h00 às 18h00 e tem turmas do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano) e do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano). A escola não apresenta laboratório de Ciências, mas adere ao sistema de sala ambiente, no qual cada professor tem a possibilidade de adequar a sua sala de acordo com a sua disciplina e os alunos fazem a troca de sala conforme a aula que terão.

A turma escolhida para participar da SEI foi a do 9º ano do Ensino Fundamental II, esta escolha deve-se ao fato de que a turma já teve um contato inicial com alguns conteúdos da Química durante as aulas de Ciências. Por se tratar

de uma instituição privada, as salas apresentam um número reduzido de alunos, sendo a turma participante da pesquisa composta inicialmente por sete alunos, sendo dois meninos e cinco meninas com idades entre 13 e 14 anos. Ao longo da SEI um novo aluno, na mesma faixa etária, entrou na turma e também participou das etapas finais junto aos demais alunos. Além de permitir aos alunos a participação em uma aula diferenciada, a SEI pôde estimular o interesse dos mesmos, que se tornaram sujeitos ativos durante as atividades.

A professora responsável pela turma e pela aplicação das etapas da SEI é a própria pesquisadora, graduada em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de São Paulo. A professora leciona as disciplinas da área de Ciências há 3 anos.

Os conceitos da disciplina de química abordados durante a SEI foram: fenômenos físicos, fenômenos químicos, propriedades da matéria, saltos quânticos e reações químicas.

As atividades da SEI só tiveram início após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP com parecer de número 46632021.1.0000.5473. Antes do início da intervenção didática, os alunos da turma foram convidados a participar da pesquisa de forma voluntária, e todos aceitaram o convite. Nesse momento, todos os alunos receberam o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) para assinatura de seus pais ou responsáveis.

3.3 A Sequência de Ensino Investigativa – SEI

A realização da SEI demandou seis etapas, com um total de 8 aulas de 50 minutos cada e as etapas são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6: Descrição das Etapas da SEI.

Etapas	Descrição
I – Questionário prévio (1 aula)	Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da temática.
II – Contextualização do tema (1 aula)	A turma foi organizada em uma roda de conversa para discussão de um texto sobre a criação do elemento de número atômico 119.
III – O problema de Investigação	Para resolução do problema, os alunos apresentaram hipóteses e em seguida discutiram em dupla suas hipóteses. Para planejar o experimento para realizar os testes de suas hipóteses os alunos

(2 aulas)	consultaram a internet.
IV – Experimentação investigativa (1 aula)	Em duplas, os alunos realizaram o experimento investigativo para discutir as hipóteses levantadas anteriormente.
V – Sistematização do conhecimento (1 aula)	Nessa etapa foi realizado um fechamento das atividades, mediado pelo professor.
VI – Divulgação da SEI (2 aulas)	Para divulgação da atividade investigativa da SEI na Escola, as duplas de alunos elaboraram cartazes para exposição nos corredores da escola.

3.4 Detalhamento das Etapas da SEI

I - Questionário prévio

Na primeira aula foi realizada uma apresentação do projeto à turma e, após a apresentação, foi entregue a cada aluno um questionário (Quadro 7) para ser respondido individualmente, com o objetivo de levantar seus conhecimentos prévios acerca do tema.

Quadro 7: O Questionário prévio.

<ol style="list-style-type: none"> 1. O que são fenômenos físicos? Exemplifique. 2. O que são fenômenos químicos? Exemplifique 3. O que são propriedades gerais e específicas da matéria? 4. Dê um exemplo de uma propriedade geral da matéria. 5. Dê um exemplo de uma propriedade específica da matéria. 6. Onde os elementos químicos são encontrados? 7. Como os elementos químicos são representados? Dê três exemplos. 8. Indique a composição química de um alimento ou bebida que você consome diariamente, como também de um objeto que você utiliza no seu dia a dia. 9. Qual é a importância da Química para a sociedade?

II - Contextualização do tema

Na segunda aula, a turma recebeu um texto para a leitura com o seguinte título: “Ununênio, o novo elemento químico que cientistas japoneses tentam criar”¹. Após a leitura individual, foi realizada uma roda de conversa para discutir sobre a criação do elemento químico de número atômico 119. Os alunos também responderam ao seguinte questionamento: “Se um novo elemento químico for criado, será que suas propriedades serão parecidas com as de algum(uns) outro(s) elemento(s)? Qual(is)?”.

III - O problema de investigação da SEI

Foi apresentado aos alunos o seguinte problema:

Considere que você está trabalhando em um laboratório e encontrou duas caixas: uma com três frascos de substâncias aparentemente semelhantes e a outra com três cilindros de metal. Pelas informações na primeira caixa, você sabe que uma das amostras se trata de cloreto de sódio (NaCl), a outra de cloreto de cálcio (CaCl₂) e a última de bicarbonato de sódio (NaHCO₃), mas não sabe qual frasco contém cada substância. Você deseja identificar o conteúdo de cada frasco para colocar o rótulo adequado, mas não pode experimentar as substâncias, pois não sabe se há a presença de algum contaminante. Na segunda caixa existe a indicação de que um dos cilindros contém o metal chumbo (Pb), outro cilindro contém alumínio (Al) e o último contém cobre (Cu), mas você não sabe se esses metais estão puros ou fazendo parte de uma liga metálica.

Como você faria para descobrir a identidade de cada uma das substâncias encontradas na primeira caixa? E como faria para identificar a composição de cada um dos cilindros encontrados na segunda caixa e determinar se cada um dos metais está puro ou fazendo parte de uma liga metálica?

Após a apresentação do problema, cada aluno, individualmente, elaborou hipóteses para solucioná-lo. Após propor suas hipóteses, os alunos tiveram um tempo para se reunirem em duplas e discutirem suas hipóteses e quais experimentos poderiam realizar para testá-las. Nesta etapa os alunos puderam acessar a internet para buscar por páginas que os auxiliassem na realização dos experimentos.

¹ Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42654101>

A professora comunicou à turma que o planejamento do experimento poderia ser formulado durante a semana. Comentou que cada dupla deveria apresentar os experimentos para resolver o problema proposto com a devida justificativa.

IV – Experimentação investigativa

Os alunos da turma, agrupados em duas duplas e um trio, apresentaram os planejamentos de seus experimentos para testar suas hipóteses. A professora discutiu com a turma as três propostas em que cada aluno pode opinar sobre as hipóteses levantadas pelos outros.

Após a discussão e com a orientação da professora os alunos chegaram a um consenso e decidiram os experimentos que realizariam para identificar as substâncias.

V – Sistematização do conhecimento

Essa foi a etapa em que a professora fez o fechamento da atividade, retomando todos os conteúdos que foram trabalhados e também ouvindo as dúvidas e sugestões dos alunos.

VI – Divulgação da SEI

Cada grupo elaborou um cartaz com o objetivo de divulgar aos demais alunos da escola o que aprenderam durante a SEI e a importância da química e dos elementos químicos para nossas vidas.

Os cartazes foram expostos nos corredores da escola para que os demais alunos e professores da escola também pudessem observar. Em um determinado dia, os alunos apresentaram seus cartazes e anotaram as observações de alguns colegas e professores que visitaram a exposição.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentadas a análise dos resultados e as discussões sobre os conhecimentos desenvolvidos em cada etapa. Serão relatados os indicadores da alfabetização científica (Sasseron, 2008) identificados durante as falas dos alunos e também as categorias de análise criadas segundo os pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011).

4.1 Questionário prévio

Pela análise dos questionários prévios foi possível perceber que os alunos tinham uma ideia “decorada” das definições de fenômenos físicos e fenômenos químicos, sendo os físicos aqueles em que não há formação de substâncias novas e os químicos aqueles em que ocorre formação de substâncias novas. Porém, na prática eles não sabiam diferenciar em situações do cotidiano quais fenômenos seriam físicos e quais seriam químicos.

As respostas à questão 1 (O que são fenômenos físicos? Exemplifique.) são apresentadas no Quadro 8. Foram atribuídos nomes fictícios aos alunos para preservar a identidade de cada um.

Quadro 8: Respostas dos alunos à questão 1.

Alunos	Respostas
Gabriela	Quando não há ocorrência de nova substância. Exemplo: a mudança de estado físico da matéria – água.
Jéssica	É toda alteração na estrutura física da matéria, como a forma e o tamanho.
João	No fenômeno físico não há formação de substâncias novas. Exemplo: a água congelando.
Leticia	Não há formação de novas substâncias. Como, por exemplo, o derretimento do gelo.
Lucas	Fenômeno físico é toda e qualquer ocorrência física observada relativa à matéria, a energia ou ao espaço e tempo.
Manuela	Fenômenos físicos são fenômenos que não alteram o elemento, como água fervendo e gelo derretendo.

Melissa	Os fenômenos físicos não transformam a natureza da matéria, as substâncias continuam as mesmas apenas mudam de estado.
---------	--

Todos os alunos apresentaram uma definição do que são fenômenos físicos, sendo que quatro alunos apresentaram como exemplo deste tipo de fenômeno as mudanças de estados físicos da água e três alunos não apresentaram exemplos. A aluna Manuela apresentou o termo “elemento” com o sentido de “substância”. Nas atividades posteriores a aluna pôde compreender as diferenças entre esses dois termos, pois foram apresentados os elementos químicos constituintes de cada uma das substâncias em análise.

O Quadro 9 apresenta as respostas dos alunos à questão 2 (O que são fenômenos químicos? Exemplifique).

Quadro 9: Respostas dos alunos à questão 2.

Alunos	Respostas
Gabriela	Quando há ocorrência de novas substâncias. Após a combustão de um fósforo.
Jéssica	Uma mudança na composição de uma substância.
João	Há formação de uma nova substância.
Leticia	Há formação de novas substâncias. Podemos evidenciar com a mudança de cor, liberação de gás, mudança de cheiro.
Lucas	Fenômeno químico é uma mudança na composição de uma substância, muda cor, cheiro.
Manuela	Fenômenos químicos alteram e formam um produto. Têm liberação de gás, mudança de temperatura.
Melissa	Os fenômenos químicos alteram a composição da matéria, ou seja, transformam determinadas substâncias em outras.

Todos os alunos souberam definir fenômenos químicos, mas apenas a aluna Gabriela apresentou um exemplo desse tipo de fenômeno. Três alunos apresentaram algumas evidências de transformações químicas, mas não apresentaram sequer um exemplo de reação em que se possa observá-las.

O Quadro 10 apresenta as respostas dos alunos à questão 3 (O que são propriedades gerais e específicas da matéria?).

Quadro 10: Respostas dos alunos à questão 3.

Alunos	Respostas
Gabriela	As propriedades gerais são características observadas em qualquer corpo e as específicas são exclusivas de determinada matéria.
Jéssica	As gerais são características observadas em qualquer corpo, independente da substância de que é feito e as específicas são exclusivas de cada matéria.
João	As propriedades gerais toda matéria pode ter e as específicas só alguns materiais têm.
Leticia	As gerais são comuns a qualquer tipo de matéria, independente do que ela é feita e as específicas são exclusivas de determinada matéria.
Lucas	A matéria tem propriedades gerais observadas em qualquer corpo e as específicas que são um conjunto de propriedades particulares de cada matéria pura.
Manuela	As propriedades gerais são comuns a qualquer tipo de matéria, independente de substância de que ela é feita e as específicas são características exclusivamente de determinadas matérias.
Melissa	As propriedades gerais da matéria são comuns a qualquer tipo de matéria e as propriedades específicas permitem distinguir uma substância da outra.

Todos os alunos apresentaram definições corretas para os termos propriedades gerais e específicas da matéria. É possível observar que alguns alunos utilizaram expressões muito semelhantes em suas respostas, o que pode indicar que eles já tinham visto essas definições anteriormente.

O Quadro 11 apresenta as respostas dos alunos à questão 4 (Dê um exemplo de propriedade geral da matéria).

Quadro 11: Respostas dos alunos à questão 4.

Alunos	Respostas
Gabriela	Inércia
Jéssica	Massa
João	Massa
Leticia	Massa
Lucas	Inércia

Manuela	Massa
Melissa	Volume

Todos os alunos apresentaram exemplos que se enquadram corretamente como propriedades gerais, sendo que quatro alunos se recordaram da massa como exemplo.

O Quadro 12 apresenta as respostas dos alunos à questão 5 (Dê um exemplo de propriedade específica da matéria).

Quadro 12: Respostas dos alunos à questão 5.

Alunos	Respostas
Gabriela	Densidade
Jéssica	(a aluna não apresentou exemplo)
João	Densidade
Letícia	Densidade
Lucas	Densidade
Manuela	Densidade
Melissa	Sabor

A aluna Jéssica, apesar de ter apresentado a definição de propriedade específica da matéria na questão 3, não apresentou nenhum exemplo. Esse fato pode indicar que a aluna memorizou a definição, mas não compreendeu o conceito.

Os demais alunos apresentaram como exemplo propriedades que enquadram como específicas. Com exceção da aluna Melissa, que apresentou como exemplo a propriedade do sabor, todos os demais apresentaram como exemplo a densidade.

O Quadro 13 apresenta as respostas dos alunos à questão 6 (Onde os elementos químicos são encontrados?).

Quadro 13: Respostas dos alunos à questão 6.

Alunos	Respostas
Gabriela	São obtidos na natureza ou em laboratório.
Jéssica	São obtidos através de elementos maiores.
João	São obtidos da natureza e dos alimentos.
Letícia	Muitos elementos são obtidos através dos alimentos e da água.
Lucas	Os elementos são obtidos pela natureza ou laboratório.
Manuela	Os elementos diferentes são obtidos na mistura de dois elementos formando um produto.
Melissa	Os elementos são obtidos por suas características e informações misturadas, formando-se um novo elemento.

A partir das respostas foi possível perceber que os alunos não sabiam ao certo qual é a origem dos elementos químicos. Três alunos demonstraram ter uma ideia de que existem elementos naturais e elementos artificiais ao responderem que existem elementos obtidos da natureza e outros obtidos em laboratório.

O Quadro 14 apresenta as respostas dos alunos à questão 7 (Como os elementos químicos são representados? Dê três exemplos).

Quadro 14: Respostas dos alunos à questão 7.

Alunos	Respostas
Gabriela	Os elementos são representados por letras na Tabela Periódica. Exemplos: C (carbono), H (hidrogênio) e O (oxigênio).
Jéssica	Pelas letras da Tabela Periódica. Exemplos: Na (sódio), Cl (cloro) e H (hidrogênio).
João	Por letras. Exemplos: Na (sódio), Cl (cloro) e O (oxigênio).
Letícia	Os elementos podem ser representados por letras: Exemplos: K (potássio), Cl (cloro) e H (hidrogênio).
Lucas	Os elementos são representados por letras. Exemplo: Na (sódio), Cl (cloro) e H (hidrogênio).
Manuela	Os elementos são representados por letras. Exemplo: Na (sódio), Cl (cloro) e H (hidrogênio).
Melissa	Os elementos são representados por letras. Exemplo: Na (sódio), Cl (cloro) e H (hidrogênio).

Todos os alunos demonstraram conhecer a representação gráfica dos símbolos dos elementos químicos, sendo que a maioria apresentou como exemplos os símbolos do sódio (Na), cloro (Cl) e hidrogênio (H).

Essa predominância nas representações desses elementos pode estar associada ao fato de que a professora já havia iniciado a abordagem dos conteúdos de ligações químicas com a turma e havia trabalhado a formação do composto cloreto de sódio (NaCl) a partir das ligações iônicas. Além disso, a professora já havia discutido com a turma o fato de que, apesar de o hidrogênio (H) estar representado na primeira família da Tabela Periódica, ele não se comporta como um metal.

O Quadro 15 apresenta as respostas dos alunos à questão 8 (Indique a composição química de um alimento ou bebida que você consome diariamente, como também de um objeto que você utiliza no seu dia a dia).

Quadro 15: Respostas dos alunos à questão 8.

Alunos	Respostas
Gabriela	Alimento ou bebida: sal (NaCl). Objeto: grafite (C).
Jéssica	Alimento ou bebida: água (H ₂ O). Objeto: -----
João	Alimento ou bebida: água (H ₂ O). Objeto: -----
Leticia	Alimento ou bebida: água (H ₂ O). Objeto: lápis (C)
Lucas	Alimento ou bebida: água (H ₂ O) e refrigerante. Objeto: -----
Manuela	Alimento ou bebida: água (H ₂ O) e cloreto de sódio (NaCl). Objeto: lápis (C).
Melissa	Alimento ou bebida: cloreto de sódio (NaCl). Objeto: Grafite (C).

Todos os alunos apresentaram a fórmula química indicando a composição de pelo menos uma bebida ou alimento que consumia, sendo os exemplos mais citados a água e o cloreto de sódio.

Com relação à composição dos objetos, três alunos não souberam apresentar nenhum exemplo, e todos os demais se referiram ao carbono, encontrado no grafite, talvez por fazer parte de seus materiais escolares.

O Quadro 16 apresenta as respostas dos alunos à questão 9 (Qual é a importância da Química para a sociedade?).

Quadro 16: Respostas dos alunos à questão 9.

Alunos	Respostas
Gabriela	Para os avanços da tecnologia e sociedade. Para conseguir realizar novas pesquisas.
Jéssica	É importante para a tecnologia.
João	Para a tecnologia.
Letícia	Para os avanços tecnológicos.
Lucas	Para o avanço tecnológico e da humanidade.
Manuela	A química é importante para tudo. Para a evolução da humanidade.
Melissa	A química nos ajuda a compreender como um experimento funciona e a entendê-lo.

Com relação à importância da Química, todos os alunos demonstraram acreditar que esta ciência é importante em alguma área, sendo a mais destacada, a sua importância para os avanços tecnológicos.

4.2 Contextualização do tema

Na Etapa II, os alunos leram e discutiram o texto intitulado “*Ununênio, o novo elemento químico que cientistas japoneses tentam criar*”. Esse texto foi escolhido pela pesquisadora para a contextualização do tema, pois a turma já havia tido algumas aulas de introdução aos estudos da Tabela Periódica e, a partir dessa temática, seria possível discutir algumas das propriedades dos elementos.

O debate foi muito interessante, pois possibilitou aos alunos refletir sobre como um novo elemento químico pode ser criado e qual aplicação ele poderia ter. Destacamos a seguir, na Tabela 1, um trecho do diálogo ocorrido em sala, bem como os indicadores da alfabetização científica encontrados em algumas falas:

Tabela 1: Indicadores da alfabetização científica na etapa de contextualização.

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Lucas	Se ele vai inaugurar a oitava linha, ele vai ser um gás nobre.	Levantamento de hipótese
Professora	Vamos pensar na tabela periódica! Os gases nobres estão todos na oitava linha da tabela periódica?	
Lucas	Ah não, na oitava família né?	Levantamento de hipótese
Professora	Isso mesmo! E se ele vai inaugurar a oitava linha, é por que essa linha ainda não existe, né? Quantas linhas, os chamados "períodos", tem a tabela periódica até o momento?	
Manuela	Sete! Mas como assim professora? Eu não entendi por que ele não é um gás.	
Professora	Vamos olhar a tabela periódica. Olhem para os períodos! Em qual família estaria esse elemento quando surgisse o primeiro elemento do oitavo período da tabela?	
João	Ah! Na primeira família né gente! Poxa, é isso né professora?	Levantamento de hipótese
Professora	Exatamente, João! Agora me digam, se esse novo elemento estará na primeira família, quais serão suas propriedades?	
Gabriela	Seria um metal, prô? Porque a família 1 é a família dos metais alcalinos.	Justificativa
Melissa	Ah, agora eu entendi!	
Professora	Então para que esse elemento poderia ser utilizado?	
Lucas	Para fazer alguma tecnologia, para conduzir eletricidade.	Explicação

A partir desse texto foi possível retomar a ideia de propriedades dos materiais e discutir sobre as propriedades dos metais como, por exemplo, são bons condutores de calor e eletricidade, tendo em vista que por sua posição na tabela periódica, o elemento de número atômico 119 será um metal alcalino. Além disso, foi possível discutir a questão da alta instabilidade desse elemento, pelo fato de ser um elemento transurânico.

4.3 O problema de investigação da SEI

A partir das hipóteses elaboradas pelos alunos para solucionar o problema proposto nesta etapa foi possível perceber que eles realmente realizaram pesquisas na tentativa de solucionar o problema.

Para as substâncias da primeira caixa, a maioria dos alunos propôs a realização de uma reação química para identificar o bicarbonato de sódio dos demais e, para diferenciar o cloreto de sódio do cloreto de cálcio os alunos propuseram a realização do teste de chama.

É importante ressaltar que a professora da turma já havia introduzido o assunto de modelos atômicos e saltos quânticos relacionados ao teste de chama, no entanto não tinha abordado reações químicas. O levantamento de hipóteses assertivas, que é um dos indicadores da AC propostos por Sasseron, como ocorrido nesta etapa é um indicativo de que a aprendizagem por meio de problemas é promissora, pois contribui para construção de conceitos. Segundo Santos e Galembeck (2018, p. 884),

[...] as hipóteses elaboradas pelos alunos, quando ancoradas em propostas investigativas reais, problemas motivadores e encaminhamentos metodológicos condizentes, possuem um potencial ímpar na construção e reconstrução do pensamento e na elaboração mental de respostas, justificativas e conceitos que se aproximam das teorias formuladas cientificamente.

Na Tabela 2 a seguir estão destacadas algumas falas deste momento e os indicadores da AC.

Tabela 2: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação dos sólidos da caixa 1.

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Manuela	Professora, eu já sei como achar o bicarbonato e esse eu nem precisei pesquisar. É só jogar vinagre igual a gente faz em casa que vai ferver.	Levantamento de hipóteses
Professora	Será que vai ferver? Você está aquecendo?	
Manuela	É verdade né, fervendo não, mas vai sair umas bolhas porque vira um gás.	Explicação
Professora:	Vamos fazer os testes e verificar essa hipótese então.	

Para identificar os metais da segunda caixa, todos os alunos propuseram como primeira hipótese, que seria possível realizar a identificação dos pontos de fusão e de ebulição de cada metal e como segunda hipótese, que seria possível identifica-los a partir dos cálculos das densidades. Após um diálogo entre a turma e a professora, todos concordaram que seria inviável determinar experimentalmente as temperaturas de fusão e de ebulição de cada material em sala de aula, conseqüente optaram por testar a segunda hipótese.

Na Tabela 3 estão destacadas algumas falas deste momento, bem como os indicadores da alfabetização científica:

Tabela 3: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação dos metais da caixa 2.

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Gabriela	Ah professora, pelo que a gente viu, dá para saber pelo ponto de fusão e de ebulição.	Levantamento de hipóteses
Professora	Então todos chegaram a essa hipótese. E vocês acham que tem alguma outra forma de identificar esses metais?	
Melissa	Acho que dá para achar a densidade.	Levantamento de hipóteses
Professora:	Então vamos pensar nas duas hipóteses. Vocês anotaram as temperaturas de fusão dos metais?	
Gabriela	A gente anotou professora. A do chumbo é 327,5, a do cobre é 1085 e a do alumínio é 660,3.	Seriação de informações
Professora	Vocês acham que a gente consegue atingir essas temperaturas no forno da cozinha aqui da escola?	
Lucas	“Tá doido!” Dá não, prô! Mais de 1000 graus! Isso tem que ser naqueles fornos “monstros” de laboratório.	Explicação
Gabriela	É melhor ver pela densidade mesmo, que aí não vai precisar esquentar nada.	Justificativa

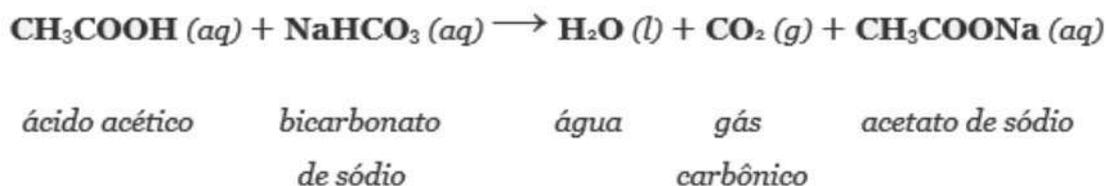
Após discussão das propostas, mediada pela professora, apesar de todos os alunos terem apresentado a determinação das temperaturas de fusão e de ebulição como um método eficaz para a identificação de substâncias, todos concordaram que não seria possível realizar esse procedimento em sala de aula, visto que seria

inviável aquecer as substâncias a temperaturas tão elevadas. Portanto, os alunos decidiram realizar os experimentos para a determinação das densidades.

4.4 Experimentação investigativa

4.4.1 A primeira caixa

Para identificação do bicarbonato de sódio, os alunos adicionaram, separadamente, um pouco de cada uma das três amostras em três tubos de ensaio contendo cerca de 3 mL de vinagre. O tubo que liberou gás foi aquele que continha o bicarbonato de sódio devido à formação de gás carbônico (CO_2), como mostrado na reação representada na Equação 1.



Equação 1: Reação entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio

Para diferenciar o cloreto de sódio do cloreto de cálcio, a professora realizou um teste de chama com os alunos. Para isso, a professora preparou uma solução de cada substância em álcool 70%, colocou um pouco de cada uma das soluções em um vidro de relógio diferente e em seguida acendeu a chama de cada solução, aproximando um fósforo aceso. A partir do experimento foi possível retomar os conceitos estudados sobre modelos atômicos e como as contribuições de Bohr nos permitem compreender os saltos quânticos. Sob a supervisão da professora, os alunos testaram os dois sais, dissolvendo cada um deles com um pouco de etanol no interior de um borrifador de água. Ao borrifar uma das soluções na chama de uma lamparina, a chama ficou com coloração amarela, identificando assim o NaCl. Ao testar a outra solução, a chama apresentou coloração vermelho-alaranjado, identificando o CaCl_2 .

Durante o teste de chamas, os alunos foram questionados pela professora sobre qual das amostras apresentava a coloração mais próxima àquela verificada quando a mistura de água com sal entra em contato com a chama do fogão, fato comum de acontecer quando aquecemos água com sal até ebulição durante a

preparação de alimentos na cozinha de nossas casas. Todos os alunos concluíram que a chama de coloração amarela tratava-se do cloreto de sódio. Na Tabela 4 estão destacadas algumas falas deste momento, assim como os indicadores da alfabetização científica:

Tabela 4: Indicadores da alfabetização científica durante o levantamento de hipóteses para a identificação do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio.

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Professora	Apenas pela cor, vocês conseguem identificar qual das soluções contém o cloreto de sódio?	
Melissa	Eu acho que é a amarela.	Levantamento de hipótese
Gabriela	Eu não sei, mas acho que é isso mesmo. E é a vermelha que tem cálcio.	Levantamento de hipótese
Professora	Quando vocês observam alguém preparando um arroz, na casa de vocês, e cai um pouco da água do cozimento na chama do fogão, qual é a cor que aparece?	
Lucas	Amarelo!	
Professora	E o que tem naquela água do cozimento do arroz?	
Gabriela	Ah, o sal! Então a que tem sal é a amarela.	Justificativa
Professora	Qual sal é o da solução amarela?	
Manuela	O cloreto de sódio, que é o sal de cozinha.	Explicação

4.4.2 A segunda caixa

Para a identificação dos metais contidos na segunda caixa, após descartarem a hipótese da determinação das temperaturas de fusão e ebulição, os alunos propuseram então determinar a densidade, pois sabiam que não seria necessário utilizar uma fonte de calor, mas não sabiam ao certo como realizar o experimento. Alguns dos alunos tinham dificuldade em como medir o volume das amostras. A professora comentou que eles poderiam utilizar conhecimentos da matemática e também poderiam determinar o volume utilizando equipamentos de laboratório.

Nesse momento a professora questionou os alunos sobre como medir o volume de um cilindro. Um dos alunos respondeu que o volume é calculado a partir

da área da base multiplicada pela altura. Nesse momento a professora auxiliou os alunos na medida e no cálculo, e juntos perceberam que os três cilindros tinham iguais volumes.

Em seguida, a professora explicou outra forma de determinar o volume, por diferença de volumes de água contidos em uma proveta, antes e após a imersão da amostra. Cada dupla de alunos então determinou o volume de uma das amostras, de acordo com a imagem da Figura 4, e todos os cilindros metálicos apresentaram o volume de 24 cm^3 .

Após o cálculo dos volumes, os alunos determinaram a massa de cada um dos metais e observaram que todos apresentaram massas diferentes. A massa dos metais foi determinada utilizando-se uma balança simples de uso culinário (Figura 5).

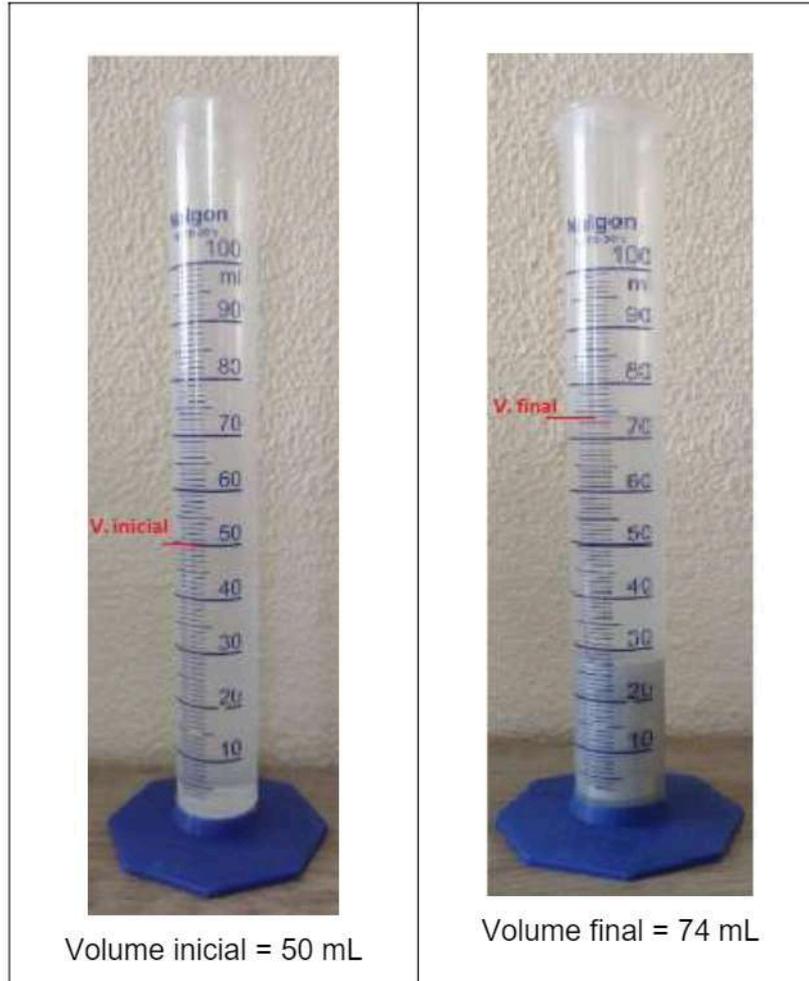


Figura 4: Determinação dos volumes das amostras.
(foi adicionado um corante à água para melhor visualização)
Fonte: A autora



Figura 5: Pesagem das massas dos metais.
Fonte: A autora

Por fim, os alunos realizaram os cálculos da densidade de cada um dos metais e compararam com a tabela de densidades apresentada pela professora. O único metal que apresentou uma densidade diferente da apresentada na tabela era o suposto cilindro de cobre. Todos os alunos afirmaram que o cilindro de alumínio era o de densidade $2,7\text{g/cm}^3$, o cilindro de chumbo era o de densidade $11,3\text{g/cm}^3$ e que o suposto cilindro de cobre até poderia apresentar certa quantidade de cobre, mas na verdade não estava puro, pois apresentava densidade de $9,1\text{g/cm}^3$ e a densidade do cobre puro é de $8,96\text{g/cm}^3$ (Figura 6).

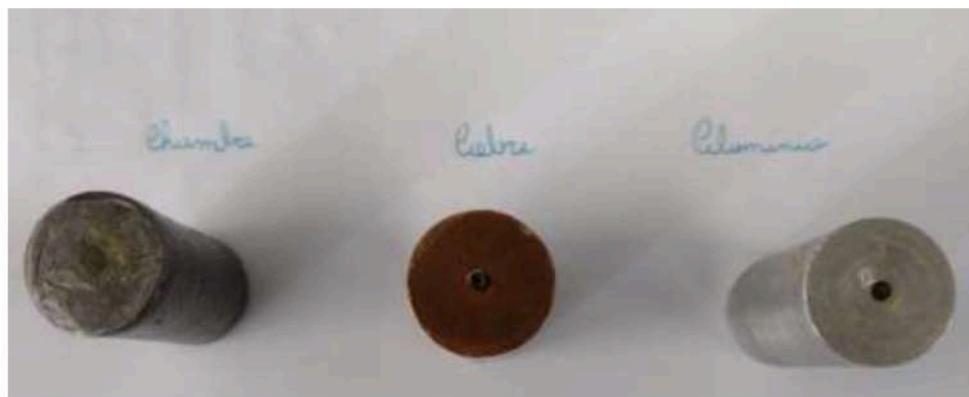


Figura 6: Os alunos identificaram os metais.

Fonte: A autora

Na Tabela 5, apresentamos um trecho da discussão sobre os dados obtidos de densidade e os indicadores da alfabetização científica nas falas dos estudantes.

Tabela 5: Indicadores da alfabetização científica na etapa de experimentação investigativa.

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Jéssica	Prô, então olhando aqui na tabela dá para saber qual é o alumínio, que tá aqui que a densidade é 2,7, e qual é o chumbo, que é 11,3.	Explicação
Professora	E o cobre?	
Gabriela	O cobre eu acho que não tá puro.	Levantamento de hipótese
Professora:	Todos concordam? (todos os alunos afirmam que sim)	
Lucas	Eu acho que sim, prô! Porque a densidade que a gente achou não tem na tabela, mas tá bem perto da do cobre, então ele deve estar misturado com alguma coisa.	Justificativa

Professora	Exatamente pessoal! Se o cobre estivesse puro, chegaríamos a densidade tabelada em nossos cálculos.	
------------	---	--

4.5 Sistematização dos conhecimentos

Nesta etapa da SEI, a professora e os alunos fizeram uma roda de conversa para discutir e sistematizar os conhecimentos construídos durante as atividades. No início a professora perguntou aos alunos se eles gostaram da proposta e pediu para que falassem sobre alguns de seus aprendizados durante as aulas. Todos os alunos afirmaram ter gostado da proposta e ter aprimorado seus conhecimentos a partir dos experimentos, aprendendo como é possível identificar diferentes substâncias a partir de reações químicas e também realizar cálculos a partir de dados experimentais para determinação da densidade de metais, sendo que tais conceitos eles só haviam estudado de forma teórica.

A seguir estão destacadas algumas falas deste momento:

Professora: Me falem um pouco do que vocês acharam da nossa atividade!

Gabriela: Eu achei bem legal! Eu não sabia que dava para achar o volume com água.

Melissa: E eu também só tinha ouvido falar da densidade, mas não sabia que dava para a gente calcular assim.

Lucas: E eu já ia falar que *aquele* metal era o cobre só por causa da cor. Eu não ia saber que estava misturado se não soubesse a densidade.

Durante esta etapa foi realizada a sistematização de alguns conceitos científicos extremamente importantes. Para conceituar **fenômenos químicos**, os alunos citaram a observação de formação de novas substâncias a partir da reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre; para **fenômenos físicos**, citaram a determinação da temperatura de fusão dos metais durante um eventual aquecimento, indicando que apesar das alterações em suas formas, eles ainda manteriam as suas propriedades. Além disso, foi possível retomar os assuntos de **modelos atômicos**, enfatizando o modelo proposto por Bohr e o conceito de **saltos quânticos**, fenômeno observado durante o teste de chama.

Ainda durante a roda de conversa, a professora incentivou os alunos para discussão de dois aspectos: (i) aplicações da química na sociedade e (ii) aplicações no cotidiano das substâncias identificadas e dos conceitos químicos abordados durante a SEI.

4.5.1 Aplicações da química na sociedade

Em relação às aplicações da química na sociedade, cada aluno apresentou diversos exemplos, que agrupamos em cinco categorias de análise, descritas no Quadro 17.

Quadro 17: As categorias de análise.

Categorias	Descritores
Tecnologia	Nesta categoria foram agrupados os exemplos que fazem menção ao uso da química para aplicações tecnológicas.
Alimentos	Estão incluídas nesta categoria as citações dos alunos que fazem menção à química na compreensão das propriedades das substâncias constituintes dos alimentos.
Saúde	Esta categoria abrange as citações de alunos que fizeram menção à importância da química em alguma área da saúde como, por exemplo, a indústria farmacêutica.
Higiene e Limpeza	Nesta categoria foram agrupadas as citações de alunos que fizeram menção à relação da química com a produção de produtos de higiene e limpeza.
Explosivos	Nesta categoria foram agrupados os exemplos que fazem menção do uso da química para fabricação de explosivos utilizados em guerras.

Na Figura 7 são apresentadas as inferências para cada categoria, de acordo com os exemplos citados pelos alunos.

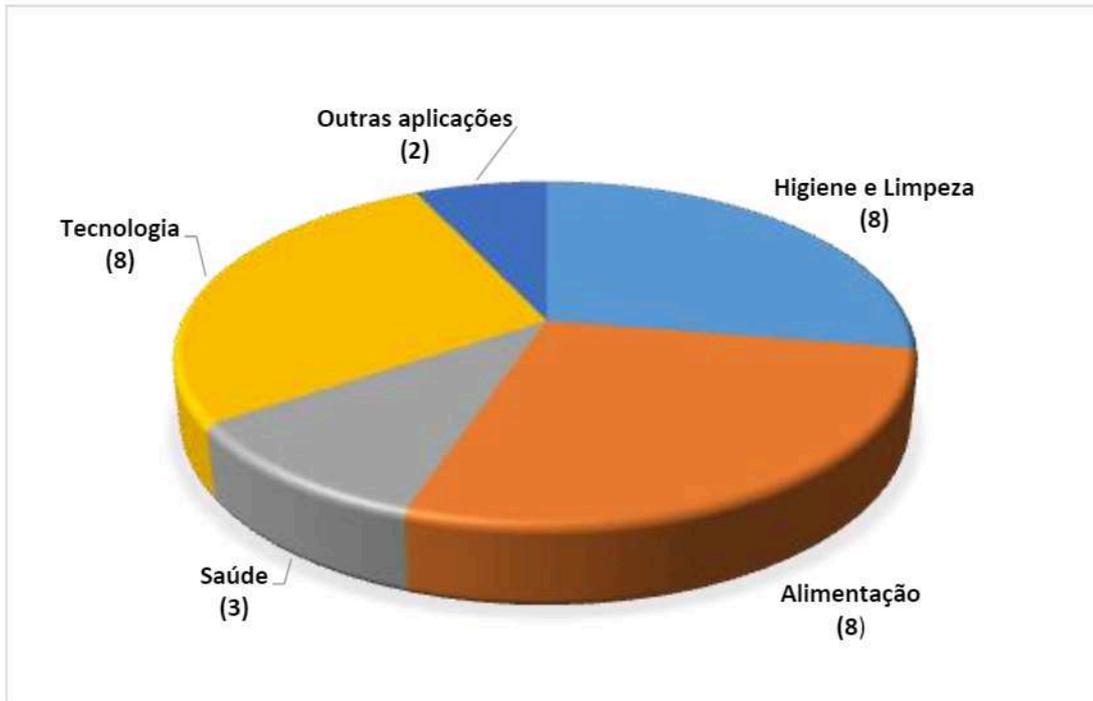


Figura 7: Número de inferências para cada categoria.

Fonte: A autora

Categoria 1: Tecnologia

O uso da química para aplicações em tecnologia foi evidenciado por oito alunos, como observamos no exemplo citado:

Se eu pudesse, criaria um novo elemento químico, porque pode ajudar na tecnologia. Dá para fazer um celular ou um computador mais potente, por exemplo. (João)

A aplicação da química na sociedade é essencial em diversas áreas, tais como: metalurgia, indústria cerâmica, fabricação de vidros, tintas e pigmentos, medicamentos, dentre outras. Notamos, desde as respostas ao questionário inicial, a percepção dos alunos sobre a importância da química na tecnologia.

Categoria 2: Alimentos

O uso da química para produção de alimentos foi citado por oito alunos, como observamos no exemplo a seguir:

Eu lembro que o sal que a gente usa de tempero é o cloreto de sódio. A gente viu que é feito de ligação iônica. (Manuela).

A partir do estudo dos alimentos é possível desenvolver um ensino de química contextualizado e mais interessante para os alunos, pois esse assunto permite a compreensão da composição química dos alimentos, bem como a percepção de que os hábitos alimentares podem refletir diretamente na saúde das pessoas. :

A partir das falas dos alunos foi possível perceber que todos compreenderam a importância dos elementos e ligações químicas para a constituição dos alimentos.

Categoria 3: Saúde

O uso da química para a área da saúde foi evidenciado em três alunos, como observamos no exemplo a seguir:

A indústria farmacêutica também utiliza substâncias químicas para produzir os remédios. (Gabriela).

Desde seus primórdios, a Química tem um papel de extrema importância para a área de saúde pública e qualidade de vida da população. Nesse contexto, seu estudo se aplica às questões de três aspectos essenciais: alimentação e controle de qualidade dos alimentos, higiene e saneamento básico e, por fim, aos tratamentos médicos e produção de medicamentos. Na análise das falas dos alunos foi possível perceber que alguns compreenderam a importância da química para a produção de medicamentos e também para as demais áreas associadas à saúde.

Categoria 4: Higiene e limpeza

O uso da química para higiene e limpeza foi evidenciado por oito alunos, como observamos no exemplo citado:

A gente faz essa mistura para limpar a casa (referindo-se ao bicarbonato de sódio e ao vinagre). Fica tudo bem limpinho! (Jéssica).

No que diz respeito a esta área, a química também apresenta inegável contribuição, pois está presente na produção de produtos de higiene, como xampus, sabonetes, desodorantes, dentre outros; de limpeza, como detergentes, sabões e

desinfetantes e também no saneamento básico como, por exemplo, nos processos físicos e químicos empregados nas estações de tratamento da água.

Todos os alunos reconheceram a importância da aplicação da química na área de higiene e limpeza, muitos deles destacaram o uso de misturas de diferentes produtos para limpeza de casa.

Categoria 5: Explosivos

O uso da química na fabricação de explosivos utilizados em guerras foi evidenciado em dois alunos, como observamos no exemplo a seguir:

Dá até para usar essas substâncias e fazer uma explosão. Tem país que faz isso na guerra né. (Lucas).

O uso da química em situações de guerra está relacionado ao uso do conhecimento desta área para produção de armas químicas e de explosivos. Há mais de dois mil anos existem registros da utilização de substâncias químicas em guerras. Podem-se considerar armas químicas quaisquer substâncias químicas que, por serem tóxicas ao organismo, podem ferir e incapacitar as pessoas, ou até mesmo levar à morte dos adversários de combate.

Os demais alunos não fizeram menção imediata ao uso da química em situações de guerra, mas afirmaram concordar com os outros dois alunos ao ouvirem seus pontos de vista.

4.5.2 Aplicações no cotidiano das substâncias identificadas e dos conceitos químicos abordados durante a SEI

Em relação a essa segunda parte do debate, os alunos, sob a mediação da professora, apresentaram diversas aplicações no cotidiano das substâncias identificadas nos experimentos, como também discutiram sobre a importância dos conceitos químicos abordados durante a SEI para compreensão dos fenômenos da natureza e das propriedades relevantes para identificação dos materiais.

O estudo dos fenômenos físicos e químicos é de extrema importância e permite uma abordagem contextualizada dos conteúdos, já que esses fenômenos podem ser observados por nós diariamente. A abordagem desse tema pode tornar o

aluno capaz de reconhecer, descrever e explicar os fenômenos com embasamento científico.

Os conceitos abordados durante a SEI permitiram aos alunos compreender um conceito que todos haviam memorizado, mas que não percebiam ter aplicações tão presentes em suas vidas.

Com relação à identificação das substâncias da primeira caixa, os alunos já conheciam a aplicação do cloreto de sódio, conhecido como sal de cozinha comum, pelo fato deste estar presente diariamente na alimentação. Esta substância há muito tempo é empregada na conservação de alimentos, mas, além disso, o seu consumo, em doses adequadas, é fundamental, pois o sódio é responsável por diversas funções em nosso organismo, como regular a atividade cardíaca e prevenir o cansaço, pois fornece energia.

Além disso, os alunos também já conheciam a substância bicarbonato de sódio e sabiam que esta poderia ser aplicada, por exemplo, na higiene e limpeza. Alguns alunos citaram também que os dentistas utilizam essa substância nos procedimentos de higienização dental.

O cloreto de cálcio não era uma substância conhecida por nenhum dos alunos, mas a professora mostrou aos alunos um antimoho, produto comprado no supermercado, que apresenta composição exclusivamente de cloreto de cálcio. Além disso, essa substância também é aplicada em alguns alimentos, como frutas e legumes, pois promove melhoria em suas texturas.

A identificação dos metais da segunda caixa foi muito relevante, pois esses materiais têm vasta aplicação em nosso cotidiano por suas propriedades. Todos os alunos comentaram que os metais têm diversas aplicações e que são observadas no seu cotidiano. Os exemplos citados foram desde os colares e anéis (uma das alunas usava um anel de prata no momento da fala), até aplicações em equipamentos tecnológicos, como os celulares.

Registros históricos mostram que o cobre foi um dos primeiros metais utilizados pelo homem e que permitiu grandes avanços tecnológicos na sociedade, sendo hoje em dia amplamente utilizado em cabos da rede elétrica, por exemplo. Por suas propriedades como resistência, ductilidade e maleabilidade, foi muito utilizado associado a outros metais, principalmente o estanho, em proporções de

90% de cobre para 10% de estanho, na chamada Era do Bronze. O bronze era utilizado para a confecção de artefatos para autodefesa, como lanças e espadas, e também para a confecção de produtos artesanais, como vasos e esculturas.

O alumínio, um dos metais identificados na atividade experimental, é utilizado, por exemplo, na fabricação de latinhas de refrigerantes e de outras bebidas e também na rede de transmissão de energia. Apesar de não ser um dos melhores condutores de eletricidade, fatores como seu peso mais leve e resistência dos cabos, além de seu custo mais baixo quando comparado a outros materiais, faz com que o alumínio seja uma alternativa viável e muito utilizada para a transmissão de energia.

O uso do chumbo também vem de longas datas, contudo por ser um metal pesado, é um material que exige atenção. Uma das aplicações do chumbo é na fabricação de lâminas para a constituição de barreiras para a proteção contra a exposição à radiação e aos raios-X.

4.6 Divulgação da SEI

Para divulgação das atividades da SEI para os demais alunos e professores da escola, os alunos participantes da pesquisa se reuniram em grupos e produziram alguns desenhos sobre a SEI para expor no mural da escola. Os grupos tiveram liberdade para retratar a SEI da maneira que achassem melhor, destacando as etapas e os aprendizados que mais acharam interessantes.

Nas Figuras 8, 9 e 10 estão representados os desenhos sobre o experimento da determinação da densidade das amostras metálicas contidas na segunda caixa.



Figura 8: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela para identificação dos metais.

Fonte: Acervo da autora

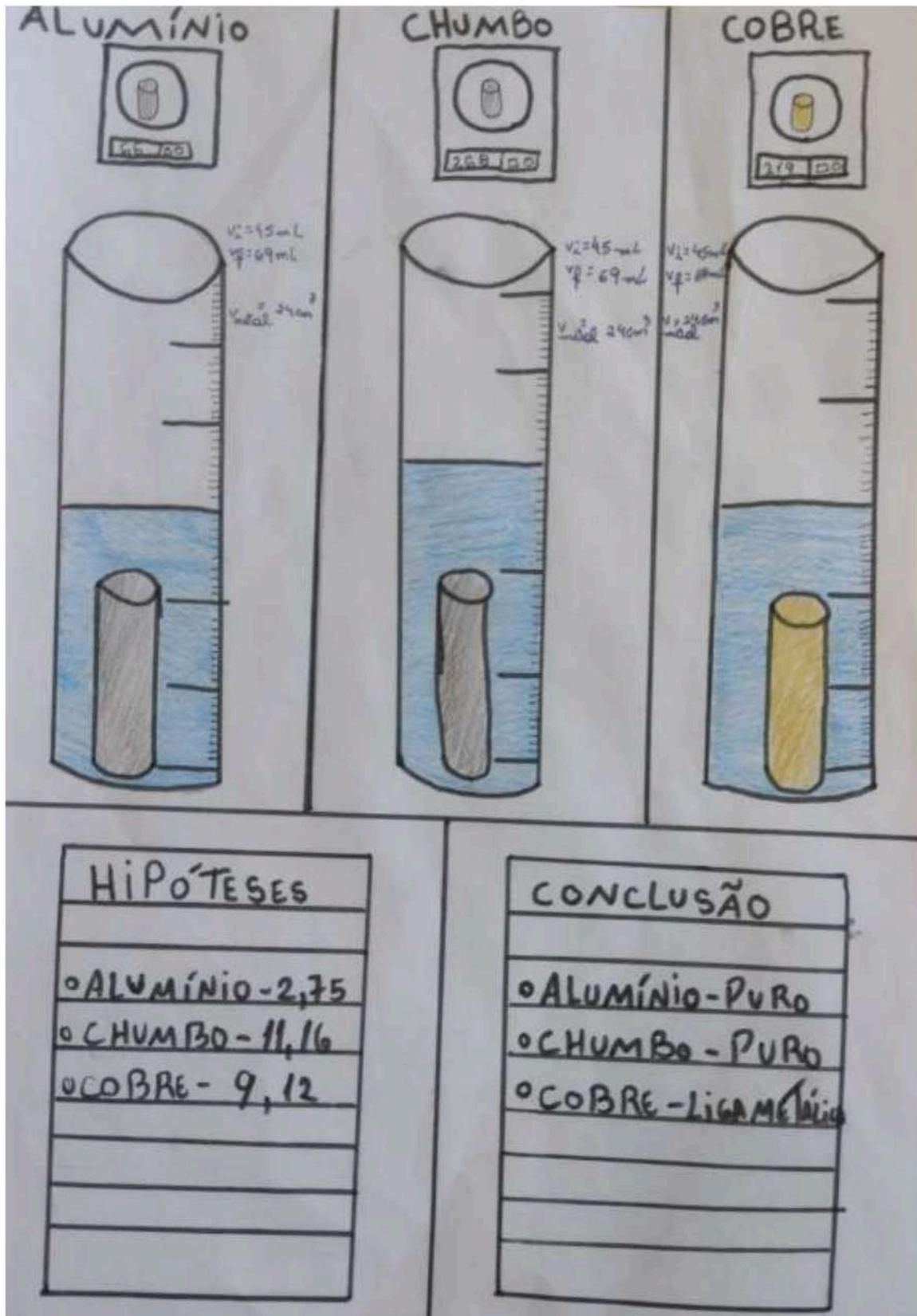


Figura 9: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para identificação dos metais.

Fonte: Acervo da autora

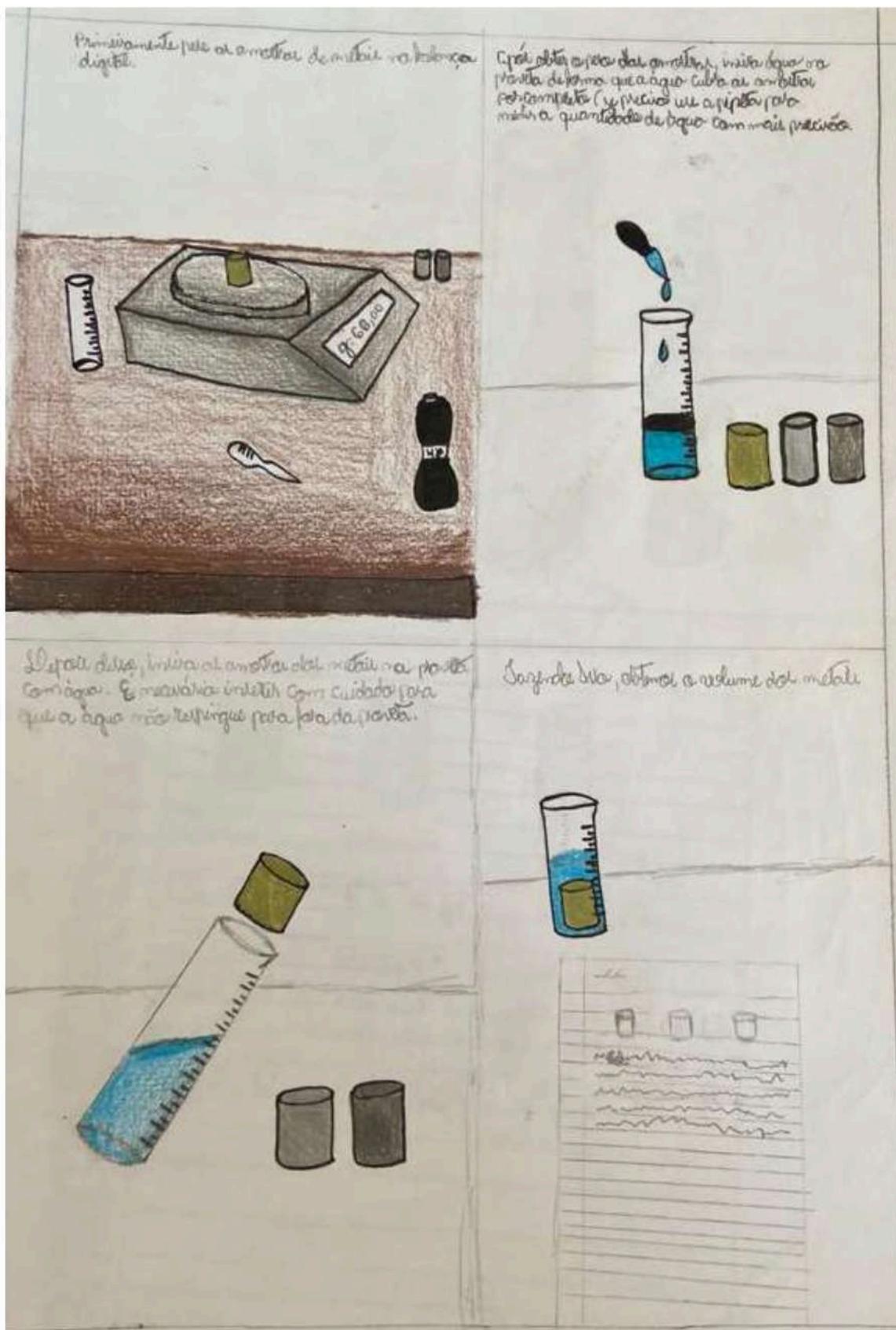


Figura 10: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para identificação dos metais.

Fonte: Acervo da autora

Em seus desenhos, todos os alunos representaram como foi realizada a determinação da densidade dos metais. Todos eles representaram a pesagem de

cada metal, bem como o cálculo do volume de cada um, a partir da utilização da proveta e do deslocamento da água.

Nas Figuras 11, 12 e 13 são representados os desenhos do experimento para identificação do bicarbonato de sódio.

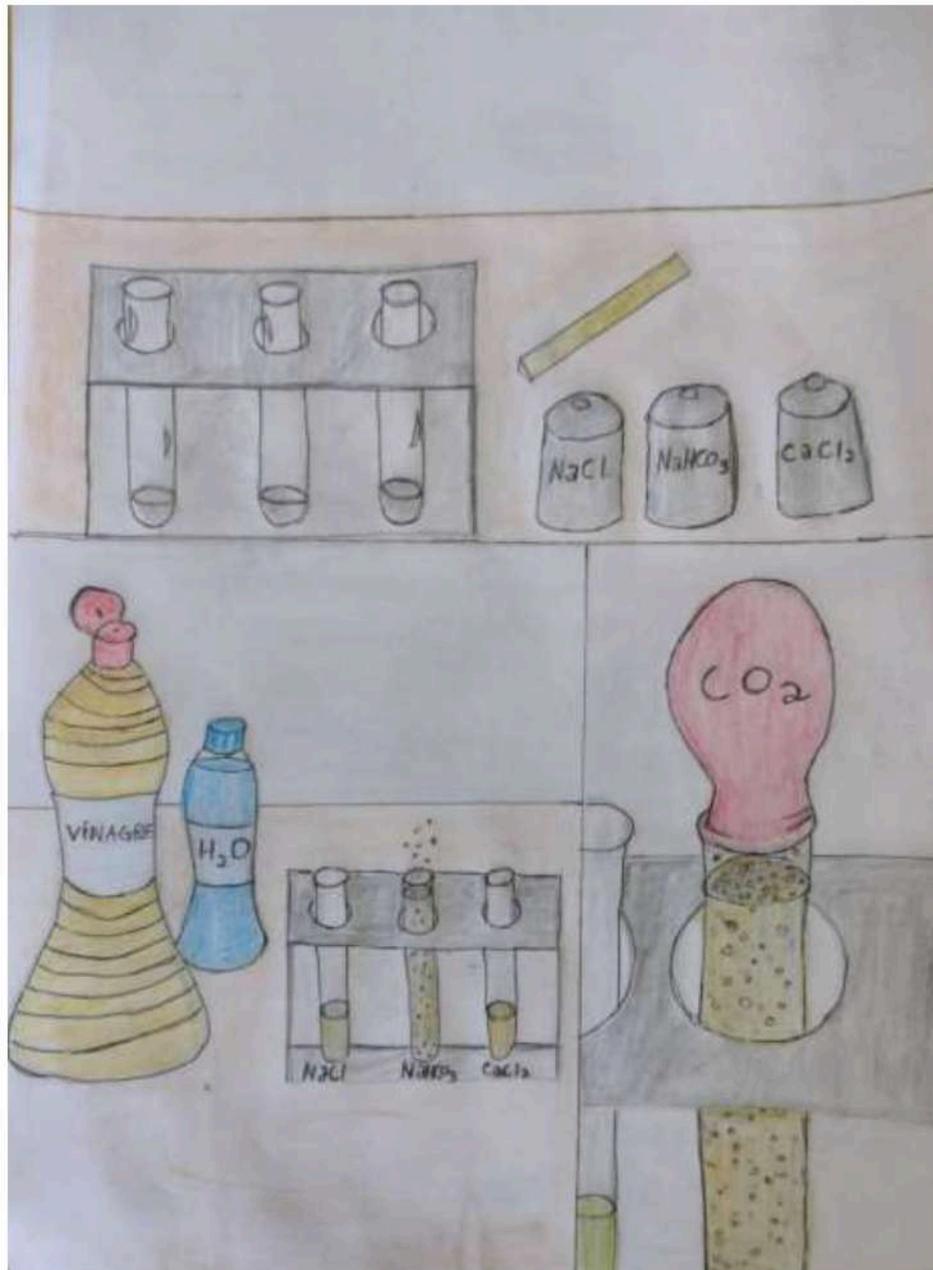


Figura 11: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela para identificação do NaHCO_3 .

Fonte: Acervo autora

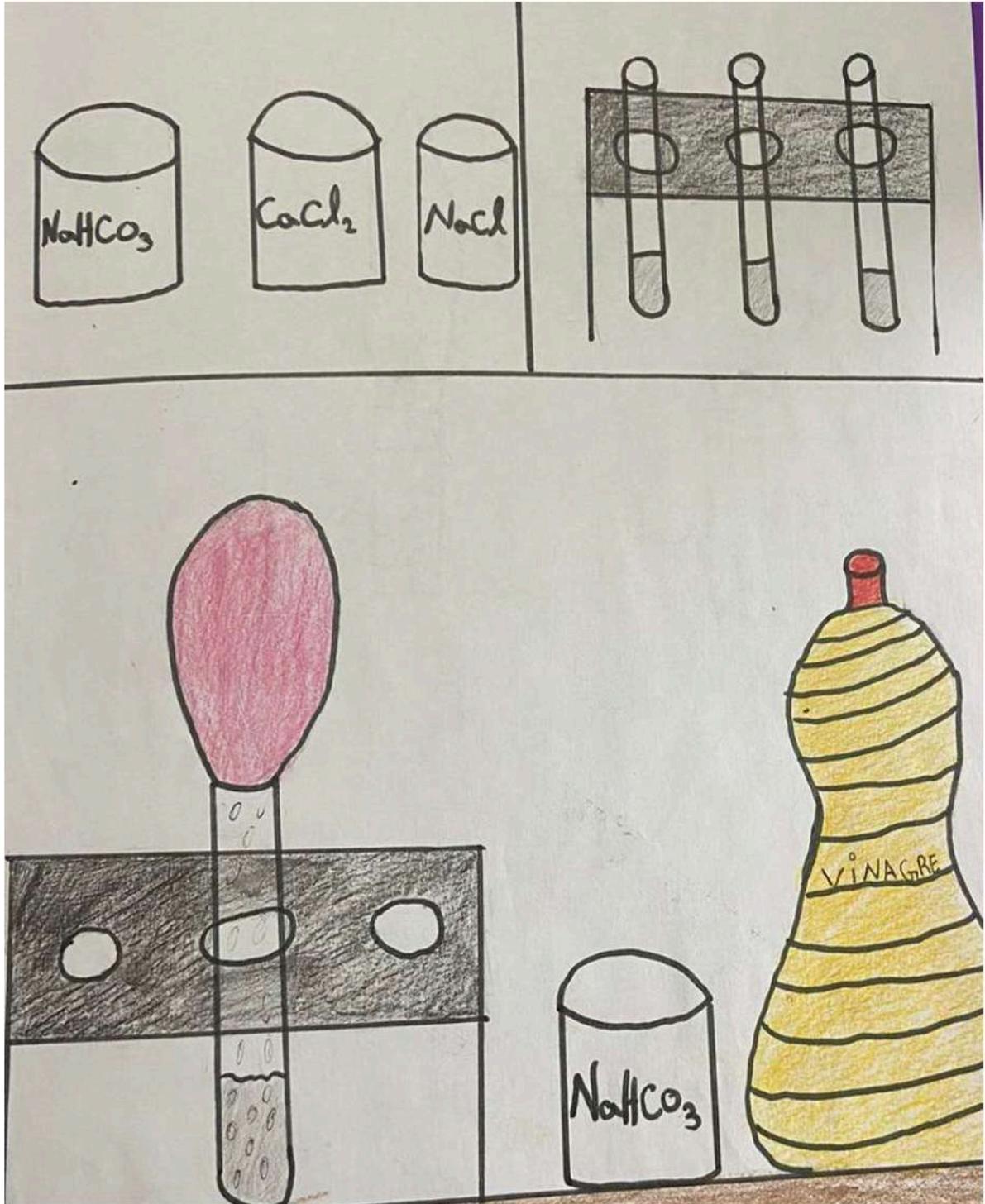


Figura 12: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para identificação do NaHCO_3 .

Fonte: Acervo autora

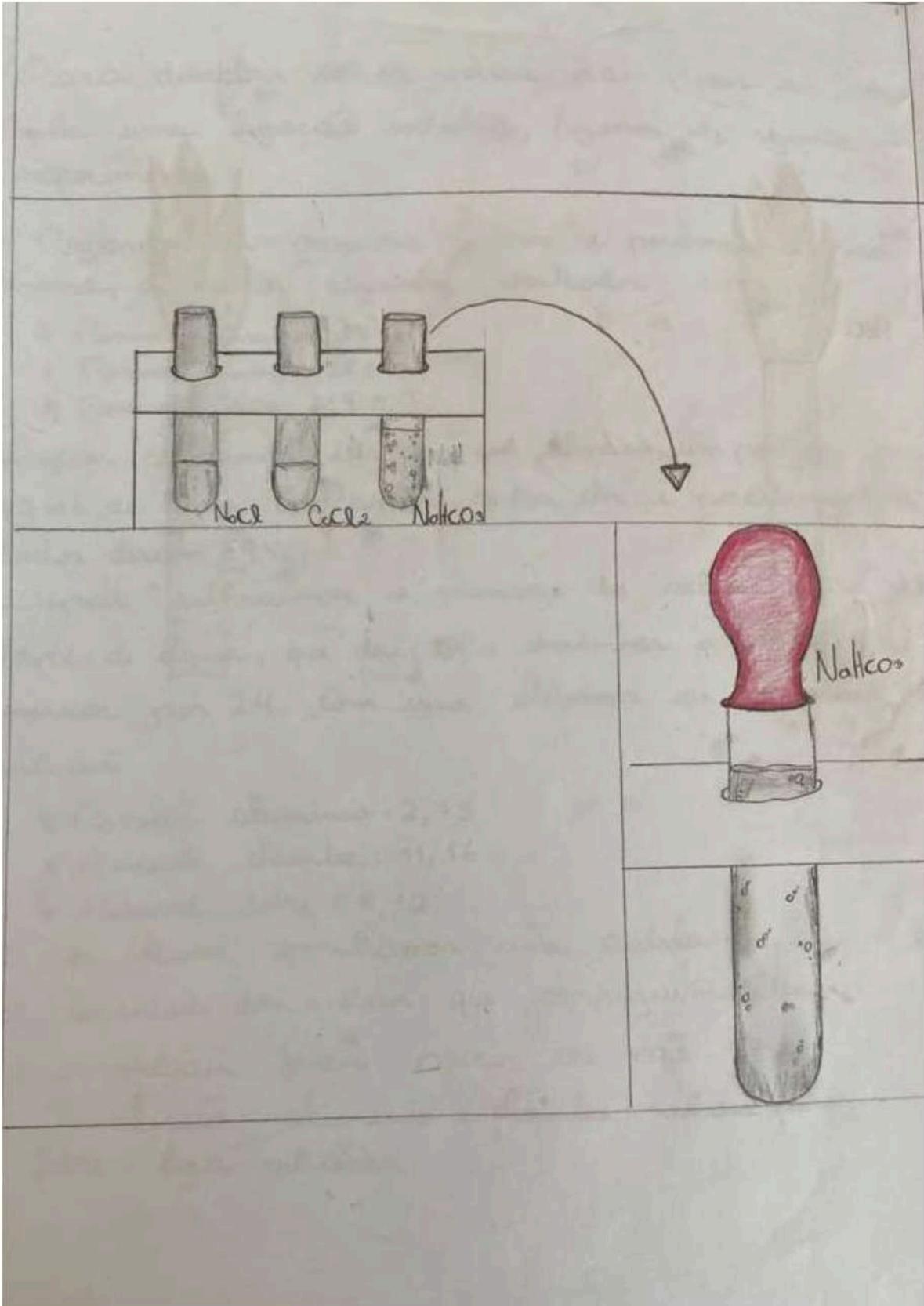


Figura 13: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para identificação do NaHCO_3 .

Fonte: Acervo autora

Todos os alunos concordaram que haveria liberação de gás durante a reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre, pois já haviam observado essa reação acontecendo em outras situações. Ao realizarem os experimentos para identificar as substâncias, os alunos utilizaram uma bexiga para coletar o gás carbônico liberado na reação.

Nas Figuras 14, 15 e 16 são representados os desenhos do experimento do teste de chama para distinguir o cloreto de sódio do cloreto de cálcio.

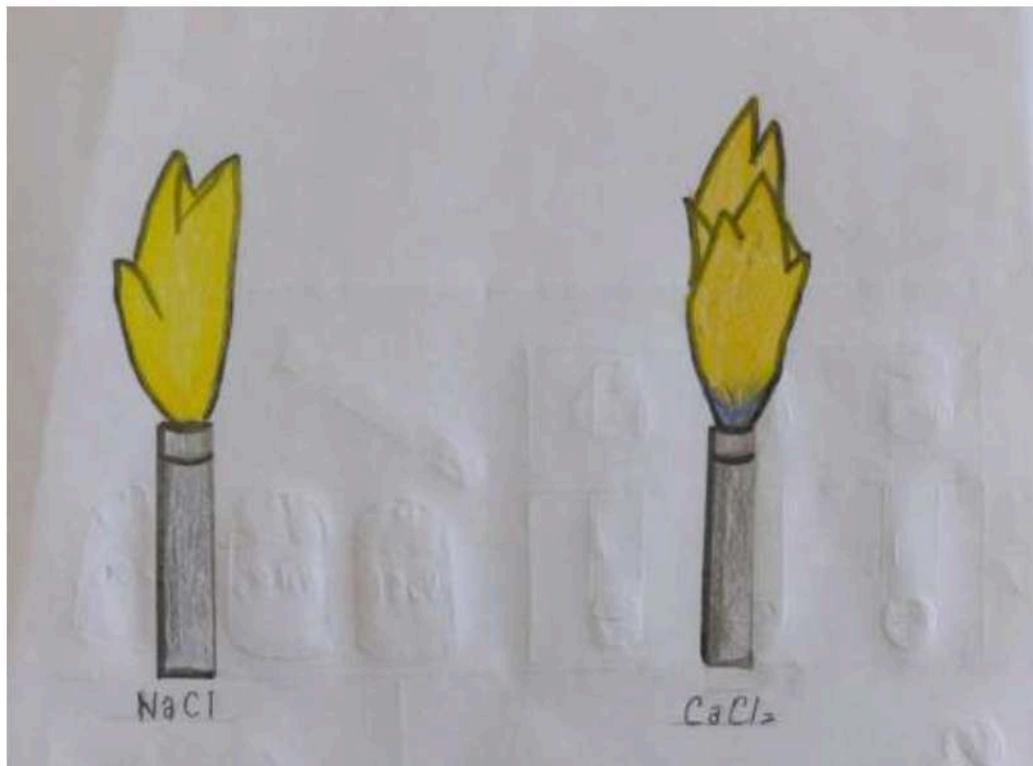


Figura 14: Desenho produzido pelas alunas Letícia e Manuela sobre o teste de chamas.

Fonte: Acervo da autora

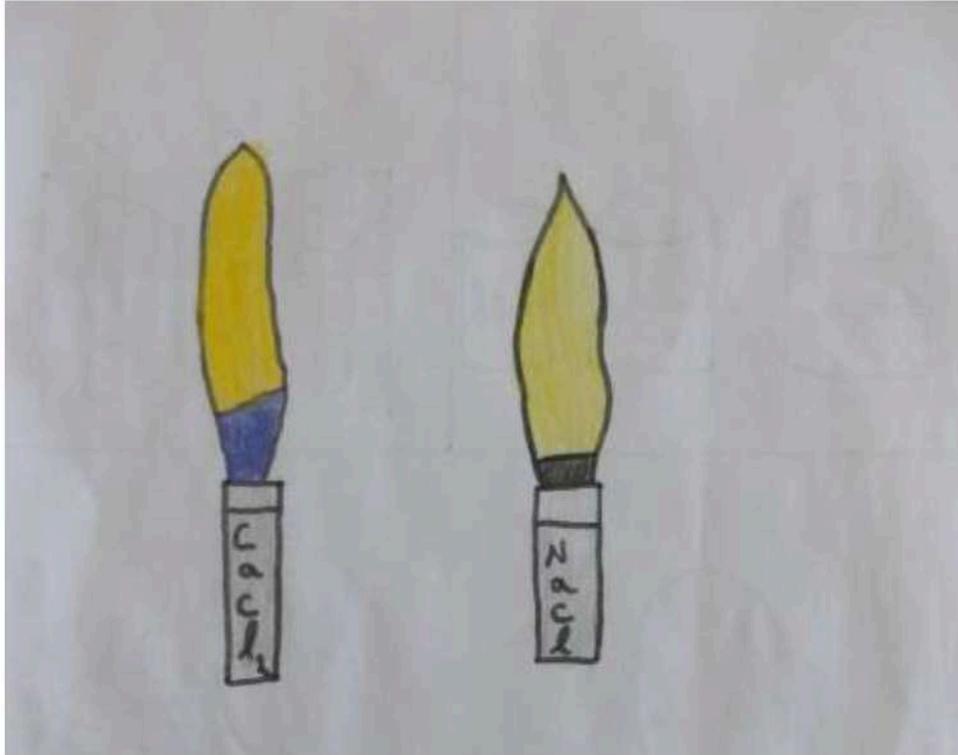


Figura 15: Desenho produzido pelas alunas Gabriela, Jéssica e Melissa para o teste de chamas.

Fonte: Acervo da autora

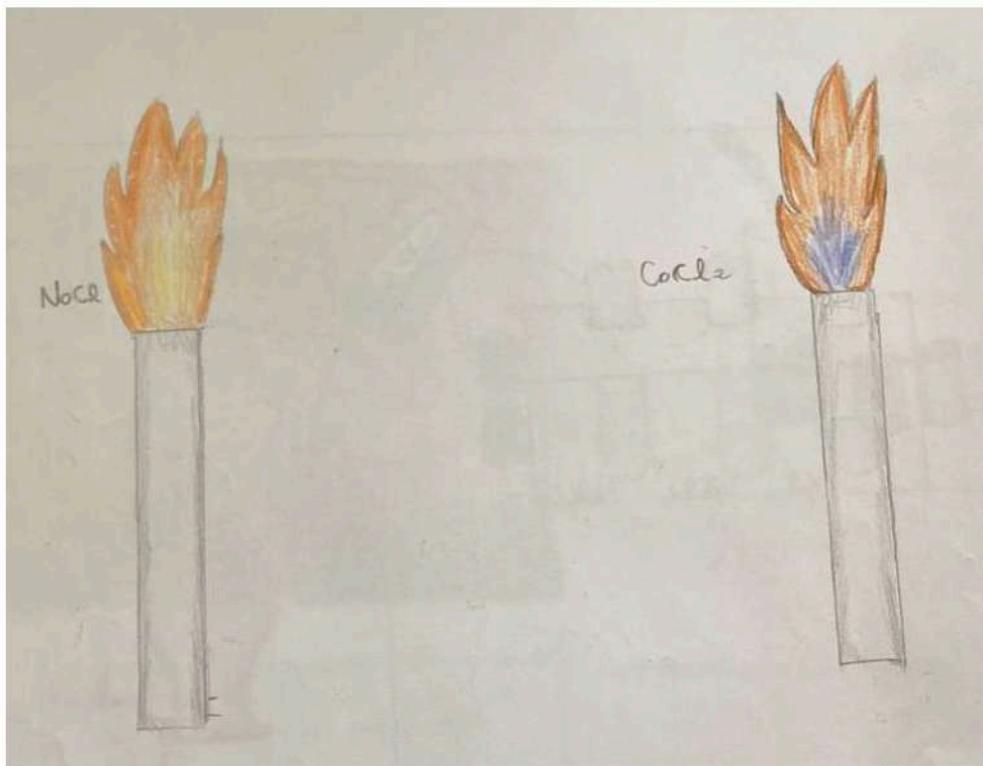


Figura 16: Desenho produzido pelos alunos João e Lucas para o teste de chamas.

Fonte: Acervo da autora

Durante a realização do teste de chamas os alunos puderam observar as diferentes colorações apresentadas pelas soluções de cloreto de sódio e de cloreto de cálcio.

A partir da observação dos desenhos percebemos que, durante a SEI, a etapa que mais chamou a atenção dos alunos foi a das atividades experimentais, pois todos fizeram desenhos relacionados a esta etapa.

Outro fator interessante é que os alunos não escreveram, em nenhum dos desenhos, uma frase sobre as diferenças entre os fenômenos químicos e físicos, mas representaram essas diferenças com algumas evidências, como por exemplo, o desenho da liberação de gás carbônico na reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre e as diferentes colorações das chamas visualizadas nos testes de chama do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio.

Os alunos deixaram os seus desenhos expostos no mural da escola e os outros professores elogiaram as suas produções. Os alunos de outras turmas ainda não haviam estudado o assunto abordado na exposição, mas os alunos do 9º ano explicaram às outras turmas alguns aspectos importantes estudados na disciplina de Química, como a estrutura atômica de toda matéria e as propriedades dos elementos, que nos permite identificá-los. Além disso, os alunos também realizaram o experimento para coletar o gás carbônico na bexiga para demonstrar aos demais alunos e explicar que essa era uma evidência de reação química, pois havia sido formado um gás que não existia no início (Figura 17).



Figura 17: Experimento de produção de gás carbônico realizado pelos alunos durante a divulgação da SEI.

Fonte: Acervo da autora

Nessa etapa, foram observados diversos indicadores da AC na apresentação dos alunos. Os alunos da turma instigaram aos demais a levantarem hipóteses sobre o que aconteceria ao realizarem a mistura do bicarbonato com vinagre e pediram para que justificassem suas hipóteses. Em seguida realizaram a experimentação, para testar as hipóteses levantadas e, por fim, fizeram a explicação do fenômeno observado.

4.7 Uma reflexão sobre a SEI

Embora a SEI realizada tenha como público-alvo os alunos do Ensino Fundamental, o tema fenômenos químicos e físicos possibilita o aprofundamento de diversos conteúdos e a discussão de uma série de questionamentos que podem ser explorados em sala de aula por professores de Ciências de diferentes níveis de ensino, desde a educação básica até a educação superior.

Alguns dos assuntos possíveis de abordar de maneira mais aprofundada, que serão apresentados no Produto Educacional, são: energia de ionização, Princípio de Arquimedes e o cálculo do empuxo, a reatividade dos metais em água, o cálculo do volume de sólidos regulares e irregulares, a distribuição eletrônica e as propriedades dos elementos químicos de acordo com a sua posição na Tabela Periódica.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da leitura dos referenciais teóricos do Ensino de Ciências por Investigação é possível perceber que uma SEI, quando bem planejada, proporciona situações de aprendizagem que podem ser extremamente benéficas ao estudante.

Os autores dos 21 trabalhos selecionados para análise, no período de 2017 a 2022, publicados nos periódicos “Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas”, “Ciência & Educação”, “Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências” e “Investigações em Ensino de Ciências”, com o tema EnCI, apresentados no capítulo de revisão bibliográfica, destacaram que a abordagem investigativa estimula os alunos a buscar por novas informações, motivando-os na construção de seu próprio aprendizado e levando ao desenvolvimento de diferentes habilidades, e evidenciaram ainda potencialidades do EnCI principalmente nas temáticas argumentação e alfabetização científica.

Com relação ao presente trabalho, buscamos analisar potencialidades e desafios da SEI para a promoção da alfabetização científica em alunos do Ensino Fundamental II.

Um dos desafios que enfrentamos durante a realização das atividades da SEI foi a ausência de um laboratório na escola, tanto a falta de um espaço físico como a de reagentes, vidrarias e demais equipamentos. Todos os materiais utilizados durante a SEI foram emprestados do IFSP. Outro desafio foi o cronograma, pois contemplar todos os conteúdos previstos no currículo da disciplina e, simultaneamente, trabalhar com atividades diferenciadas não é algo tão simples, pois exige um tempo extenso para o preparo das atividades e experimentos fora dos horários de aula.

Com relação às potencialidades dessa proposta, observamos diversas a partir das atividades analisadas. Apesar desses desafios, consideramos satisfatórios os resultados da nossa pesquisa, pois a partir do estudo dos conteúdos iniciais da disciplina de química com a turma do 9º ano do Ensino Fundamental, desenvolvido por meio da abordagem do ensino por investigação, foi possível identificar que os

alunos de fato se interessaram pelo tema de estudo e participaram como sujeitos ativos na construção de sua própria aprendizagem.

A partir da análise do questionário diagnóstico, e ao longo de todas as atividades da SEI, foi possível perceber que, apesar de os alunos demonstrarem perceber a importância da química para sociedade, ainda apresentavam dificuldades em correlacionar as contribuições da química com a realidade fora da sala de aula.

A análise das categorias emergentes na etapa de sistematização dos conhecimentos deixa evidente que os estudantes ampliaram a sua percepção sobre a importância da química, pois no questionário inicial todos eles citaram apenas a importância da química para a tecnologia; já nesta etapa todos citaram a importância da química em diferentes áreas, tais como alimentos, saúde, higiene e limpeza.

A abordagem do tema “fenômenos físicos e químicos” e do uso das propriedades físicas e químicas para a identificação de substâncias, de forma investigativa e contextualizada, contribuiu para o aprendizado mais significativo dos alunos, pois no final da atividade os alunos demonstraram compreender a importância da química em diferentes áreas de suas vidas e da sociedade. A contextualização permitiu que eles passassem a ver a ciência como algo mais próximo de sua realidade, mais palpável, e não apenas uma área restrita a grandes cientistas.

A leitura do texto sobre a criação de um novo elemento químico gerou uma discussão muito produtiva que permitiu aos alunos reconhecer a Tabela Periódica não como um simples instrumento de consulta, mas como um sistema organizado que nos permite obter informações essenciais sobre os elementos químicos como, por exemplo, suas propriedades.

Durante a realização das etapas da SEI foram notáveis a curiosidade e o interesse de toda a turma, pois todos os alunos formularam hipóteses para solucionar o problema proposto, ou seja, identificar as substâncias presentes nas duas caixas.

Consideramos que a SEI contribuiu para promoção da alfabetização científica dos alunos, fato evidenciado pelos indicadores da alfabetização científica encontrados desde o início da atividade, pois todos realizaram um levantamento de hipóteses para solucionar o problema proposto, considerando a determinação das

densidades e das temperaturas de fusão dos metais da segunda caixa, bem como realizaram reações químicas para a identificação das substâncias da primeira caixa. Além disso, nas demais etapas, observamos os indicadores “explicação” e “justificativa”, no momento em que os alunos apresentaram explicações e justificativas fundamentadas, baseadas em evidências, como por exemplo, a conclusão de que não seria possível realizar a identificação das substâncias a partir de seus pontos de fusão utilizando um forno comum.

As etapas de aplicação e análise da SEI evidenciam que a abordagem do tema “fenômenos físicos e químicos” na disciplina de Ciências, através de uma proposta de ensino investigativo, quando bem estruturada e de forma contextualizada, tem grande potencial para promover a alfabetização científica de alunos do 9º ano, permitindo que cada um deles seja sujeito na construção de seu próprio aprendizado.

A partir deste trabalho foi elaborado também um Produto Educacional, que será disponibilizado na página do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, destinado a professores das disciplinas de Ciências ou Química, que desejem explorar algumas ideias para trabalhar com o ensino por investigação.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul. **The psychology of meaningful learning; an introduction to school learning**. Grune and Stratton, 1968.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, p.15, p. 35, p.144.
- BELTRAN, Nelson. Orlando; CISCATO, Carlos. Alberto Mattoso. **Química**. Coleção Magistério de 2º Grau. São Paulo: Cortez, 1991.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN. Sari. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Ministério da Educação: Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.observatoriodoensinomedio.ufpr.br/wpcontent/uploads/2017/04/BNCC-Documento-Final.pdf>. Acesso em: 10/10/2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) – Parte III**. Brasília: MEC, 1999 Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 04/05/2022.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2002.
- BRITO, Brenda Winne da Cunha Silva; BRITO, Leandro Tavares Santos; DE SOUZA SALES, Eliemerson **ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**. Revista Vivências em Ensino de Ciências - 2ª Edição Especial, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/viewFile/238687/30425>>. Acesso em: 17/11/2020.
- BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.
- BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro. Ensino de Física. v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002.
- BORGES, Rita de Cassia Pereira. **Formação de formadores para o ensino de ciências baseado em investigação**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação: Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-11062010-141111/publico/Rita_de_Cassia_Pereira_Borges.pdf> Acesso em: 17/10/2022.
- CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo; (orgs). **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**, São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CERATI, Tania Maria. **Educação em jardins botânicos na perspectiva da Alfabetização Científica: análise de uma exposição e público**. 2014. 254 f. Tese (Doutorado) U Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para educação**. 4ª.ed.ljuí: Ed.Unijuí, 2006.

DEWEY, John. **Experiência e Natureza: lógica: a teoria da investigação: A are como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

EICHLER, Marcelo; DEL PINO, José Claudio. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, v. 23, n. 6, p. 835-840, 2000.

FINGER, Isadora; BEDIN, Everton. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019.

FRANÇA, Cyntia Simioni. Possibilidades e limites na construção do conhecimento histórico em conexão com o mundo virtual. Dissertação (Mestrado em História Social). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. **Antíteses**, v. 2, n. 3, p. 533-535, 2009.

HARRISON, Jenny. Citizenship and core and foundation subjects: Science. In: EDWARDS Janet & FOLGEMAN Ken (Ed). **Developing Citizenship in the curriculum**, London: David Fulton Publishers, 1993. p. 45-50

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência e Educação**. V. 17. n. 3. Bauru, 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. p. 2 e 3.

MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa na escola. **Curitiba, PR: CRV**, 2017.

MILLER, Jon D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MIRANDA, Mayara de Souza; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cássia. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 555-583, 2015.

NUNES, Amisson dos Santos; ADORNI, Dulcinéia da Silva. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos**. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

SANTOS, Veronica Gomes dos; GALEMBECK, Eduardo. Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e

estruturação de perguntas realizadas por alunos do ensino fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 879-904, 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, Dez. 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06/03/2022.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Função social: O que significa ensino de Química para formar o cidadão?** Química Nova na Escola, n. 4, p. 28-34, 1996.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16 (1), pp. 59-77, 2011.

SILVA, Margarete Virgínia Gonçalves; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. O uso de fotografias para avaliação da aprendizagem dos conceitos de fenômenos físicos e reações químicas. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, São Paulo**, 2013.

SOARES, Magda. **Alfabetização e letramento**. 6ª. ed.; 6ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2014.

SOUZA, Tadeu Nunes de. **Engajamento disciplinar produtivo e o ensino por investigação: estudo de caso em aulas de física no ensino médio**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SPERANDIO, Maria Regina da Costa. **Ensino de Ciências por Investigação para professores da educação básica: dificuldades e experiências de sucesso em oficinas pedagógicas**. 2017. 237 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação – O Positivismo, A fenomenologia, O Marxismo**. São Paulo, Atlas, 1987. p. 120.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Belo Horizonte. **Rev. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**. v. 13. n°03, p.67-80, 2011.

ZOMPERO, Andréia de Freitas; GONÇALVES, Carlos Eduardo de Souza; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 419-436, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE I – PRODUTO EDUCACIONAL



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**Sequência de Ensino Investigativo:
Fenômenos Físicos e Químicos**

Juliana Helena Moreno Ventura
Pedro Miranda Junior

São Paulo (SP)
2023

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 15 de setembro de 2023.

AUTORES

Juliana Helena Moreno Ventura: Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (2017) e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) (2023).

Pedro Miranda Junior: Professor Titular do Departamento de Ciências e Matemática do IFSP, câmpus São Paulo. Professor orientador do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP. Licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Mackenzie, São Paulo. Mestre e Doutor em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP).

Apresentação do Produto Educacional

Esse material, apresentado como Produto Educacional, é parte integrante de nossa pesquisa intitulada “ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: FENÔMENOS FÍSICOS E QUÍMICOS”, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob orientação da Professor Doutor Pedro Miranda Junior.

Nosso trabalho tem como público alvo docentes das disciplinas de Ciências e/ou Química do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio, que desejem realizar uma sequência de ensino investigativo (SEI), com o objetivo de corroborar com o aprendizado de seus alunos. O ensino por investigação é uma abordagem de ensino que não necessita de recursos específicos, podendo ser realizada com os materiais disponíveis na escola, e que permite que os alunos se tornem sujeitos ativos em seu próprio aprendizado (SASSERON, 2015).

A SEI apresentada abrange atividades/etapas que Carvalho (2013) aponta como fundamentais, sendo elas: (i) proposição de um problema experimental ou teórico contextualizado; (ii) sistematização do conhecimento construído; (iii) contextualização do conhecimento.

A SEI proposta neste produto educacional, que traz atividades investigativas acerca de propriedades físicas e químicas, foi elaborada a partir da leitura de documentos e referenciais teóricos relevantes na área de Ensino de Ciências, e também da nossa vivência em sala de aula, que nos levou a refletir sobre o quanto as mudanças nas metodologias de ensino tradicionais vêm se mostrando cada vez mais necessárias. Consideramos também as potencialidades que essas atividades apresentaram para a promoção da alfabetização científica dos alunos, observadas durante a aplicação dessa SEI ao longo da pesquisa do mestrado realizada.

Desejamos que este material possa contribuir significativamente para as suas aulas!

Ótima leitura!

Introdução

Com relação ao Ensino de Ciências, professores e pesquisadores têm a preocupação de despertar nos estudantes o interesse e a motivação para que eles desenvolvam suas próprias habilidades, entendendo que a ciência não é algo pronto e restrito apenas aos cientistas, mas que é acessível e que todos podem compreendê-la. Estratégias de ensino que levem o aluno a essa reflexão permitem um aprendizado mais significativo (NUNES; ADORNI, 2010).

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) destaca que contextualizar os conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia é mais efetivo do que apenas exemplificar conceitos utilizando situações do cotidiano. Uma aprendizagem realmente efetiva somente pode ocorrer quando o aluno é colocado como protagonista da sua aprendizagem, aplicando os conhecimentos adquiridos a situações do cotidiano, de seus projetos de vida, trazendo questões como ambiente, saúde, energia, dentre outras (BRASIL, 2017).

O Ensino por Investigação é uma das formas de abordagem que vem sendo aplicada no Ensino de Ciências com esse objetivo, de estimular o protagonismo do aluno. Segundo Miranda, Marcondes e Suart (2015, p. 561), “as habilidades contempladas no ensino investigativo podem auxiliar na promoção de habilidades relacionadas ao processo de Alfabetização Científica em sala de aula.” Chassot (2006) afirma que a alfabetização científica possibilita a compreensão dos fenômenos do universo, bem como a sua interpretação. .

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também destaca a relevância do Ensino por Investigação para a educação básica na área de ciências da natureza:

[...] deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2017, p. 274).

Pensando na relevância do ensino por investigação, propomos em nosso Produto Educacional uma Sequência de Ensino Investigativo, almejando contribuir com professores de Ciências e Química na elaboração de suas aulas.

1. Referenciais Teóricos

O Ensino de Química

A Química surgiu há muitos anos como uma área da ciências naturais, a partir da curiosidade dos seres humanos e da busca por explicações para fenômenos, aparentemente improváveis, observados na natureza (SILVA; HUSSEIN, 2013). Júnior e Bizerra (2016, p. 13) propõem a seguinte definição para a Química:

[...] Química é a ciência que estuda a matéria, bem como suas transformações e as energias envolvidas nesse processo. Para se chegar a essa definição, foram necessários muito tempo, estudos e descobertas. Elas partiram de necessidades humanas, no que diz respeito não só à evolução tecnológica, como também do pensamento. Portanto, é de fundamental importância conhecer um pouco da história da Química que, de acordo com Greenberg (2009), está intrinsecamente ligada à história do desenvolvimento da humanidade.

Até a primeira metade do século XX, o ensino de Química resumia-se apenas na descrição de processos produtivos das áreas farmacêutica e industrial (BELTRAN; CISCATO, 1991). Foi devido ao avanço tecnológico, a partir da segunda metade do século XX, que tornou necessária a renovação no ensino dessa disciplina.

Compreender a Química é essencial para entendermos a natureza e as transformações que ocorrem com a matéria. Contudo, apesar da inegável relevância da química para as nossas vidas, em diversos aspectos, muitos estudantes ainda apresentam dificuldades na aprendizagem dessa disciplina, por não perceberem a relação entre o que estão estudando e a sua realidade (NUNES; ADORNI, 2010).

Apesar de diversas pesquisas realizadas na área de ensino mostrarem que o ensino tradicional, baseado apenas na transmissão de conteúdos do professor para o aluno, não é a melhor forma de atingir o aprendizado, muitos professores ainda apresentam resistência em inovar. Não é incomum que escolas e professores sigam esse padrão, de exigir do aluno apenas a memorização de informações (BRASIL, 2000). Beltran e Ciscato (1991) afirmam que a ausência de atividades experimentais e investigativas impossibilita os estudantes de contruírem seu próprio conhecimento de forma significativa.

O tema “fenômenos físicos e químicos” pode ser abordado de forma contextualizada, pois faz parte do nosso cotidiano e, pensando nisso, acreditamos que atividades investigativas envolvendo esse assunto têm grande potencial para despertar o interesse dos alunos. Desde que seja devidamente explorado em sala de aula, sob orientação do professor, o tema pode permitir ao aluno estabelecer relações entre o que é estudado em aula com o mundo ao seu redor, sendo capaz de aplicar esses conceitos na resolução de problemas do cotidiano.

Alfabetização Científica

Paul Hurd apresentou pela primeira vez o termo “alfabetização científica” no ano de 1958, em seu livro “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*”. Na língua inglesa, o termo utilizado era “*scientific literacy*” (CERATI, 2014).

Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que a “alfabetização científica” pode apresentar diversos significados e interpretações dependendo da língua, o que é um problema para os pesquisadores ao redor do mundo. Em espanhol, por exemplo, utiliza-se o termo “*Alfabetización Científica*”, que trazido para a língua portuguesa significa alfabetização científica. Em documentos da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), da língua inglesa para a língua portuguesa o termo “*literacy*”, que vem da expressão “*scientific and technological literacy*”, é traduzido como “cultura” e não como “alfabetização”.

Devido às diferentes possibilidades de traduções desse termo, aqui no Brasil podem ser encontrados muitas publicações, de diferentes autores e pesquisadores, que utilizam esse termo por meio de diferentes expressões, como “Letramento Científico”, “Enculturação Científica” e “Alfabetização Científica” (Carvalho; Sasseron, 2011).

A BNCC (2017) destaca a importância do letramento científico para a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, afirmando que este:

[...] tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência (BRASIL, 2017, p. 273).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) a “alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

O objetivo da alfabetização científica não é a formação de especialistas, mas sim estimular os alunos para aprendizagem de ciências por meio de atividades realizadas em sala de aula, fornecendo alguns conhecimentos científicos apropriados a cada objeto de estudo. Assim o aluno se tornará um indivíduo capaz de tomar decisões conscientes, fundamentadas em explicações lógicas (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Indicadores da Alfabetização Científica

Como forma de verificar as habilidades desenvolvidas na alfabetização científica, Sasseron (2008) propôs alguns indicadores, durante a sua pesquisa de doutorado sob orientação da professora Anna Maria Pessoa da Carvalho, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Indicadores da alfabetização científica segundo Sasseron (2008)

Indicador	Descrição da autora
Seriação de informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar (SASSERON, 2008, p. 67).
Organização de Informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas (SASSERON, 2008 p. 67).
Classificação de informações	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição <i>sine qua non</i> para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha (SASSERON, 2008 p. 67).
Raciocínio lógico	Compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto (SASSERON, 2008 p.67).
Raciocínio proporcional	Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se

	estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas (SASSERON, 2008 p. 67).
Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema (SASSERON, 2008 p. 68).
Teste de hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. (SASSERON, 2008 p. 68)
Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. (SASSERON, 2008 p. 68)
Previsão	Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. (SASSERON, 2008 p. 68)
Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões (SASSERON, 2008 p. 68).

Sobre o processo de alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2008, p. 337-338) afirmam que:

[...] para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.

Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

A BNCC destaca a relevância de atividades investigativas no ambiente escolar, como por exemplo na segunda habilidade específica de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental:

Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2017, p. 324).

Uma SEI envolve uma série de atividades, iniciadas a partir da proposição de um problema para que o aluno busque soluções. Ao longo das atividades, espera-se que o aluno levante hipóteses, faça testes, experimentos e observações. O objetivo da SEI, de acordo com Carvalho (2013, p. 9) é:

[...] criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica [...].

Na SEI o professor deve ser o mediador, orientando e ajudando o estudante, mas sem apresentar as respostas prontas, permitindo que o aluno reflita e tire suas próprias conclusões, se tornando o protagonista da construção de seu aprendizado. Sasseron e Carvalho (2008) destacam que o aluno ao se deparar com um trabalho científico coerente com seu nível de escolaridade, pouco a pouco, durante as aulas, ele alcançará sua alfabetização científica.

A BNCC para a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental (Brasil, 2017, p. 273) se refere à alfabetização científica através do termo “letramento científico” e afirma que esta está relacionada à habilidade de “compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência.”.

Estudos de diferentes autores têm mostrado a relevância do Ensino por Investigação para a promoção do aprendizado significativo e que a SEI é uma das estratégias de ensino que contribui para este objetivo. Santana e Sedano (2021), por exemplo, destacam as contribuições de uma SEI aplicada no Ensino Fundamental para a promoção da alfabetização científica dos estudantes; e Ferraz e Sasseron (2017) apresentam as potencialidades de uma SEI, aplicada no Ensino Médio, para desenvolver nos alunos a habilidade da argumentação.

2. A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) proposta

Considerando a importância da abordagem do Ensino de Ciências por investigação, propomos a SEI intitulado “Fenômenos Físicos e Químicos” para ser realizada com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências. A SEI está organizada em 6 etapas, com duração total de 8 aulas de 50 minutos. O Quadro 2 apresenta as etapas da SEI e suas descrições:

Quadro 2: Descrição das etapas da SEI

Etapa	Total de aulas	Descrição
I – Questionário prévio	1 aula	Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da temática.
II – Contextualização do tema	1 aula	A turma deverá ser organizada em uma roda de conversa para discussão de um texto sobre a criação do elemento de número atômico 119.
III - O problema de Investigação	1 aula	Para resolução do problema, os alunos deverão apresentar hipóteses e em seguida discutir em dupla suas hipóteses. Para planejar o experimento para realizar os testes de suas hipóteses os alunos podem consultar a internet.
IV – Experimentação investigativa	2 aulas	Em grupo, os alunos realizarão o experimento investigativo para discutir as hipóteses levantadas anteriormente.
V – Sistematização do conhecimento	1 aula	Nessa etapa deve ser realizado um fechamento das atividades, mediado pelo professor.
VI – Divulgação da SEI	2 aulas	Para divulgação da atividade investigativa da SEI, as duplas de alunos deverão elaborar cartazes para exposição nos corredores da escola.

Esta SEI tem por objetivo contribuir com você, professor, com ideias de atividades que possam tornar suas aulas mais dinâmicas, que permitam aos seus alunos tornarem-se sujeitos mais ativos e que promova a alfabetização científica dos mesmos.

Detalhamento das Etapas da SEI

I - Questionário prévio

Tempo estimado: 1 aula (50 minutos)

Na primeira aula converse com os alunos sobre como serão as atividades investigativas em que eles irão participar. Explique o que é uma SEI. Em seguida, entregue a cada aluno um questionário, conforme sugestão de questões indicadas no Quadro 3, para que ele responda individualmente, com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios de sua turma acerca do tema.

Quadro 3: O Questionário prévio

1. O que são fenômenos físicos? Exemplifique.
2. O que são fenômenos químicos? Exemplifique
3. O que são propriedades gerais e específicas da matéria?
4. Dê um exemplo de uma propriedade geral da matéria.
5. Dê um exemplo de uma propriedade específica da matéria.
6. Onde os elementos químicos são encontrados?
7. Como os elementos químicos são representados? Dê três exemplos.
8. Indique a composição química de um alimento ou bebida que você consome diariamente, como também de um objeto que você utiliza no seu dia a dia.
9. Qual é a importância da Química para a sociedade?

II - Contextualização do tema

Tempo estimado: 1 aula (50 minutos)

Entregue a turma o texto *“Ununênio, o novo elemento químico que cientistas japoneses tentam criar”*² e realize a leitura com os alunos. Em seguida, proponha uma roda de conversa para discutir sobre a criação do elemento químico de número atômico 119 e estimule os alunos a refletirem sobre a seguinte questão: “Se um novo elemento químico for criado, será que suas propriedades serão parecidas com as de algum(uns) outro(s) elemento(s)? Qual(is)?”.

² Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42654101>

III - O problema de investigação da SEI

Tempo estimado: 1 aula (50 minutos)

Inicie a aula com o problema de investigação indicado no Quadro 4. Solicite aos alunos que leiam com atenção o problema e depois de algum tempo discuta com a turma para certificar-se de que os alunos realmente compreenderam o problema.

Quadro 4: O problema de investigação

Considere que você está trabalhando em um laboratório e encontrou duas caixas.

Caixa 1
A caixa contém três frascos, não identificados, contendo cada um deles uma substância diferente. As três substâncias são aparentemente semelhantes, todas de coloração branca.
Informações: um dos frascos contém a substância cloreto de sódio, um segundo o cloreto de cálcio e o terceiro o bicarbonato de sódio.

Caixa 2
A caixa contém três diferentes cilindros metálicos, todos de mesmo tamanho.
Informações: um dos cilindros é de chumbo, o outro é de alumínio e o último de cobre; estão na forma pura ou fazem parte de uma liga metálica.

Problema:
I - Como você faria para identificar cada uma das substâncias encontradas na primeira caixa?
II - Como você faria para identificar cada um dos cilindros metálicos encontrados na segunda caixa e para prever se cada um dos metais está na forma pura ou faz parte de uma liga metálica?

Observações: Para identificar as substâncias da primeira caixa, você deverá realizar testes envolvendo somente propriedades químicas e para identificar os metais da segunda caixa, você deverá realizar testes somente envolvendo propriedades físicas.

Após a compreensão do problema, peça que cada aluno, individualmente, elabore hipóteses para solucioná-lo. Em seguida, permita que os alunos se reúnam, em duplas ou em grupos, para que discutam suas hipóteses e quais experimentos poderiam ser utilizados para testar as hipóteses formuladas. Nesta etapa, sugere-se que os alunos acessem a internet para buscar por páginas que os auxiliem na realização dos experimentos. Peça que cada grupo prepare uma apresentação para a aula seguinte, e que eles apresentem para a turma os experimentos que pretendem realizar para resolver o problema proposto, com as devidas justificativas.

IV – Experimentação investigativa

Tempo Estimado: 2 aulas (100 minutos)

Peça aos alunos que apresentem os planejamentos de seus experimentos para testar suas hipóteses. Discuta as propostas com a turma até concluírem quais experimentos seriam mais viáveis de realizar em sala de aula.

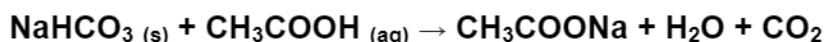
Exemplo de experimentos realizados

Trazemos nesse momento os testes que realizamos com os estudantes durante a aplicação da SEI, destacando que outros testes poderão ser realizados de acordo com as condições e estrutura da escola. No nosso caso realizamos os experimentos em sala de aula, já que a nossa escola não dispunha de um laboratório de ciências.

Caixa 1

Antes de realizar os testes de identificação das três substâncias da caixa 1, identifique os fracos com os números I, II e III.

Podemos iniciar o teste de reação destes sais com vinagre. Destas três substâncias, somente o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) reage com ácido acético (CH_3COOH) contido no vinagre, reação evidenciada pela formação de gás carbônico, conforme a equação química a seguir:



Para realização deste teste, sugerimos adicionar um pouco de vinagre (ceca de 2mL) em três tubos de ensaio e, em seguida, adicionar em cada um deles um sal diferente (uma pequena quantidade é suficiente). Na Figura 1 trazemos uma imagem do experimento:

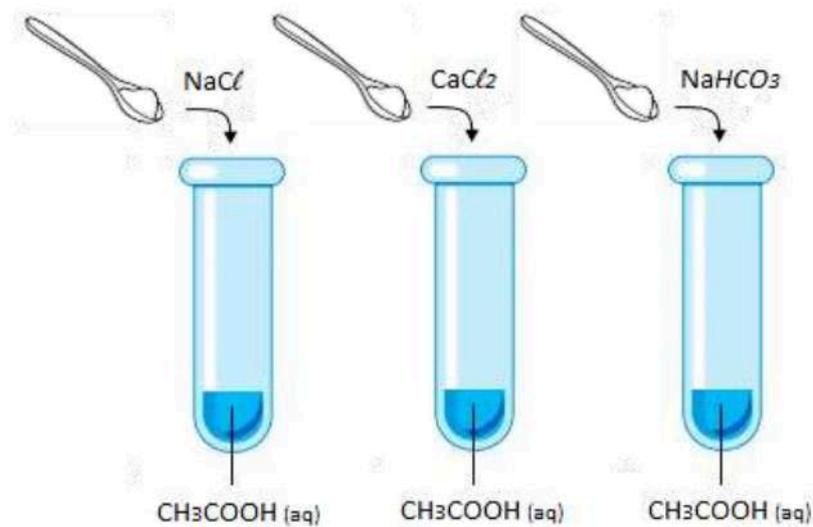


Figura 1: Teste para identificação do bicarbonato de sódio com vinagre.

Fonte: Elaborado pela autora

Para distinguir os outros dois sais, o cloreto de sódio (NaCl) e o cloreto de cálcio (CaCl_2), podemos realizar um teste de chama, pois a substância que contiver íons sódio apresentará coloração amarela e a que contiver íons cálcio apresentará coloração vermelha.

Para realização do teste de chama sugerimos que sejam preparadas soluções dos sais, adicionando um pouco de sal em cerca de 5 mL de álcool 70%. Em seguida, coloque em um frasco que possa receber calor e acenda a chama. Na Figura 2 trazemos uma imagem com as cores das soluções testadas.

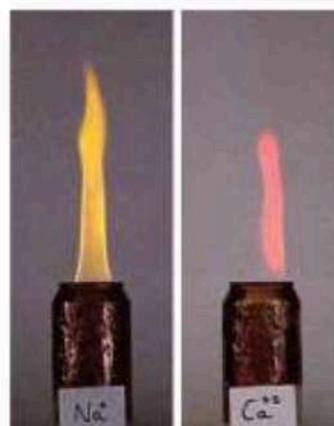


Figura 2: Coloração dos íons sódio e cálcio, respectivamente, durante o teste de chamas.

Adaptado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a11.pdf>

Caixa 2

Antes de realizar os testes de identificação dos três sólidos metálicos da caixa 2, identifique os cilindros metálicos com os números I, II e III. Nessa etapa os alunos podem também anotar alguns aspectos das amostras, como, por exemplo, cor e leveza.

Para identificar os sólidos metálicos utilizamos o conceito de densidade, propriedade física que os alunos perceberam que estava relacionada com a leveza das amostras metálicas. Como os três cilindros metálicos tinham as mesmas dimensões, o cilindro mais leve tinha a menor densidade.

Para calcular a densidade (d) de cada uma das amostras, basta dividirmos a massa da amostra (em gramas) pelo seu volume (em cm^3), utilizando a equação:

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Para determinação da massa utilizamos uma balança simples de uso culinário, conforme representado na Figura 3.



Figura 3: Pesagem das massas dos metais.
Fonte: Elaborado pela autora

Para determinar o volume das amostras, inserimos o cilindro dentro de uma proveta contendo 50 mL de água e observamos que o volume foi deslocado para 74 mL. A partir da diferença entre o volume final (água + metal) e o volume inicial (água), determinamos o volume do cilindro igual a 24 cm^3 . Os outros dois cilindros também apresentavam o mesmo volume de 24 cm^3 . Na Figura 4, apresentamos o experimento realizado para determinação do volume dos cilindros.

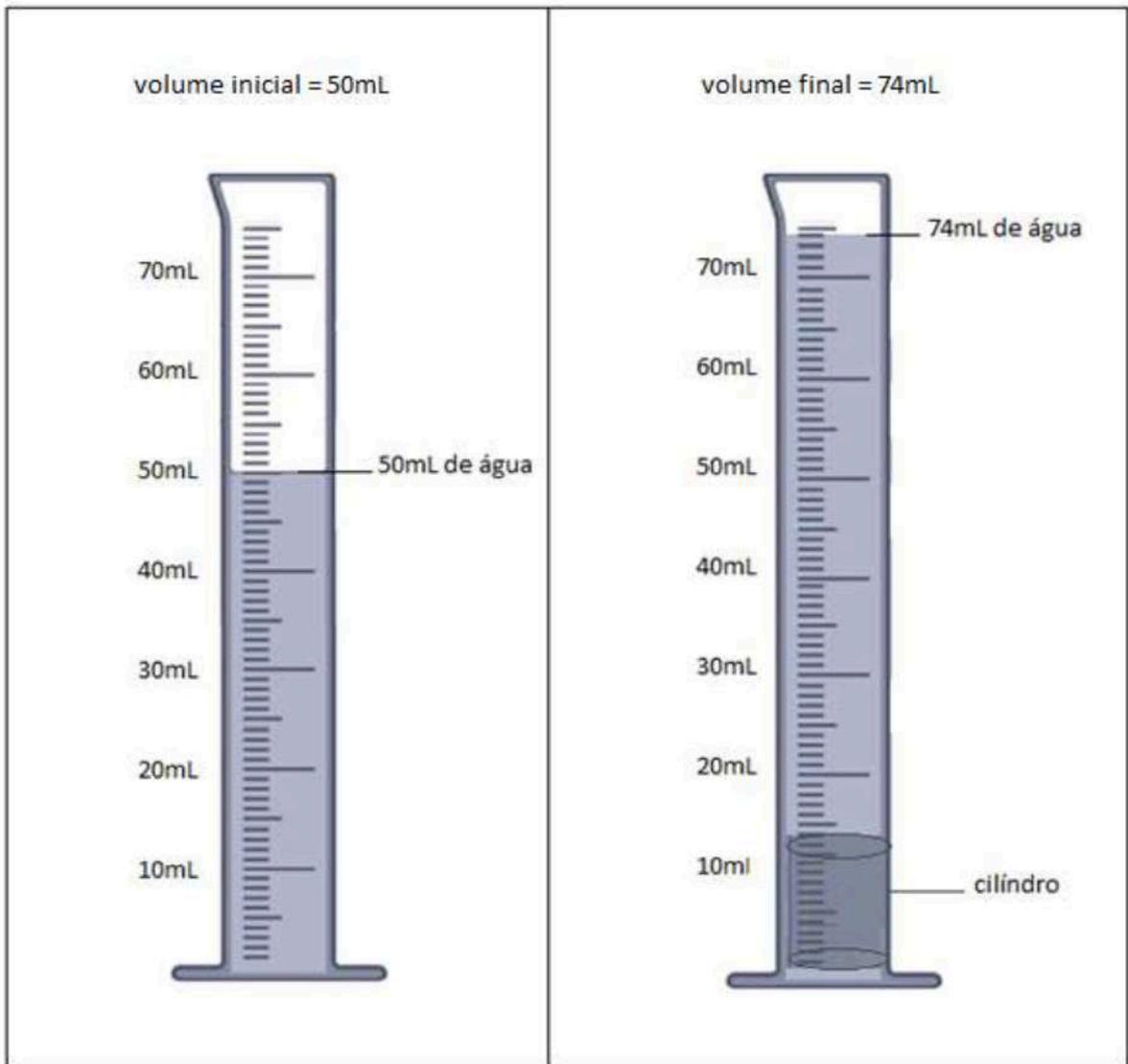


Figura 3: Experimento para determinação do volume dos metais.

Fonte: Elaborado pela autora

Para identificar os sólidos metálicos a partir das densidades obtidas no experimento, fornecemos aos alunos uma tabela de densidade de metais (Tabela 1).

Tabela 1: Densidade de metais

Metais	Densidade (g/cm^3)
Alumínio	2,70
Chumbo	11,34
Cobre	8,93
Ferro	7,87

Níquel	8,91
Ouro	19,28

Fonte: ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Bookman Editora, 2018.

V – Sistematização do conhecimento

Tempo Estimado: 1 aula (50 minutos)

Professor, esta etapa destina-se ao fechamento das atividades, retomando todos os conteúdos que foram trabalhados e ouvindo as dúvidas e sugestões dos alunos.

No nosso caso, nós realizamos uma roda de conversa com a turma para discutir o uso de propriedades físicas e química na identificação substâncias. No final pedimos que cada aluno elaborasse um texto que discorresse a importância da química no seu cotidiano e para a sociedade.

VI – Divulgação da SEI

Tempo Estimado: 2 aulas (100 minutos)

Peça para cada grupo de alunos elaborar um cartaz com o objetivo de divulgar aos demais alunos da escola o que eles aprenderam durante a SEI, destacando a importância da química e dos elementos químicos para nossas vidas.

Uma sugestão de divulgação junto à escola, é a exposição dos cartazes nos corredores da escola para que os demais alunos e professores também possam conhecer um pouco sobre a SEI desenvolvida com a turma. Para isso, você pode agendar um determinado dia para que os alunos apresentem esses cartazes. Nesse momento, os alunos da turma poderão até mesmo realizar demonstrações de experimentos, sob orientação do professor. Uma outra sugestão seria apresentar os resultados da SEI na Semana de Ciências da escola.

Exemplo de atividade realizada

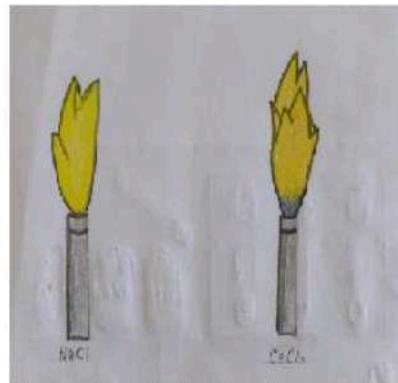
Para a SEI que aplicamos, durante o intervalo de aulas de um determinado dia, os alunos fixaram seus cartazes no corredor da escola para divulgar as atividades da SEI para alunos de outras turmas e também para os professores da escola. Utilizando uma carteira em sala de aula, um dos grupos demonstrou o experimento da produção de gás carbônico a partir da reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre. Para evidenciar a liberação do gás, os alunos encheram uma bexiga com o gás liberado. A Figura 5 mostra alguns cartazes elaborados pelos grupos da turma. Nessa mesma figura mostramos a foto do experimento realizado durante a exposição dos resultados da SEI.



i) Desenho produzido pelos alunos sobre o experimento de identificação dos metais.



ii) Desenho produzido pelos alunos sobre o experimento de identificação dos sólidos.



iii) Desenho produzido pelos alunos sobre o teste de chamas.



iv) Experimento apresentado pelos alunos sobre liberação de CO_2 .

Figura 5: A divulgação da SEI validada.

Fonte: Acervo da autora

3. Considerações Finais

A SEI, apresentada neste produto educacional, tem como objetivo contribuir para o aprimoramento do trabalho dos professores de ciências em sala de aula, a partir da proposta de uma atividade investigativa. Consideramos que esse produto será útil para professores preocupados com a aprendizagem dos estudantes e que desejam trabalhar conceitos científicos por meio de uma abordagem diferenciada, tendo como elemento central o protagonismo dos alunos na realização das atividades.

A partir da leitura de diferentes referenciais acerca do Ensino de Ciências por Investigação é possível concluir que uma SEI, quando bem planejada, proporciona situações de aprendizagem que podem ser extremamente benéficas aos estudantes, corroborando para a sua alfabetização científica.

Esperamos que esse Produto Educacional possa ser de grande contribuição em suas aulas de Ciências e que leve também a reflexões significativas para as suas aulas de Ciências. A SEI proposta aborda assuntos extremamente importantes sobre os elementos e as substâncias químicas, assim como suas propriedades e aplicações, o que leva o aluno a refletir sobre a importância da química para seu cotidiano e também para diferentes áreas tais como: saúde, alimentação e tecnologia, por exemplo.

A SEI proposta foi elaborada com base nos estudos que realizamos sobre o Ensino por Investigação e também de acordo com o nosso cenário no momento da sua aplicação, mas que poderá ser adaptada de acordo com o contexto de cada escola e da vivência de cada professor. Independentemente de ter ou não os mesmos recursos apresentados nesta proposta, o intuito principal é que você tenha uma base para a elaboração de suas aulas, desenvolvendo atividades investigativas que de fato possam contribuir com o aprendizado de seus alunos, permitindo que cada um deles se torne sujeito ativo na construção de seu próprio conhecimento.

Por fim, destacamos que esta SEI também poderá ser aplicada para alunos do Ensino Médio, para isso o professor poderá fazer adaptações que julgar necessárias de acordo com o nível escolar dos estudantes.

Uma reflexão sobre a Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

A SEI apresentada neste produto educacional é destinada a professores da Educação Básica, contudo o tema abordado possibilita o aprofundamento de diversos conteúdos e a discussão de uma série de questionamentos que podem ser explorados em sala de aula por professores de Ciências de diferentes níveis de ensino, desde a educação básica até a educação superior. Trazemos a você, professor/pesquisador, um convite para refletir sobre como a proposta apresentada poderia colaborar com as suas aulas, quais assuntos poderiam ser aprofundados e quais novos experimentos poderiam ser realizados, de acordo com os seus recursos e o seu público-alvo.

Apresentamos a seguir, no formato de perguntas e respostas, algumas ideias com o intuito de nortear o início dessa reflexão, que podem servir de base para uma abordagem mais aprofundada dos conteúdos em suas aulas:

Quais assuntos são possíveis de explorar a partir do experimento do teste de chamas?

O experimento do teste de chamas permite a identificação de cátions de diferentes metais, a partir da coloração apresentada pela chama durante o seu contato com determinada substância. Esse experimento permite aprofundar os estudos do modelo atômico proposto em 1913, pelo físico dinamarquês Niels Bohr.

Bohr considerava que a eletrosfera do átomo apresenta camadas ou níveis de energia, sendo cada um desses níveis, composto por números determinados de elétrons, que se movimentam em órbitas circulares ao redor do núcleo, com energia constante. Os metais tendem a perder elétrons de sua camada de valência para adquirirem estabilidade. Ao receber uma energia externa (no caso do teste, a energia proveniente do calor da chama), o elétron do metal passa para um estado de maior energia e, por isso, salta para uma órbita mais afastada do núcleo, de acordo com o modelo quântico, desenvolvido em 1926, essa passagem de um estado de energia para o outro é chamado de salto quântico, o que representa seu estado de excitação. Ao cessar essa fonte de energia externa, o elétron retorna à órbita anterior, emitindo a energia antes recebida, e esse fenômeno pode ser facilmente percebido, pois a energia emitida apresenta comprimento de onda na faixa da luz visível.

A partir do teste de chamas, realizado para a identificação das substâncias, foi possível determinar a presença dos cátions, mas não a dos ânions. Quais aspectos da química podem ser abordados a partir dessa constatação?

Os testes de chamas são realizados em laboratório com o intuito de identificar os cátions presentes nos compostos. A partir dessa análise, é possível abordar também o conceito de energia de ionização, que permite explicar o porquê não seria viável realizar, por esse mesmo método, a identificação dos ânions.

A energia de ionização é definida pela quantidade de energia necessária para remover um elétron de um átomo em seu estado gasoso. Nos não-metais, a energia de ionização é muito maior que nos metais. Diferentemente dos metais, que tendem a doar os seus elétrons e tornarem-se cátions, os não-metais tendem a receber elétrons, tornando-se ânions, para se estabilizar. Por esse motivo, para excitar um elétron do ânion, fazendo-o saltar para um nível mais externo, seria necessária uma quantidade muito grande de energia, muito maior do que a fornecida no teste.

Com relação ao cloreto de sódio e ao cloreto de cálcio, apresentamos no **quadro 5** os valores da primeira energia de ionização (energia necessária para remover o elétron mais externo do átomo) de cada um dos elementos envolvidos:

Quadro 5: 1ª Energia de ionização dos elementos.

Elemento	1ª E.I. (kJ.mol ⁻¹)
Na	496
Ca	589,8
Cl	1256

Fonte: ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Bookman Editora, 2018.

Por que utilizamos o princípio do deslocamento da água para calcular o volume dos sólidos? Seria viável utilizar outro tipo de líquido?

O volume dos sólidos pode ser calculado facilmente a partir de fórmulas geométricas, mas quando o sólido tem formato irregular, esse processo torna-se

mais complicado e, nesses casos, é mais viável realizar o cálculo com base no Princípio de Arquimedes.

Diz a lenda que há muito tempo, ainda antes de Cristo, o rei de Siracusa, Heron, havia contratado um artesão para lhe produzir uma coroa de ouro, mas ao recebê-la desconfiou que parte do ouro entregue ao artesão não foi utilizado na coroa. Heron então, utilizando uma balança, calculou a massa da coroa e viu que era o mesmo valor da massa de ouro entregue ao artesão. Contudo, ainda desconfiado, o rei contratou o matemático Arquimedes e deu a ele a missão de descobrir se a coroa de fato era de ouro maciço, e o matemático então passou a se dedicar à elucidação desse problema. Após certo tempo, no momento de seu banho, Arquimedes adentrou sua banheira cheia de água e observou que certa quantidade dessa água transbordou da banheira. Arquimedes percebeu que o volume da água deslocada era equivalente ao volume de seu corpo e concluiu então que haveria a possibilidade de calcular o volume de diferentes materiais a partir dessa propriedade. Empolgado diante da descoberta, Arquimedes correu em direção ao palácio enquanto gritava: *Eureka!*, que em seu idioma, o grego, significa “descobri” (GUIMARÃES, 1999).

O deslocamento da água ocorre devido ao empuxo, uma força vertical, que atua sobre os objetos mergulhados em um líquido, conforme descrito a seguir:

E = empuxo

P_{ld} = peso do líquido deslocado

g = aceleração da gravidade

v_{ld} = volume do líquido deslocado

m_{ld} = massa do líquido deslocado

$$E = P_{ld}$$

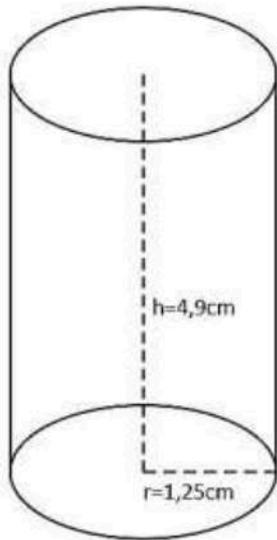
$$E = m_{ld} \cdot g$$

Sendo a densidade uma relação entre a massa e o volume, pode-se obter a massa multiplicando-se o volume pela densidade. Considerando-se que o volume de água deslocado é igual ao volume do objeto imerso (v_i) e substituindo na equação tem-se:

$$E = d_{ld} \cdot v_i \cdot g$$

No caso do experimento apresentado neste produto educacional, analisando-se cada cilindro separadamente, pode-se concluir que o volume do cilindro era de 24cm^3 , pois inicialmente o volume de água na proveta era de 50cm^3 e, após a imersão completa do cilindro metálico, o volume passou a ser de 74cm^3 .

Os cilindros utilizados no experimento são objetos regulares, portanto também é possível comprovar facilmente o volume de cada um a partir de cálculos geométricos. Basta analisar as dimensões do cilindro com uma régua e aplicar os valores obtidos na fórmula, conforme o exposto a seguir:



Sendo:

h = altura do cilindro
r = raio da circunferência

$$\begin{aligned} \text{volume do cilindro} &= \pi \cdot r^2 \cdot h \\ \text{volume do cilindro} &= \pi \cdot (1,25\text{cm})^2 \cdot 4,9\text{cm} \\ \text{volume do cilindro} &= 24,0\text{cm}^3 \end{aligned}$$

A partir do cálculo por meio da fórmula geométrica, pode-se comprovar que o volume do cilindro de fato é 24cm^3 , ou seja, o volume correspondente ao deslocamento da água.

É possível calcular o volume de qualquer metal a partir do deslocamento da água?

Na proposta apresentada, os volumes dos cilindros de alumínio, cobre e chumbo foram calculados por meio da análise do deslocamento da água contida em uma proveta graduada. Esses metais apresentam baixa reatividade à água e, dessa forma, o experimento pode ser realizado sem problemas, mas nem todos os metais apresentam esse comportamento.

A corrosão dos metais é o desgaste desses materiais causado a partir de reações eletroquímicas de oxidação. Esse processo muitas vezes ocorre lentamente e de forma natural, devido a presença de agentes oxidantes no ambiente, como o gás oxigênio e o vapor de água, por exemplo. Contudo, alguns metais são extremamente reativos à água, como é o caso dos metais alcalinos e metais alcalinos terrosos, que ao entrarem em contato com água instantaneamente reagem de forma violenta, provocando uma explosão e tendo como produtos o hidróxido do metal e o gás hidrogênio. Nesses casos, além de ser uma reação extremamente

perigosa de se realizar na sala de aula e sem os equipamentos de segurança adequados, torna-se inviável a determinação do volume da maneira apresentada anteriormente.

Com relação aos metais analisados, podem se tratar de substâncias puras ou misturas. Quais assuntos abordar a partir desse experimento?

O cálculo da densidade de um objeto metálico permite identificar se esse objeto é composto por apenas um tipo de metal (substância pura), ou se se trata de uma liga metálica.

Existem alguns métodos que podem ser utilizados para identificar a composição exata dessas ligas metálicas, como por exemplo, a determinação do ponto de fusão de cada um dos componentes, porém esse processo necessita de uma quantidade muito grande de energia e seria economicamente inviável.

Um dos métodos que vem sendo amplamente utilizado em laboratório para analisar a composição de ligas metálicas é o ensaio ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry), que em português significa Espectroscopia de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente. Esse processo se dá através da aplicação de um plasma extremamente quente na amostra, que faz com que os átomos sejam inicialmente excitados e, posteriormente, retornem ao estado fundamental. A medida da radiação emitida no processo permite identificar os componentes da amostra.

É possível abordar também, a partir da análise dos objetos metálicos, o motivo da fabricação das ligas, bem como suas propriedades e diferentes aplicações. As ligas metálicas caracterizam-se pela mistura de dois ou mais elementos, sendo ao menos um deles um metal. Diversos tipos de liga são aplicados em nosso cotidiano, sendo que um exemplo clássico é o aço, formado por uma mistura de ferro e carbono. As ligas são fabricadas devido às suas propriedades, daquelas observadas nos metais puros, no que se refere, por exemplo, a resistência mecânica, resistência elétrica, resistência a corrosão, o que permite uma diversidade de aplicações industriais.

Algumas ligas também muito conhecidas e de vasta aplicação industrial são o latão (composto por cobre e zinco), o bronze (composto por cobre e estanho), o aço inoxidável (composto por ferro, carbono e cromo, além de outros componentes

metálicos), a amálgama (composta por mercúrio e outros metais, por exemplo, mercúrio-prata e mercúrio-ouro), dentre outras diversas.

Quais assuntos são possíveis explorar a partir da discussão sobre o elemento ununênio?

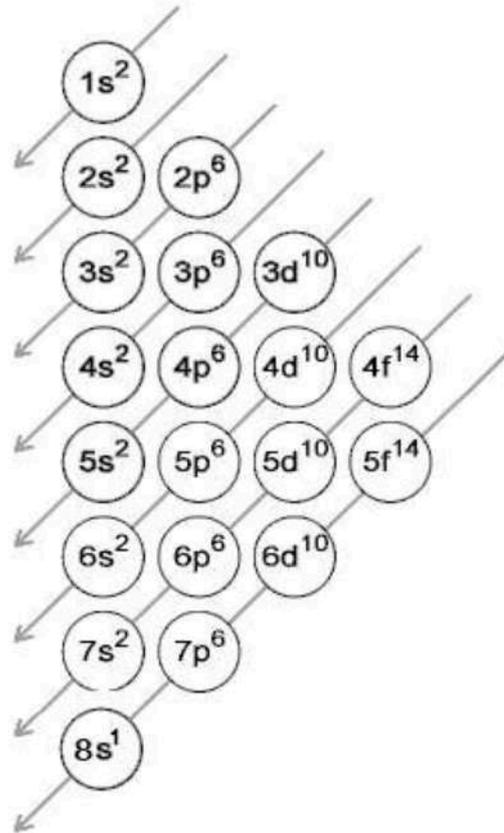
A partir da discussão sobre o elemento ununênio (Uue) é possível explorar a origem dos nomes dos diferentes elementos químicos e as propriedades de cada um, de acordo com suas posições na Tabela Periódica.

O nome “ununênio” vem do latim e significa “um, um e nove” e para criar esse elemento uma equipe de cientistas japoneses, coordenada pelo físico Hideto Enyo, pretende disparar feixes de vanádio metálico (V), que apresenta número atômico 23, em um alvo feito do elemento artificial cúrio (Cm), de número atômico 96, resultando no novo elemento, de número atômico 119.

O texto apresentado na proposta indicava que o elemento inauguraria o oitavo período da tabela periódica, o que permitiu aos alunos concluir que trata de um metal alcalino, contudo, é possível explorar outras propriedades para localizar a posição do elemento como, por exemplo, através da distribuição eletrônica ou da análise de uma tabela periódica atualizada.

Considerando que o elemento oganessônio (Og), de número atômico 118, ocupa o sétimo período da última família (família 18), conseqüentemente o próximo elemento químico ocupará o oitavo período da primeira família.

É importante observar que os elétrons do elemento ununênio ocuparão os diferentes níveis da configuração eletrônica, passando pelos elementos representativos (com elétrons nos orbitais s e p), pelos elementos de transição externa (com elétrons nos orbitais d) e pelos elementos de transição interna (com elétrons nos orbitais f). Contudo, será um metal alcalino, pois seu último elétron ocupará o orbital s, apresentando então, para a camada de valência, a configuração $8s^1$. Realizando a distribuição eletrônica do ununênio obtém-se a seguinte configuração:



Além disso, a partir desse tema é possível discutir também a instabilidade dos elementos artificiais, principalmente os transurânicos, ou seja, aqueles com número atômico superior a 92, pois são elementos extremamente radioativos, que sofrem decaimento em curto prazo, pouco tempo após serem criados. No caso do ununênio, por exemplo, para que o processo de formação desse elemento ocorra é necessário atingir um valor extremamente preciso de energia, pois se esta não for suficiente, os núcleos dos átomos de ambos os elementos ricocheteiam, impedindo o processo de fusão e, se a energia for demasiada, os átomos podem ser destruídos imediatamente após a sua criação, impedindo assim que os cientistas consigam analisar as suas propriedades.

Referências

- BELTRAN, Nelson. Orlando; CISCATO, Carlos. Alberto Mattoso. **Química**. Coleção Magistério de 2º Grau. São Paulo: Cortez, 1991.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Ministério da Educação: Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.observatoriodoensinomedio.ufpr.br/wpcontent/uploads/2017/04/BNCC-Documento-Final.pdf>. Acesso em: 10/10/2022.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS. **Investigações em ensino de ciências**, v. 22, n. 1, 2017.
- GUIMARÃES, Ademar Barbosa. O velho princípio de Arquimedes. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p. 170-175, 1999.
- JÚNIOR, Carlos Antônio Barros e Silva; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. **O lúdico na Química: influência da aplicação de jogos químicos no aprendizado dos alunos dos cursos técnicos de nível médio do IFRN Campus Ipangaçu**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-graduação em Ensino, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2016.
- MIRANDA, Mayara de Souza; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cássia. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 555-583, 2015.
- NUNES, Amisson dos Santos; ADORNI, Dulcinéia da Silva. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos**. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.
- SANTANA, Uilian dos Santos; SEDANO, Luciana. Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 378, 2021.
- SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.
- SILVA, Margarete Virgínia Gonçalves; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. O uso de fotografias para avaliação da aprendizagem dos conceitos de fenômenos físicos e reações químicas. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.