

# POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE QUÍMICA NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

*Potentialities of an investigative teaching sequence in chemistry teaching in promoting scientific literacy*

**Juliana Helena Moreno Ventura** [julianahelena\_ms@yahoo.com.br]

**Pedro Miranda Junior** [pedro.mjr@ifsp.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)*

*R. Pedro Vicente, 625 - Canindé, São Paulo - SP*

*Recebido em: 21/12/2023*

*Aceito em: 07/04/2024*

## Resumo

Este trabalho, realizado em uma abordagem qualitativa, tem como objetivo analisar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para promoção da alfabetização científica de estudantes de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental. A SEI, desenvolvida a partir do tema “propriedades físicas e químicas e seu uso na identificação de substâncias”, foi estruturada nas seguintes etapas: (i) leitura e discussão de um texto; (ii) o problema proposto; (iii) o experimento investigativo; (iv) sistematização dos conhecimentos construídos; e (v) o debate. Os dados foram coletados por meio de observação participante, questionário, gravação de áudios e produções dos estudantes. Os dados foram categorizados com base nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin. Utilizamos os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho para evidenciar a alfabetização científica dos estudantes durante as atividades da SEI. A partir da análise das potencialidades da SEI, concluímos que o ensino de ciências por investigação contribui para despertar o interesse e o espírito científico dos estudantes, corroborando assim para um aprendizado significativo e para promoção da alfabetização científica. Diferentes indicadores da alfabetização científica foram evidenciados nas falas e produções dos estudantes, sendo mais recorrentes o “levantamento de hipóteses” e a “explicação”.

**Palavras-chave:** ensino por investigação; ensino de química; alfabetização científica.

## Abstract

This work, carried out in a qualitative approach, aims to analyze the potential of an Investigative Teaching Sequence (SEI) to promote the scientific literacy of students in a 9<sup>th</sup> grade class of Elementary School. The SEI, developed based on the theme “physical and chemical properties and their use in the identification of substances”, was structured in the following stages: (i) reading and discussion of a text; (ii) the proposed problem; (iii) the investigative experiment; (iv) systematization of constructed knowledge; and (v) the debate. Data were collected through participant observation, questionnaire, audio recording and student productions. Data were categorized based on Bardin's content analysis assumptions. We used the indicators proposed by Sasseron and Carvalho to demonstrate the scientific literacy of students during SEI activities. From the analysis of potential of SEI, we concluded that the teaching of science by investigation can contribute to awaken the interest and the scientific spirit of the students, thus corroborating for a meaningful learning and for the promotion of scientific literacy. Different indicators of scientific literacy were evidenced in the speeches and productions of the students, with “hypothesis research” and “explanation” being more recurrent.

**Keywords:** inquiry-based teaching, chemistry teaching, scientific literacy

## INTRODUÇÃO

As críticas ao ensino tradicional, não contextualizado, em que se prioriza a transmissão de conteúdos e a aprendizagem mecânica, ainda estão presentes no meio acadêmico, principalmente por pesquisadores e professores que estudam diferentes estratégias de ensino. Geralmente, a abordagem tradicional de ensino traz informações que não estão diretamente relacionadas, ou ainda de forma limitada, com os conhecimentos prévios dos alunos, o que faz com que novos conteúdos sejam memorizados e posteriormente esquecidos, já que não trazem nenhum tipo de vínculo do conteúdo com a realidade do aluno (Ausubel, 2000; Marques et al., 2021; Moreira, 2021).

Uma das estratégias utilizadas para mudar tal realidade é o uso de metodologias ou abordagens diferenciadas em sala de aula, por meio de um ensino contextualizado que desperte a atenção e permita o engajamento dos alunos (Santos et al., 2020). Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC destaca a importância de o professor instigar o protagonismo do aluno em sua própria aprendizagem e exercer o papel de mediador nesse processo (Brasil, 2017).

Pensando nisso, elaboramos uma sequência de ensino pautada nos pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação, que permite trabalhar problemas abertos e que tenham relação com a realidade dos estudantes, estimulando seu protagonismo em sala de aula e promovendo a alfabetização científica. Carvalho (2013) define a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) como uma sequência de atividades realizadas no ambiente escolar, sobre determinado conteúdo pertinente à disciplina, na qual cada atividade deve ser planejada de forma a permitir ao aluno, a partir de seus conhecimentos prévios, construir novos conhecimentos e chegando, por fim, ao conhecimento científico.

Em tal contexto, este trabalho tem por objetivo analisar potencialidades de uma SEI no Ensino de Química para promoção da alfabetização científica de estudantes de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir do tema “propriedades físicas e químicas e seu uso na identificação de substâncias”.

## O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

O Ensino de Ciências deve ser baseado em abordagens ou estratégias que permitam a construção de um aprendizado significativo por meio do estímulo ao desenvolvimento das habilidades dos alunos, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem e também demonstrando aos estudantes que a ciência é acessível a todas as pessoas (Nunes & Adorni, 2010).

O Ensino de Ciências por Investigação almeja a criação de um ambiente investigativo durante as aulas de Ciências; porém, durante esse processo não se deve criar a ilusão de que os alunos reflitam ou ajam como cientistas, pois eles ainda não têm a maturidade e nem os recursos necessários para isso (Sasseron & Carvalho, 2008).

Carvalho (2013) ressalta que uma SEI deve apresentar determinadas atividades fundamentais, sendo elas: i) a apresentação de um problema experimental ou teórico contextualizado, na qual será feita uma introdução a um assunto de estudo que ofereça condições para que os alunos reflitam e proponham ações; ii) a sistematização do conhecimento construído para que os alunos discutam e comparem as ações que realizaram ou propuseram para a resolução do problema; e iii) a contextualização dos conhecimentos, em que é destacada a importância do assunto estudado e a sua relação com o cotidiano do aluno, levando-o a perceber a importância da ciência e do conhecimento científico no âmbito social.

Outros autores também trazem propostas de etapas para o ensino por investigação e destacam a sua importância. Zômpero e Laburú (2011), por exemplo, acreditam que essa abordagem aproxima a ciência da realidade do aluno. Gracia e León (1995) propõem que uma sequência investigativa se inicie com um problema proposto pelos próprios estudantes, seguida do levantamento de hipóteses, investigação, busca por novas informações, experimentação, leitura e conclusões, finalizando com os grupos apresentando seus resultados uns aos outros e aplicando os conhecimentos construídos em outras situações.

A importância do trabalho investigativo em sala de aula é enfatizada na BNCC, com destaque para a 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).

A SEI abrange uma sequência de atividades, sendo a primeira delas a apresentação de um problema para o aluno. A partir desse problema, o aluno deverá realizar o levantamento de hipóteses, as observações e os testes, até chegar à solução do problema. Carvalho (2013, p. 9) destaca que a SEI tem por finalidade:

[...] 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 [...].

Dentro da proposta do Ensino por Investigação, o professor, como mediador, auxilia o aluno para ser protagonista de sua aprendizagem, e por meio de sua participação em um trabalho científico adequado ao seu nível escolar, gradativamente, ao longo de cada aula, ocorrerá a sua alfabetização científica (Sasseron & Carvalho, 2008).

## A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

O termo “alfabetização científica” foi citado pela primeira vez pelo pesquisador Paul Hard em seu livro “Science Literacy: Its Meaning for American Schools”. Em inglês, idioma do autor, o termo utilizado era “scientific literacy” (Cerati, 2014).

Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), em relação à Alfabetização Científica (AC), 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”.

Jon Miller (1983) foi responsável pela elaboração da “mensuração da alfabetização científica” e propôs que esse processo deveria compreender três dimensões: i) compreender os conteúdos de ciências, que envolvem os conceitos e termos científicos; ii) compreender a natureza da ciência, as normas e os métodos científicos; e iii) compreender a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A BNCC também destaca a importância da alfabetização científica – neste caso o termo utilizado é “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. 321).

Para evidenciar se o processo de alfabetização científica está em desenvolvimento, Sasseron e Carvalho (2008) propõem o uso de indicadores da alfabetização científica (Quadro 1) que devem ser manifestados pelos alunos nas aulas de Ciências. Segundo as autoras:

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele (Sasseron & Carvalho, 2008, p. 338).

**Quadro 1 – Indicadores da Alfabetização Científica**

<b>Indicadores</b>	<b>Descrição</b>
Seriação de informações	Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.
Classificação de informações	Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
Raciocínio lógico	Compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
Raciocínio proporcional	Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Pode ser realizado tanto em forma de afirmação como em forma de pergunta.
Teste de hipóteses	Trata-se das etapas em que se coloca à prova suposições anteriormente levantadas. 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.
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.
Previsão	Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias.

Fonte: Sasseron & Carvalho (2008, pp. 338 e 339).

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho é de cunho qualitativo e seu desenvolvimento foi pautado nos fundamentos da abordagem da pesquisa qualitativa descritos por Lüdke e André (1986):

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).

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI), analisada neste trabalho, foi desenvolvida durante as aulas de Ciências para uma turma de 8 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada, localizada na cidade de São Paulo (SP).

A SEI teve como tema “propriedades físicas e químicas e seu uso na identificação de substâncias”. Antes do início da SEI, os alunos responderam um questionário diagnóstico para levantamento dos conhecimentos prévios. A SEI foi aplicada em sete aulas de 50 minutos e abrangeu cinco etapas descritas no Quadro 2.

**Quadro 2 – As Etapas da SEI**

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivos</b>
I: Leitura e discussão de um texto	A turma foi organizada em uma roda para leitura e discussão de um texto sobre a criação do elemento de número atômico 119.	Contextualizar o tema.
II: O problema proposto	Para resolução do problema, os alunos apresentaram hipóteses e em seguida discutiram em dupla suas hipóteses. Para planejar os experimentos para testar as hipóteses, os alunos realizaram uma pesquisa em casa.	Estimular os alunos a refletir, pesquisar e levantar hipóteses para a resolução do problema.
III: O experimento investigativo	Em duplas, os alunos realizaram o experimento investigativo para testar e discutir as hipóteses levantadas.	Testar as hipóteses para validá-las ou não.
IV: Sistematização dos conhecimentos construídos	Nessa etapa, mediada pelo professor, foi realizada uma discussão para levantar os conhecimentos construídos durante a SEI.	Organizar os conhecimentos construídos na SEI.
V. O debate	A turma, organizada em uma roda de conversa, debateu sobre a importância da química e dos conceitos abordados na SEI para a sociedade.	Avaliar se os alunos compreenderam a relação entre o que estudaram e sua realidade para além da sala de aula.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante as atividades da SEI, os alunos tiveram o papel de protagonistas e a professora, o de mediadora, propondo discussões e questionamentos que levassem os alunos a refletir, testando hipóteses e propondo soluções. Sasseron (s.d., p. 122), afirma que “a grande mudança no papel do professor no ensino por investigação é ser o promotor de oportunidades para novas interações entre os alunos e o conhecimento”.

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de observação participante, questionário, gravação de áudios e produções dos estudantes. Os dados foram categorizados com base nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2016). As falas dos alunos, durante os diálogos com a professora, foram categorizadas com base nos indicadores da AC (Quadro 1). Na transcrição dos diálogos, os nomes dos alunos foram alterados para preservar a identidade de cada um.

De acordo com Bardin (2016), a análise de conteúdo é um método muito recorrente em pesquisas qualitativas, pois permite interpretar as comunicações entre os participantes, atingindo assim os objetivos desejados durante o processo. Bardin (2016) define a Análise de Conteúdo como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2016, p. 37).

Bardin (2016) propõe ainda que, após a coleta dos dados, o pesquisador siga três etapas fundamentais para a realização da Análise de Conteúdo: a pré-análise dos dados; a exploração do material; e o tratamento dos dados, no qual estarão inseridas a conclusão e a interpretação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Organizamos a discussão dos resultados de acordo com a ordem das atividades da sequência de ensino investigativo, iniciando com o questionário diagnóstico para em seguida discutir as cinco etapas da SEI.

## Questionário Diagnóstico

Para análise do questionário diagnóstico, trazemos neste trabalho as questões: Q1 “O que são fenômenos físicos? Exemplifique.”; Q2 “O que são fenômenos químicos? Exemplifique.”; e Q9 “Qual é a importância da Química para a sociedade?”. Escolhemos essas questões pelo fato delas abordarem o tema central da SEI, “propriedades físicas e químicas e seu uso na identificação de substâncias”, permitindo entender, de modo geral, qual era a compreensão inicial dos alunos sobre o tema.

Nas respostas das questões Q1 e Q2, os alunos demonstraram uma ideia “decorada” dos conceitos de fenômenos físicos e fenômenos químicos, sendo a maioria das respostas do tipo “físico é aquele em que não há e químico é aquele em que há formação de substâncias novas”. Porém, durante as discussões desses conteúdos em aula, a maioria dos alunos não sabia explicar as suas definições ou dar exemplos de aplicações no cotidiano.

Em relação à Q9, todos os alunos demonstraram perceber a importância da química para a sociedade; entretanto, eles apresentaram dificuldades em correlacionar contribuições da química com sua realidade fora da sala de aula. No geral, os alunos em suas respostas evidenciaram a importância da química para a tecnologia, sem apontar áreas específicas de aplicação.

As respostas dos alunos ao questionário prévio possibilitaram à professora reorganizar as atividades da SEI para que tais conhecimentos fossem adequadamente desenvolvidos e utilizados nos momentos de investigação do problema proposto na sequência.

## Etapa I – Leitura e Discussão de um Texto

Nesta etapa, os alunos leram e discutiram o texto intitulado “Ununênio, o novo elemento químico que cientistas japoneses tentam criar”<sup>1</sup>. 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. Na Tabela 1, trazemos um trecho do diálogo ocorrido nesse momento, bem como os indicadores da alfabetização científica evidenciados em algumas falas dos alunos.

**Tabela 1:** Indicadores da AC 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 hipóteses
Professora	Vamos pensar na tabela periódica! Os gases nobres estão todos na oitava linha da tabela periódica?	
Lucas	Ah não, na oitava família (apontando o grupo 18) né?	Organização de informações
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.	

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

Professora	Vamos olhar a tabela periódica. Olhem para os períodos! Onde é que seria a primeira família caso surgisse o oitavo período?	
João	Ah! Na primeira família né gente! Poxa, é isso né professora?	Levantamento de hipóteses
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 quê esse elemento poderia ser utilizado?	
Lucas	Para fazer alguma tecnologia, para conduzir eletricidade.	Previsão

Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante a discussão do texto, os alunos concluíram que o “ununênio”, o novo elemento com número atômico 119, considerando a sua posição na tabela periódica, seria classificado como metal alcalino. A partir desse texto foi possível retomar o conceito de propriedades dos materiais, sobretudo discutir as propriedades dos metais como, por exemplo, boa condutividade térmica e elétrica.

## Etapa II – O Problema Proposto

Na Etapa II, foi apresentado aos alunos o problema de investigação da SEI (Quadro 3) e, logo em seguida, os alunos levantaram hipóteses para sua resolução. A professora organizou a turma em duplas e pediu para que discutissem suas hipóteses. No final da aula, a professora solicitou que as duplas de alunos pesquisassem em casa, utilizando o próprio livro didático e a internet, consultando sites de fontes confiáveis, principalmente aqueles vinculados a universidades ou a revistas científicas na área da química, para apresentar na semana seguinte possíveis soluções ao problema proposto.

### Quadro 3: O problema de investigação

<p>Considere que você está trabalhando em um laboratório e encontrou duas caixas.</p> <p><b>Caixa 1</b> 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.</p> <p><b>Caixa 2</b> 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.</p> <p><b>Problema:</b> 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?</p>
---

**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.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## A Caixa 1

Para resolução do problema os alunos apresentaram como hipóteses iniciais testar os sais com algum ácido; porém não detalharam como poderia distinguir as substâncias com esse reagente. Na aula seguinte os alunos apresentaram novas hipóteses, sendo possível perceber que eles realmente realizaram pesquisas na tentativa de solucionar o problema, pois trouxeram novas ideias. A maioria propôs a realização de uma reação química com um ácido para identificar o bicarbonato de sódio das demais; para distinguir o cloreto de sódio do cloreto de cálcio os alunos propuseram a realização do teste de chama.

É importante ressaltar que os alunos já conheciam os modelos atômicos clássicos (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr) e que a professora da turma já havia explicado em sala de aula fenômenos de absorção e emissão de energia relacionados às transições eletrônicas entre níveis de energia de um átomo, fenômenos esses utilizados para explicar as cores observadas em fogos de artifícios e no teste de chama para identificação de alguns íons; no entanto ainda não havia abordado reações químicas.

O levantamento de hipóteses assertivas, como ocorrido nesta etapa é um indicativo de que a aprendizagem por meio de problemas é promissora, pois contribui para construção de conceitos. Em um trecho do diálogo ocorrido neste momento, transcrito na Tabela 2, explicitamos os indicadores da AC evidenciados nas falas dos alunos.

**Tabela 2:** Indicadores da AC 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.	Explicação
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	E para distinguir o cloreto de sódio do cloreto de cálcio?	
Lucas	Para os outros dois sais eu vi dá para distinguir pelas diferentes cores no teste de chama, mas nunca testei.	Previsão
Professora	Vamos fazer também esse teste de chama. Vocês vão ver que tem relação com um assunto que já estudamos.	

Fonte: Elaborada pelos autores

## A Caixa 2

Para a identificação dos metais contidos na segunda caixa, os alunos propuseram como hipóteses iniciais determinação das temperaturas de fusão e ebulição e da densidade. Então a professora solicitou que os alunos realizassem uma pesquisa sobre as temperaturas de fusão e de ebulição e as densidades desses metais, como também o procedimento necessário para determinar a densidade dos cilindros metálicos.



Após a realização da pesquisa, os alunos apresentaram os dados pesquisados e as novas hipóteses, sendo que dois alunos apresentaram como hipótese a determinação das temperaturas de fusão e ebulição e seis alunos indicaram a determinação da densidade. Nesse momento, a professora comentou que para determinação da temperatura de fusão demandaria operações específicas que não seriam possíveis de serem realizadas em sala de aula, já que a escola não dispunha de laboratório; enquanto a determinação da densidade seria possível de ser realizada. Todos os alunos concordaram então em testar a hipótese da densidade para distinguir os metais. Na Tabela 3 apresentamos um trecho do diálogo ocorrido durante a discussão sobre possíveis resoluções do problema, bem como os indicadores da alfabetização científica evidenciados.

**Tabela 3:** Indicadores da AC 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°C, 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

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Etapa III – O Experimento Investigativo

### A Caixa 1

Para identificar o bicarbonato de sódio dos outros dois sólidos, os alunos indicaram o uso de um reagente ácido. Como o teste foi realizado em sala de aula, como medida de segurança, a professora sugeriu o uso do vinagre, solução aquosa que contém ácido acético. As reações entre ácidos e sais contendo íons bicarbonato resultam na produção do ácido carbônico que, por ser um composto instável, logo se decompõe em gás carbônico e água.

Durante o teste, os alunos adicionaram, separadamente, um pouco de cada uma das três amostras em três tubos de ensaio contendo cerca de 2 mL de vinagre. A liberação de gás ocorreu somente em um dos tubos, identificando assim o bicarbonato de sódio dos demais sólidos. Na reação do bicarbonato de sódio com o ácido acético há liberação de gás carbônico, evidenciado pela efervescência, reação química representada na equação:



Para diferenciar o cloreto de sódio do cloreto de cálcio, os alunos realizaram o teste de chama utilizando frascos com spray borrifador e lamparina. Sob a supervisão da professora, os alunos testaram os dois sais, dissolvendo cada um deles em pequena quantidade de etanol e transferindo cada solução para um pequeno frasco de vidro com spray borrifador. Ao borrifar uma das soluções na chama de uma lamparina, a chama ficou com coloração amarela e ao testar a outra solução, a chama apresentou coloração vermelho-alaranjado.

Utilizamos o etanol para facilitar a produção da chama na lamparina; no entanto é importante ressaltar o perigo de usá-lo próximo a chama, já que o etanol é extremamente inflamável e deve ser manipulado com muito cuidado, sempre com a supervisão do professor.

Durante o teste de chama, os alunos foram então questionados pela professora sobre qual das amostras apresentava a coloração mais próxima àquela verificada quando eles observavam alguém cozinhando em suas casas e derrubando água com sal na chama do fogão. Todos os alunos concluíram que a chama de coloração amarela se tratava do cloreto de sódio e a chama de coloração vermelho-alaranjado do cloreto de cálcio.

Nesse momento foi possível retomar os conceitos estudados sobre modelos atômicos e como as contribuições de Bohr nos permitem compreender as transições eletrônicas que envolvem processos de absorção e emissão de energia. Segundo o modelo atômico de Bohr, o átomo apresenta níveis de energia disponíveis para seus elétrons. O átomo, em seu estado fundamental, os elétrons estão nos níveis mais baixos de energia e, ao receber energia de uma chama, alguns elétrons ganham energia e são promovidos para níveis de maior energia, e o átomo passa então para o estado excitado. Quando os elétrons retornam aos níveis de menor energia, o átomo libera energia na forma de um fóton de radiação eletromagnética. Quando a radiação emitida apresenta comprimento de onda na região visível do espectro eletromagnético, são observadas diferentes colorações no teste de chama, cujas cores podem ser utilizadas na identificação dos íons testados.

Na Tabela 4, que apresenta um trecho transcrito do diálogo ocorrido após realizações dos testes para identificação dos três sólidos da caixa 1, estão evidenciados nas falas de alguns alunos indicadores da AC.

**Tabela 4:** Indicadores da AC durante o levantamento de hipóteses - caixa 1:

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Professora	E aí, pessoal? Qual dessas substâncias é o bicarbonato de sódio?	
Manuela	A que saiu gás quando colocamos o vinagre. Eu sabia que ia ter o gás porque a gente já fez essa mistura em casa!	Explicação
Professora	E sobre as outras duas substâncias? Apenas pela cor no teste de chama, 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

Fonte: Elaborado pelos autores.

## A Caixa 2

Para solucionar o problema, os grupos decidiram determinar a densidade dos cilindros metálicos, mas alguns alunos tiveram dificuldade inicial em medir o volume de tais amostras. A professora comentou que eles poderiam utilizar conhecimentos da matemática como também poderiam determinar o volume utilizando equipamentos comuns 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. Em seguida, a professora auxiliou os alunos na medida e no cálculo do volume, e juntos perceberam que os três cilindros tinham iguais volumes, pois todos apresentavam as mesmas alturas e os mesmos diâmetros.

Na sequência, a professora explicou outra forma de determinar o volume, por diferença de volume da coluna de água contida em uma proveta, antes e após a imersão da amostra. Para determinar o volume das amostras foi utilizado uma proveta graduada de 100 mL (subdivisão 1 mL), feita de polipropileno. Após a imersão do cilindro na proveta contendo 50 mL de água, o volume foi deslocado para 74 mL. Cada dupla de alunos calculou os volumes das amostras e os três cilindros apresentaram o volume de 24 mL, o que equivale a  $24 \text{ cm}^3$ .

Após a determinação dos volumes, os alunos pesaram a massa de cada um dos cilindros secos e observaram que todos tinham massas diferentes. A massa dos metais foi determinada utilizando-se uma balança simples de uso culinário com capacidade de 1000 g e precisão 1 g. Na Figura 1 apresentamos a imagem da balança utilizada e as massas medidas das amostras dos cilindros metálicos.



**Figura 1:** Balança utilizada no experimento e os resultados obtidos

Fonte: Foto tirada pelos autores.

Por fim, os alunos realizaram os cálculos da densidade de cada um dos cilindros metálicos e compararam com a tabela de densidade de metais pesquisada e elaborada por eles. Todos os alunos

afirmaram que: a amostra I, densidade  $2,7 \text{ g/cm}^3$ , era o cilindro de alumínio; a amostra II, densidade  $11,3 \text{ g/cm}^3$ , era o de chumbo; e a amostra III, densidade  $9,1 \text{ g/cm}^3$ , correspondia ao cilindro cobre.

O único cilindro que apresentou densidade um pouco diferente dos valores da tabela foi o cilindro de cobre, que quando puro tem densidade  $8,96 \text{ g/cm}^3$ , dados esses que fomentaram o questionamento sobre a pureza do cilindro do cobre. Essa diferença pode indicar que o cilindro de cobre não está puro, tratando-se de uma mistura, ou seja, uma liga de cobre; no entanto, devido à baixa precisão da balança e da proveta utilizadas no experimento, não é possível afirmar que a amostra realmente é uma liga de cobre.

A Tabela 5 apresenta um trecho das falas ocorridas nesse momento, bem como os indicadores da AC manifestados pelos alunos.

**Tabela 5:** Indicadores da AC durante o levantamento de hipóteses - caixa 2:

Aluno(a)	Fala	Indicador da AC
Jéssica	Prô, então olhando aqui na tabela dá pra saber que este aqui é o chumbo, que deu densidade 11,3. E o alumínio o que deu 2,7.	Seriação de informações
Professora	E o cobre?	
Gabriela	O cobre eu acho que não tá puro.	Levantamento de hipóteses
Professora	Todos concordam?  (todos os alunos confirmam que sim)	
Lucas	Eu acho que sim, pô! 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 à densidade tabelada em nossos cálculos.	

Fonte: Elaborada pelos autores.

#### Etapa IV – Sistematização dos Conhecimentos Construídos

Na quarta etapa da SEI, a professora e os alunos fizeram uma roda para discutir e sistematizar os conhecimentos construídos durante as atividades. A professora perguntou aos alunos se eles gostaram da SEI e pediu para que falassem sobre alguns conceitos aprendidos 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 para determinação da densidade de forma prática, pois tal propriedade era um conceito que eles só tinham estudado de forma teórica. A seguir apresentamos um trecho deste diálogo:

**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 <sup>aquele</sup> metal era o cobre só por causa da cor. Eu não ia saber que estava misturado se não soubesse a densidade.

A realização de experimentos para testar hipóteses a partir de uma atividade investigativa, além de despertar o interesse e motivação dos estudantes, contribui para construção de conceitos e

para uma aprendizagem mais significativa, nesta perspectiva, Lewin e Lomascólo (1998, p. 148) afirmam que:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como ‘projetos de investigação’ favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes, tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

### Etapa V – Roda de Conversa

Durante a roda de conversa, a professora instigou os alunos a debater sobre aplicações da química na sociedade, assim como a importância dos conceitos químicos e das substâncias estudadas durante a SEI para a vida das pessoas. Esta etapa teve como foco a contextualização para aprofundamentos dos conhecimentos construídos durante a SEI. O diálogo foi gravado e posteriormente transcrito para análise de conteúdo. Após leitura minuciosa do diálogo, emergiram cinco categorias de análise, descritas na Tabela 6. Em seguida apresentamos a discussão de cada uma das categorias, trazendo como exemplo a fala de um dos alunos.

**Tabela 5:** Categorias de análise

Categorias	Descritores	Frequência
1 - Tecnologia	Nesta categoria foram agrupados exemplos citados pelos alunos sobre o uso da química para aplicações tecnológicas.	8
2 - Alimentação	Estão incluídas nesta categoria as citações dos alunos que fizeram menção à aplicação da química na produção de alimentos.	8
3 – 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.	3
4 - Higiene e Limpeza	Nesta categoria foram agrupadas as citações de alunos que fizeram menção à aplicação da química para fabricação de produtos de higiene e limpeza.	8
5 - Situações de Guerra	Nesta última categoria foram agrupadas as citações dos alunos que citaram o uso da química para produção de armas e explosivos.	2

Fonte: Elaborada pelos autores

Na categoria 1 (Tecnologia) foram agrupadas as citações de oito alunos que fizeram menção ao uso da química para aplicações tecnológicas. A professora durante o diálogo destacou as seguintes áreas da aplicação da Química: metalurgia, indústria de cerâmica, fabricação de vidros, tintas e pigmentos, e medicamentos. É notória, desde a leitura das respostas ao questionário diagnóstico, a percepção dos alunos sobre a importância da Química neste campo, pois eles apresentaram aplicações para além daquelas destacadas pela professora, expondo seus conhecimentos. Exemplo:

**João:** Se eu pudesse, criaria um novo elemento químico, porque pode ajudar na tecnologia.

Na categoria 2 (Alimentação) foram incluídas as citações de oito alunos que fizeram menção à aplicação da Química na produção de alimentos. Os alunos destacaram os principais elementos constituintes dos alimentos, como: carbono, hidrogênio, oxigênio; nitrogênio, ferro e cálcio, também comentaram sobre as ligações químicas entre os átomos nas estruturas de vitaminas e proteínas. A professora destacou que o conhecimento sobre o teor de nutrientes dos alimentos (carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais) e das funções destes no organismo influencia diretamente na escolha de uma dieta balanceada. A partir das falas dos alunos foi possível perceber

que todos compreenderam a importância dos elementos e das ligações químicas entre os átomos na formação dos compostos constituintes dos alimentos. Exemplo:

**Manuela:** 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.

A categoria 3 (Saúde) abrange as citações de três alunos que fizeram menção à importância da química em alguma área da saúde como, por exemplo, a indústria farmacêutica. Desde seus primórdios, sabemos que a Química tem um papel de extrema importância para a área de saúde pública e qualidade de vida da população. Na análise das falas dos alunos foi possível perceber que eles compreenderam a importância da química para a produção de medicamentos e também para as demais áreas associadas à saúde. Exemplo:

**Gabriela:** A indústria farmacêutica também utiliza substâncias químicas para produzir os remédios.

Na categoria 4 (Higiene e Limpeza) foram agrupadas as citações de oito alunos que fizeram menção à relação da química com a produção de produtos de higiene e limpeza. 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 e desodorantes), de limpeza (como detergentes, sabões e desinfetantes) e de saneamento básico (produtos utilizados nos processos físicos e químicos nas estações de tratamento da água) (Rodrigues, 2022). Alguns alunos também descreveram que seus pais fazem uso de misturas de produtos caseiros para realização de limpeza, como por exemplo, a mistura de água, álcool, vinagre e bicarbonato de sódio. Exemplo:

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

O termo “limpinho” na fala da aluna Jéssica refere-se à limpeza que essa mistura proporciona segundo seus pais. Nesse momento a professora comentou que a ação de limpeza atribuída a essa mistura de produtos é alvo de discussão por não ter eficácia comprovada, e ainda alertou a turma sobre o perigo de misturar produtos de limpeza que podem provocar acidentes graves.

Na categoria 5 (Situações de Guerra) foram agrupadas as citações de dois alunos que fizeram menção à importância da química para as situações de guerra, já que são necessários conhecimentos desta área para a produção de armas e explosivos. Segundo Smart (1997), há mais de dois mil anos existem registros da utilização de substâncias químicas em situações de guerras, sendo consideradas 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. Exemplo:

**Lucas:** Dá para usar substâncias e fazer explosivos. Tem país que faz isso na guerra né!

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

No decorrer da SEI, os alunos ampliaram seus conhecimentos e a percepção da aplicação da química em diferentes áreas da sociedade. A análise das categorias deixa evidente que os estudantes ampliaram esta percepção, pois no questionário diagnóstico todos tinham destacados apenas a importância da química para a tecnologia; já na última etapa da SEI, concomitantemente às falas da professora durante a roda de conversa, todos citaram a importância da química em diferentes áreas, como alimentação, saúde, higiene e limpeza, aplicações desenvolvidas a partir do conhecimento químico e dos avanços tecnológicos.

Consideramos que a SEI contribuiu para promoção da alfabetização científica dos alunos, fato evidenciado pelos indicadores da alfabetização científica suscitados desde o início das atividades, 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 realizar 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.

A abordagem do tema “propriedades físicas e químicas e seu uso na identificação de substâncias”, de forma investigativa e contextualizada, contribuiu para o aprendizado mais significativo dos alunos. 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. Esse fato pôde ser observado durante a realização dos experimentos, em que os alunos comentavam que antes não sabiam ao certo como os cientistas realizavam suas pesquisas, mas que agora compreendiam e que é possível fazer na escola, mesmo de forma simples, alguns procedimentos realizados pelos cientistas no desenvolvimento de suas pesquisas.

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.

## REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Brasil. Ministério da Educação (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Recuperado de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.
- Carvalho, A. M. P. D. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In A. M. P. Carvalho (Org), *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning.
- Cerati, T. M. (2014). *Educação em jardins botânicos na perspectiva da alfabetização científica: análise de uma exposição e público*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.48.2014.tde-02042015-114915. Recuperado de [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br).
- García Rodríguez, J. J., & Cañal de León, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Revista Investigación en la Escuela*, 25, 5-16.
- Lewin, A. F., & Lomascolo, T. M. (1998). La Metodología científica en la construcción de conocimientos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 20(2), 147-154.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U.

- Marques, H. R., Campos, A., C., Andrade, D. M. & Zambalde, A. L. (2021). Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 26(03), 718-741.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112 (2), 29-48.
- Moreira, M. A. (2021). Ensino de Ciências: Críticas e Desafios. *Experiências em Ensino de Ciências*. 16(2), 1-10.
- Nunes, A. D. S., & Adorni, D. D. S. (2010). 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*, 1-7, Vitória da Conquista, BA.
- Rodrigues, S. P. (2022). Química e Saúde Pública: Elementos da História de uma relação fundamental. *[RMD] Revista Multidisciplinar*, 4(2), 57-74.
- Santos, I. G. S., Teodoro, R. C. P., Sadoyama, G., & Sadoyama, A. S. P. (2020). O uso de metodologias ativas no ensino de ciências: um estudo de revisão sistemática. *Revista de Psicologia, Educação e Cultura*, 24(3), 69-91.
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de ciências*, 13(3), 333-352.
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, 16(1), 59-77.
- Sasseron, L. H. (s.d.). Ensino por investigação: pressupostos e práticas. In *Fundamentos Teórico-Metodológicos para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula*, Licenciatura em Ciências, módulo 7, capítulo 12 (pp. 116-124). São Paulo: USP/Univesp. Recuperado de [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf).
- Smart, J. K. (1997). History of chemical and biological warfare: an American perspective. In R. Zajtchuk (Ed.), *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare* (pp. 9-86). Washington, DC: Office of the Surgeon General Department of the Army.
- Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 13, 67-80.