



**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, campus 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).

SUMÁRIO

Apresentação do Produto Educacional.....	5
Introdução.....	6
1. Referenciais Teóricos	7
O Ensino de Química.....	7
Alfabetização Científica	8
Indicadores da Alfabetização Científica	9
Sequência de Ensino Investigativo (SEI)	10
2. A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) proposta.....	12
Detalhamento das Etapas da SEI	13
I - Questionário prévio.....	13
II - Contextualização do tema.....	13
III - O problema de investigação da SEI.....	14
IV – Experimentação investigativa	15
V – Sistematização do conhecimento	19
VI – Divulgação da SEI	19
3. Considerações Finais	22
Uma reflexão sobre a sequência de ensino investigativo (SEI).....	23
Referências.....	30

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”*¹ 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)?”.

¹ 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.

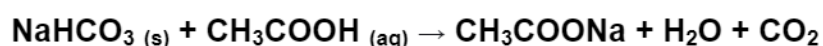
Exemplo de experimentos realizados

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:

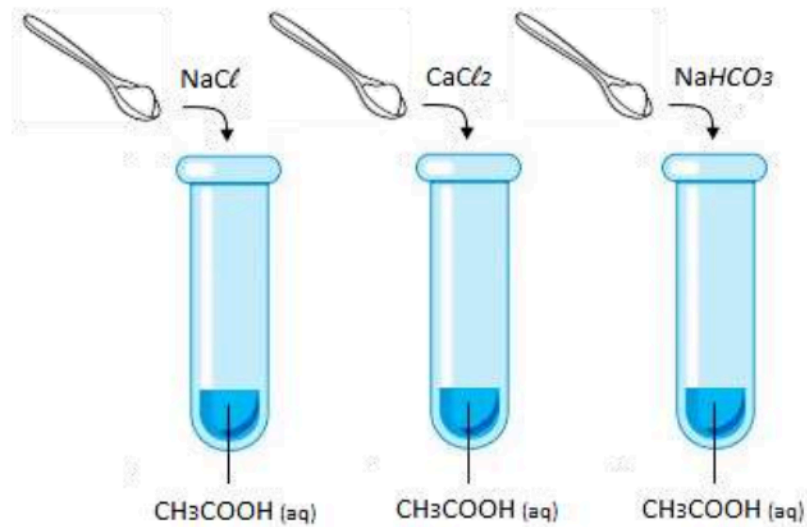


Figura 1: Teste para identificação do bicarbonato de sódio com vinagre.

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.

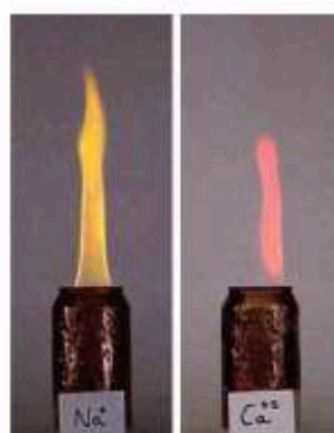


Figura 2: Colaração dos íons sódio e cálcio, respectivamente, durante o teste de chamas.

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 74mL. A partir da diferença entre o volume final (água + metal) e o volume inicial (água), determinamos o volume do cilindro igual a 24cm^3 . Os outros dois cilindros também apresentavam o mesmo volume de 24cm^3 . Na Figura 4, apresentamos o experimento realizado para determinação do volume dos cilindros.

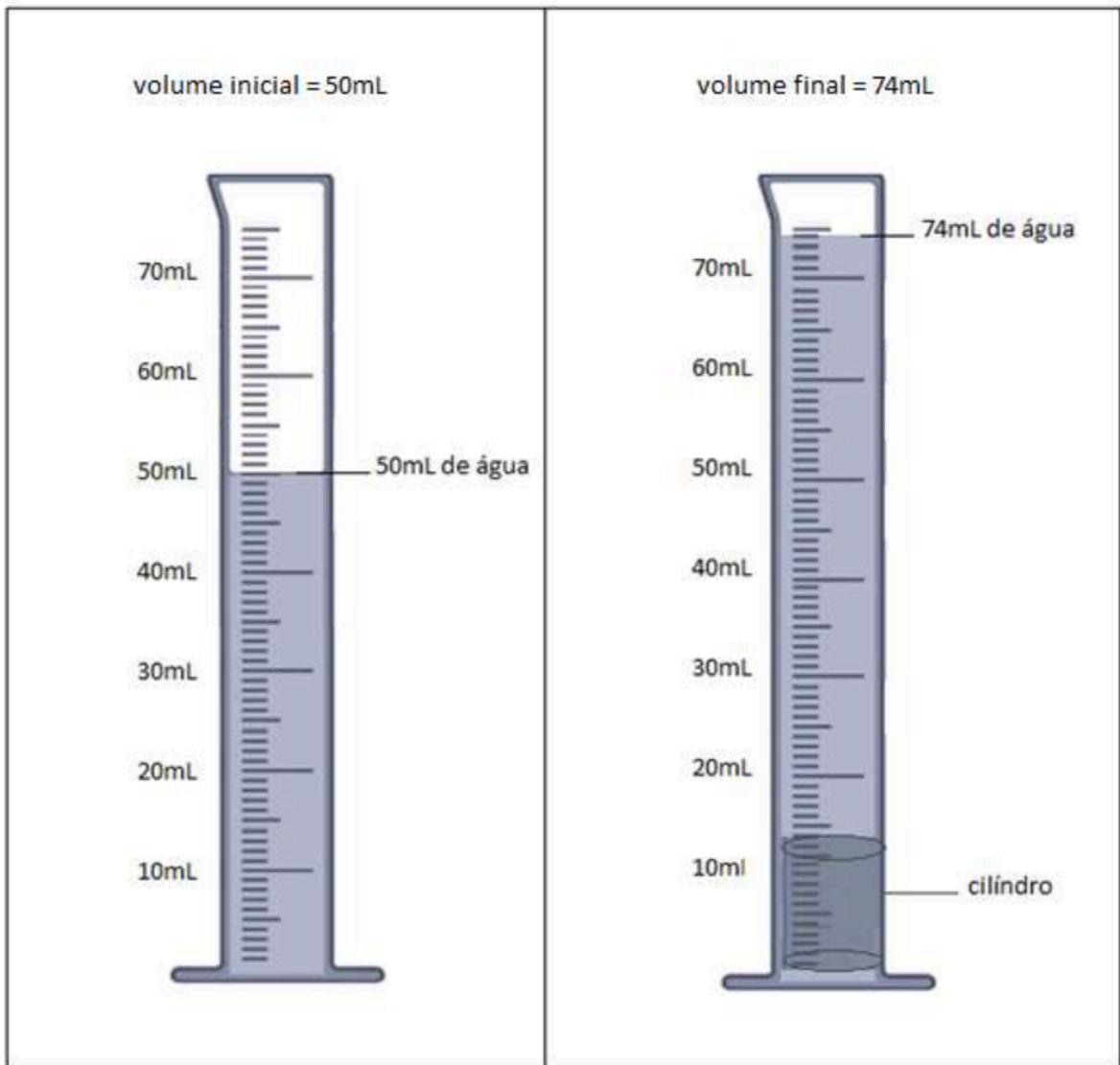


Figura 3: Experimento para determinação do volume dos metais.

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

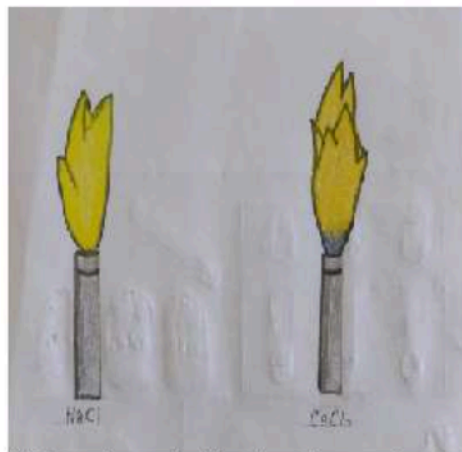
Para a SEI que aplicamos, durante o intervalo de aulas de um determinado dia, os alunos fixaram seus cartazes no corredor da escola para divulgar as atividades da SEI para alunos de outras turmas e também para os professores da escola. Utilizando uma carteira em sala de aula, um dos grupos demonstrou 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

$$E = P_{ld}$$

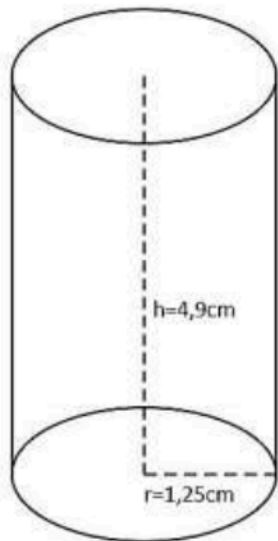
$$E = m_{ld} \cdot g$$

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:

$$E = d_{\text{íd}} \cdot v_i \cdot g$$

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

$$\text{volume do cilindro} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$\text{volume do cilindro} = \pi \cdot (1,25\text{cm})^2 \cdot 4,9\text{cm}$$

$$\text{volume do cilindro} = 24,0\text{cm}^3$$

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?

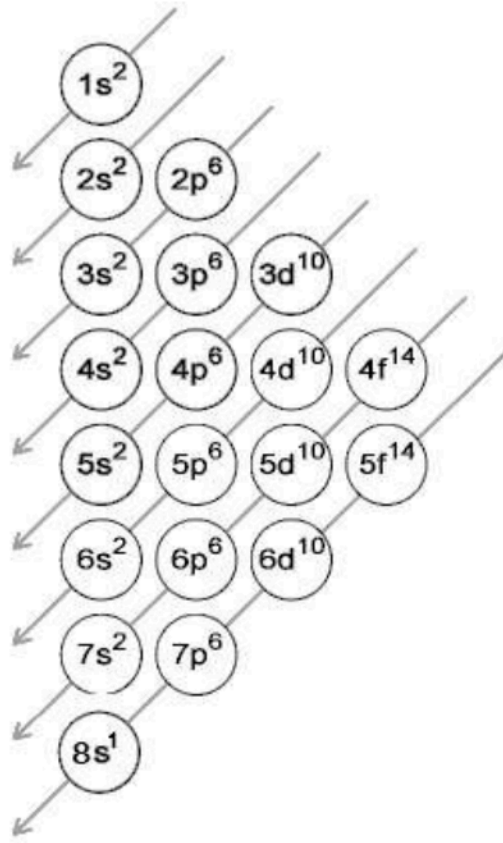
A partir da discussão sobre o elemento ununênio (Uue) é possível explorar a origem dos nomes dos diferentes elementos químicos e as propriedades de cada um, de acordo com suas posições na Tabela Periódica.

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 concluírem 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.