

O TEOR DE SÓDIO NOS ALIMENTOS: UM CENÁRIO DIDÁTICO AO ENSINO DA QUÍMICA NOS MOLDES DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)

THE SODIUM CONTENT IN FOODS: A SCENARIO FOR TEACHING CHEMISTRY IN THE TEMPLATES OF *PROBLEMATIZED EXPERIMENTAL ACTIVITY* (PEA)

André Luís Silva da Silva¹, Daniel de Guarçoni Martins², Paulo Rogério Garcez de Moura³, Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia⁴

Recebido: abril/2020 Aprovado: setembro/2021

Resumo: Neste artigo é utilizado o *íon sódio*, suas recomendações nutricionais e o sal de cozinha como sua fonte primária, como temática científica de cenário à apresentação de uma proposta de ensino-aprendizagem à Química, particularmente utilizando-se da metodologia experimental. Nesse propósito, discute-se a *Atividade Experimental Problematizada* (AEP), sua teoria e método, como sistema organizacional à experimentação desenvolvida. Utilizando-se da técnica volumétrica de precipitação, nas especificidades do *método de Mohr*, propõe-se a análise do teor do íon sódio em um alimento ultraprocessado, o biscoito *disquinho de cebola*, a partir da proposição de uma situação-problema potencialmente articulável à distintos níveis de ensino da Química. Espera-se, com isso, incentivar/qualificar novas atribuições didático-experimentais dos temas da Química, muitas vezes excessivamente teorizados e desvinculados socialmente.

Palavras-chave: Ensino de Química, experimentação, íon sódio, método de Mohr.

Abstract: In this article, *sodium ion*, its nutritional recommendations and table salt as its primary source, are used as a scientific thematic setting for the presentation of a teaching-learning proposal to Chemistry, particularly using the experimental methodology. In this regard, the *Problematic Experimental Activity* (PEA), its theory and method, is discussed as an organizational system to the developed experimentation. Using the volumetric precipitation technique, in the specifics of the *Mohr method*, we propose an analysis of the sodium ion content in an ultra-processed food, the onion soft biscuit, based on the proposition of a problem situation potentially articulating to different Chemistry teaching levels. It is hoped, with this, to encourage/qualify new didactic-experimental investments on the themes of Chemistry, often excessively theorized and socially disconnected.

Keywords: Chemistry Teaching, experimentation, sodium ion, Mohr method.

¹  ORCID iD 0000-0002-8245-9389- Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor Adjunto, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Av. Pedro Anunciação, 111 - Bairro Vila Batista, CEP: 96570-000. Caçapava do Sul, RS, Brasil. E-mail: andresilva@unipampa.edu.br

²  ORCID iD 0000-0002-1045-7456- Mestre, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Professor Estadual, Estado do Espírito Santo (SEDU), Vitória, Espírito Santo, Brasil. Rua Carlos Alves, 170/1002, Bento Ferreira, CEP: 29050-600. Vitória, ES, Brasil. E-mail: professorsordanielguarconi@gmail.com

³  ORCID iD 0000-0002-6893-3873- Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, Espírito Santo, Brasil. Rua Gastão Roubach, nº 2, Praia da Costa, Vila Velha, ES, Brasil. E-mail: paulo.moura@ufes.br

⁴  ORCID iD 0000-0001-7979-0356- Doutora, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora Adjunta, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. Av. Antônio Gil Veloso, n. 400, Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. E-mail: anaraquel.ifes@gmail.com

1. Introdução

Amplas são as potenciais contribuições da experimentação ao ensino da Química, tendo em vista os efeitos de mediação que desempenha, contribuindo à sua aprendizagem. Visto isso, a *Base Nacional Comum Curricular* salienta a importância dessa estratégia na área de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, endossando a articulação de temáticas científicas à abordagens práticas, e estas, às iniciativas de problematizações. Fato esse pode ser aferido em meio ao desenvolvimento de suas competências específicas de números 1, 2 e 3:

[...] espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (BRASIL, 2017, p. 558).

Contudo, considera-se que uma atividade experimental, mesmo que articulada à dada situação-problema, ainda carece de uma organização fundamentada em teoria e método, isto é, de uma sistematização. A isso se pretende suprir neste artigo, ao se considerar os fundamentos da *Atividade Experimental Problematizada* (AEP). Silva e Moura (2018, p. 7) apontam que “[...] uma AEP configura-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução a dada situação-problema”. Sendo assim, essa proposta de ensino-aprendizagem caracteriza-se por tratar-se de um processo de investigação que visa solucionar um determinado problema, a partir de um planejamento sistêmico. Nesse sentido, considera-se a importância de tornar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação, uma vez que as atividades investigativas genuinamente favorecem a formação do pensamento crítico do sujeito (GIORDAN, 1999).

Aliado a isso, a contextualização do experimento provoca cognitivamente os estudantes, atraindo sua atenção aos temas científicos abordados, induzindo-os a relacionarem fatos, adentrarem-se na linguagem química e utilizarem de suas concepções prévias, desenvolvendo um interesse lúdico a partir das associações que estabelecem entre tais temas e seu próprio meio social. Nesse escopo, ao se utilizar a temática do *íon sódio e o sal de cozinha*, aproxima-se a Química de algo presente no cotidiano dos estudantes, encorajando-os a relacionarem temáticas presentes nas Ciências ao seu contexto cultural, político e socioeconômico, tendo em vista seus avanços científico-tecnológicos e os efeitos que desempenham em nossas vidas (SUAREZ; SARTORI; FATIBELLO-FILHO, 2013).

Sendo assim, neste artigo se pretende apresentar a temática do *íon sódio* como cenário didático à sistematização de uma proposta experimental, nos moldes da AEP, tendo em vista o objetivo em se consolidar um método de ensino facilitador a amplas aprendizagens, a partir de suas características de problematização originárias de sua condução e consolidado pelas discussões que potencialmente origina.

2 Teores de íon sódio recomendáveis: o caso do biscoito disquinho de cebola

A ingestão elevada de íon sódio é um dos principais fatores de risco à hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, hipertrofia ventricular esquerda e doenças renais. Ainda assim, seu consumo em muitos países ultrapassa os limites aconselhados pela *Organização Mundial de Saúde* (OMS) (SARNO et al., 2012). Os autores Nilson, Spaniol e Gonçalves (2016, p. 1) seguem acrescentando que “[...] a redução do consumo de sódio é tema prioritário no enfrentamento das DCNT¹ no país, devido a sua relação com o risco de hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e renais, dentre outras”, atestando os fortes indicativos da importância em se consumir alimentos com níveis de íon sódio mais toleráveis. Porém, o cloreto de sódio é um considerável realçador de sabor dos alimentos (um tempero), gerando importantes alterações sobre as características sensoriais deles. Fato esse é verificado nas principais refeições do brasileiro e pela utilização global deste sal na fabricação industrial de produtos alimentícios e no preparo das refeições (FORTES et al., 2012).

Diante dessas questões, remete-se à pesquisa de Buzzo et al. (2014, p. 37-38), a qual destaca os desafios brasileiros para a questão.

Os elevados teores de sódio encontrados em diferentes tipos de produtos consumidos pela população brasileira revelam a importância [...] de decisão de autoridades competentes sobre a necessidade de implementação e manutenção de programas de monitoramento de alimentos estratégicos no país; permitindo assim, o acompanhamento sistemático do teor de sódio nestes tipos de alimentos consumidos e fornecendo uma ferramenta para auxiliar os produtores a se adequarem no controle de adição de sódio nos produtos industrializados.

Esse é um fato histórico marcante no combate ao consumo excessivo de sódio nos alimentos processados e ultraprocessados produzidos no Brasil. O *Ministério da Saúde* (MS) alerta que o consumo excessivo, superior à 5 gramas de íon sódio/dia, é uma causa importante da hipertensão arterial, doenças circulatórias, acidente vascular encefálico, dentre outras, e que seu controle é um avanço à saúde pública brasileira (BRASIL, 2011). Mas Buzzo et al. (2014, p. 33) ressaltam que “[...] pesquisas recentes apontam que, em muitos casos, o consumo de sódio supera o recomendado pela OMS, que preconiza 2 gramas de sódio/dia, equivalentes a 5 gramas de sal”. Nota-se que o MS ainda mantém suas orientações na rotulagem dos alimentos brasileiros acima dos valores postulados pela OMS. Isso nos leva a perceber que muitos países ultrapassam o valor de ingestão por ela recomendado, destacando-se o Brasil, com um consumo médio de 12 g deste íon ao dia (BUZZO et al., 2014).

Nesse contexto, vale esclarecimento de que os alimentos *in natura* são aqueles obtidos diretamente de plantas ou animais, sem qualquer alteração; alimentos *minimamente processados* são alimentos *in natura* submetidos à limpeza, remoção de partes não comestíveis, secagem, embalagem, pasteurização, resfriamento, congelamento, fermentação e outros processos que não levam ingredientes culinários; os *ingredientes culinários* são aqueles

¹ Doenças crônicas não-transmissíveis. São multifatoriais, isto é, determinadas por diversos fatores. Se desenvolvem no decorrer da vida e são de longa duração; possuem quatro fatores de risco em comum: alimentação não saudável, atividade física insuficiente, tabagismo e uso nocivo de álcool.

utilizados para temperar e cozinhar alimentos, como sal, açúcar, óleos e gorduras; *alimentos processados* são produzidos com alimentos *in natura* e ingredientes culinários; já alimentos *ultraprocessado*, por sua vez, são formulações industriais prontas para consumo, podendo conter gorduras hidrogenadas, amido modificado, corantes, aromatizantes, aditivos e conservantes (BRASIL, 2019; BRASIL, 2021).

Tomemos como base neste artigo um exemplo de alimento ultraprocessado, comercializado em muitas cantinas escolares, o biscoito *disquinho de cebola*, que se apresenta em uma embalagem de 80 gramas. A informação nutricional indicativa do rótulo deste produto (Tabela 1) nos mostra que para uma porção de 30 gramas temos 306 miligramas de íon sódio, correspondendo a um %VD de 13%, isto é, valores diários – quantidade de nutrientes a serem ingeridos diariamente a fins de uma alimentação saudável – tendo-se como base uma dieta de 2000 quilocalorias (NEVES, A. P.; GUIMARÃES, P. I. C; MERÇON, F. 2009).

Tabela 1 – Informação nutricional do biscoito disquinho de cebola.

Quantidade por porção (30 g – 18 unidades)	%VD
Valor energético	149 kcal (626 kJ) 7%
Carboidrato	16 g 5%
Proteínas	3 g 4%
Gorduras totais	8,1 g 15%
Gorduras saturadas	3 g 14%
Gordura trans	1,9 g –
Fibra alimentar	0 0%
Sódio	306 mg 13%

Fonte: Informações adaptadas da embalagem (2020).

Entretanto, ao ingerir toda torradinha presente na embalagem, que, como referido, é de 80 gramas, ingere-se 816 miligramas de íon sódio, o que equivale à 34%VD. Salienta-se ainda que, segundo a *Agência Nacional de Vigilância Sanitária* (ANVISA) “[...] os Valores Diários devem ser declarados com números inteiros” (BRASIL, 2005, p. 27). Fato este é responsável pela indicação de 13%VD de íon sódio no rótulo aqui analisado, uma vez que, segundo a quantidade apresentada de 306 miligramas, o indicativo deveria equivaler a 12,75%VD, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo do %VD do biscoito disquinho de cebola.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL - Porção 30 g			
	Quantidade por porção	%VD	Cálculo do %VD ¹
Íon sódio	306 mg	13%	2400 mg --- 100% 306 mg ----- x x = 12,75 %VD

Fonte: Elaborada pelos autores, segundo ANVISA (BRASIL, 2005).

Os cálculos levam em consideração o *Valor Diário de Referência* (VDR) do íon sódio apresentado na Tabela 3, segundo orientações da ANVISA em seu *Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos sobre Rotulagem Nutricional Obrigatória*.

¹ Ver: NEVES, A. P.; GUIMARÃES, P. I. C; MERÇON, F. Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. Química Nova na Escola. Vol. 31, N° 1, fevereiro, 2009, cujo artigo trata dessa questão.

Tabela 3 – Valor Diário de Referência de sódio.

Valor Energético	2000 kcal ou 8400 kJ	%VD
Sódio	2400 mg	100

Fonte: Adaptado de ANVISA (BRASIL, 2005).

Nessa linha de raciocínio, para diferenciar *teor de sódio* de *teor de cloreto de sódio*, utiliza-se aqui de Atkins e Jones (2001, p.62), a fim de frisar que “[...] o nome de um cátion monoatômico é o mesmo do elemento que o formou, adicionando ainda a palavra íon, como em íon sódio para Na⁺”. Assim, acredita-se que um equívoco conceitual tem início precisamente neste ponto: ao se referir a teor de sódio, o adequado seria *teor de íon sódio*, uma vez que, quando nos referimos ao sódio levamos em consideração o sódio metálico. Quando o íon sódio, um cátion, encontra-se quimicamente ligado ao íon cloreto (Cl⁻), um ânion, forma-se um composto iônico, o cloreto de sódio (NaCl), um sal de caráter neutro, que é denominado pelo nome do ânion seguido pela denominação do cátion. O cátion sódio é um átomo do elemento sódio que perdeu um elétron, tornando-se carregado positivamente; quando um átomo de cloro tem um elétron ganho torna-se o ânion cloro, carregado negativamente (ATKINS; JONES, 2001).

Na distinção entre o teor do *íon sódio* do teor de *cloreto de sódio* nos alimentos os químicos utilizam-se de cálculos para promover tal conversão, conforme mostra a Tabela 4 (os cálculos consideram o VDR proposto pela ANVISA). Atkins e Jones (2001, p. 73) chamam atenção ao exposto, argumentando que mensura-se “[...] a amostra precisamente e a convertem para mols, para encontrar o número preciso de mols”.

Tabela 4 – Conversão de teor de íon sódio para teor de cloreto de sódio.

	Massa molar (g.mol⁻¹)	Valor Diário de Referência (VDR)	Cálculo químico
Íon sódio (Na⁺)	23	VDR da ANVISA = 2,4 g de íon sódio/dia	$n = m.M^{-1}$ $n = 2,4.(23)^{-1}$ $n = 0,104$ mol de íon sódio
Cloreto de sódio (NaCl)	58,45	VDR da ANVISA = 6,078 g de cloreto de sódio/dia	$n = m.M^{-1}$ $0,104 = m.58,45$ $m = 6,078$ g de NaCl (sal)

Fonte: Elaborada pelos autores, segundo Atkins e Jones (2001).

A partir desses aportes teóricos, e se considerando meios metodológicos qualificadores ao Ensino de Química, nas particularidades da experimentação nas Ciências, se versará na sequência sobre a *Atividade Experimental Problematizada* (AEP), a qual, em sua teoria e método, será empregada na sistematização de uma proposta de ensino cujo objetivo consiste na investigação do teor do íon sódio nos alimentos, subsidiado pelo método de Mohr, buscando-se o enfrentamento de um problema presente no cotidiano de alunos e professores.

3. A Atividade Experimental Problematizada (AEP) e seus aportes teórico-metodológicos

Ao se compreender a imprescindibilidade de uma fundamentação teórico-metodológica a toda intervenção de ensino com fins específicos de aprendizagem, propõe-se como e denomina-se de *Atividade Experimental Problematizada* (AEP) uma estratégia didático-pedagógica ao ensino experimental das Ciências, configurada por dois eixos, um de natureza

teórica e outro metodológica, associativos e potencialmente indissociáveis. Mostram-se, no Quadro 1, seus elementos denotativos, tratados como eixos teórico (e seus *articuladores*) e metodológico (e seus *momentos*) (SILVA; MOURA, 2018).

Quadro 1 – Elementos denotativos da AEP: teóricos e metodológicos.

Eixos	
TEÓRICO	METODOLÓGICO
<p>a. Proposição de problema b. Objetivo experimental c. Diretrizes metodológicas</p>	<p>i. Discussão prévia ii. Organização/desenvolvimento iii. Retorno ao grupo de trabalho iv. Socialização v. Sistematização</p>

Fonte: Silva e Moura (2018).

3.1 Eixo teórico da AEP: sua elaboração

Considera-se como eixo teórico da AEP, em seus elementos articuladores, uma configuração que se estrutura a partir da demarcação, elucidação e *proposição de um problema* de natureza teórica. Desse modo, uma AEP conforma-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução a dada situação-problema. A partir dele são elaborados um *objetivo experimental*, tratando-se do que se espera desenvolver empiricamente em termos de produto/ação experimental, e *diretrizes metodológicas*, representando orientações às ações que potencialmente resultarão no referido produto/ação experimental de interesse. Em síntese, a proposta de ensino experimental cunhada como AEP sugere uma articulação entre objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir da proposição e da análise crítica de um problema, ao qual se buscará uma possibilidade de solução.

Com relação ao *problema* e sua *proposição*, este deverá englobar uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada, encadeada a unidades conteudinais de interesse. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais adaptativas a diferentes realidades, que levarão a dados que, depois de transformados – *coletados, sistematizados, analisados, compreendidos* e *comunicados* – poderão conduzir a uma perspectiva de solução, em via experimental (SILVA; MOURA, 2018).

O *objetivo experimental*, no que lhe concerne, refere-se a propostas de atividades práticas que operacionalizam a experimentação. Perguntas norteadoras poderão ser consideradas, tais como: qual técnica é imprescindível à geração de dados, que serão transformados subjacentemente em resultados e, com isso, oferecerão potenciais subsídios práticos à solução do problema proposto? Ao término dos procedimentos empíricos, o que se pretende obter/produzir? Que produto/objeto poderá ser gerado? Portanto, essa fase pretende conduzir os sujeitos à geração de dados, mas não necessariamente à solução ao problema proposto, visto que tais dados deverão ser *analisados* e *compreendidos* significativamente para sua ascensão a resultados, conduta favorecida quando o problema é oportuno e congruente a tal fim.

Não sob uma tendência prescritiva, mas reforçando a ideia de orientação procedimental, as *diretrizes metodológicas*, por sua vez, constituem-se de um protocolo de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Atuam como proposituras orientadoras aos procedimentos

a serem realizados. Não devem ser admitidas como um fator limitador da experimentação; se defende aqui que a aprendizagem é reduzida ao se tratar da experimentação sob vieses observacionais ou procedimentais determinísticos, apontados na literatura especializada em não raros casos como “receita de bolo”. Em detrimento a isso, proposições iniciais são determinantes à condução de procedimentos com alcance pedagógico significativo (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

3.2 Eixo metodológico da AEP: sua condução

Propõe-se o delineamento da AEP por meio de uma sequência metodológica constituída por cinco momentos: (i) *discussão prévia*, (ii) *organização/desenvolvimento da atividade experimental*, (iii) *retorno ao grupo de trabalho*, (iv) *socialização* e (v) *sistematização*, presumidos como imprescindíveis a uma atividade de ensino que ofereça subsídios metodológicos aos aspectos teóricos da AEP. Outras ações, entretanto, de natureza complementar, adaptativa ou ampliativa, poderão ser incorporadas, tomando-se como pressuposto suas contribuições à inteligibilidade no que se refere aos objetos/objetivos de aprendizagem e adequação sistêmica do método à práxis do professor, potencialidade cognitiva dos alunos e a outros fatores imensuráveis e/ou subjetivos (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

Como ação desencadeadora do processo da AEP, indica-se uma *discussão prévia*, em sala de aula ou laboratório, como proposta de identificação dos conhecimentos iniciais e fundantes dos alunos sobre as temáticas centrais a serem abordadas. Pode ocorrer por meio de uma discussão teórica, com exposição dialogada de tópicos pontuais às técnicas e seus fundamentos propostos experimentalmente, operacionalizada pela utilização de materiais impressos, como textos, situações contextuais/reais, questões pontuais, questionários abertos ou outro instrumento que se considerar adequado e pertinente. O objetivo fulcral desse momento consiste em *apresentar, identificar e desenvolver* saberes com a coparticipação dos alunos.

O segundo momento visa à *organização/desenvolvimento procedimental da experimentação*. Inicia pela proposição do problema teórico (*elaborado, identificado ou selecionado*) e de suas derivações em objetivo experimental e diretrizes metodológicas. Avança à implementação coletiva de uma organização ao trabalho experimental, envolvendo a disposição dos alunos em pequenos grupos, com subsequente recomendação para discussões iniciais em cada, seguidas pelo levantamento de hipóteses que contribuam à solução ao problema proposto, emergentes dos conhecimentos prévios desses alunos. Passa-se então ao desenvolvimento das atividades, propriamente, onde o professor orienta o processo, dirimindo dúvidas e oportunizando/qualificando compreensões.

Em seu terceiro momento, o *retorno ao grupo de trabalho*, pretende-se favorecer a reflexão e discussão *intra* grupos de trabalho, seguidas pelo arranjo e sistematização das informações registradas. Após a realização da atividade experimental é solicitado aos alunos que retornem ao seu grupo de trabalho para ordenação dos registros que julgarem pertinentes. Nessa fase, passam ao desenvolvimento cognitivo balizador de uma compreensão dos dados experimentais obtidos, a serem transformados em resultados emergentes de uma interpretação

conjunta dialógica, com perspectivas de solução ao problema proposto, o qual fomentou a atividade.

Com relação à *socialização*, tendo-se em vista a prevalência de uma relação ensino-aprendizagem processual, que subvaloriza produtos finais obtidos e incentiva a busca constante por soluções e por novos questionamentos que virtualmente surgem durante todo processo, este momento ganha relevância, pois “demonstrará” os caminhos metodológicos seguidos a partir das justificativas das quais cada grupo utilizará ao defender seus resultados e uma possível solução ao problema desencadeador da AEP. A partir do confronto entre perspectivas distintas pode-se seguir a uma possível generalização, tendo em vista os encaminhamentos dados pelo professor.

Por fim, na *sistematização*, reputa-se a elaboração de um produto como uma ação crucial à aprendizagem e geração de conhecimentos psicológicos. Essa estratégia permite a sistematização e o registro das percepções geradas em sua possível derivação a uma solução aceitável ao problema proposto. Configura-se aqui, contudo, como uma atividade que deve apresentar certa individualidade. Pode-se utilizar de material impresso como subsídio teórico, seguido por uma produção textual pelo aluno a partir dos conhecimentos que produziu em torno das informações *manipuladas, coletadas e/ou produzidas*. Um protocolo de relatório é normalmente utilizado para tal fim, contudo, salienta-se que seu propósito aproxima-se mais de um modelo pedagógico do que profissionalizante, isto é, este instrumento deverá ser discutido com os alunos, particularmente com relação ao que se privilegia, o mérito deles em conduzir informações à uma solução aceitável ao problema estabelecido (MOREIRA et al.; 2019).

A fins de proposição de uma AEP sobre a temática central deste artigo, o *teor de íon sódio presente nos alimentos*, se passará aos fundamentos teóricos e procedimentais do *método de Mohr*, comumente empregado para tal fim, tendo em vista sua relevância temática à inteligibilidade do planejamento experimental a ser apresentado.

4. Análise do teor de sódio pelo método de Mohr

A titulação, técnica corriqueiramente utilizada no controle da qualidade de alimentos, consiste de um procedimento laboratorial que visa determinar a concentração de uma solução a ser analisada (analito), de volume conhecido, que é transferido a um erlenmeyer – a qual pretende-se determinar a concentração (solução problema). Para tanto, utiliza-se de uma solução padrão (titulante), de concentração conhecida, a qual é levada à uma bureta calibrada. Durante a titulação, ocorre uma “mistura” de soluções (soluto/solvente) contendo solutos distintos, com ocorrência de reação química entre eles. Entre as técnicas universais usadas na análise volumétrica destacam-se a titulação *ácido-base*, na qual ocorre reação de um ácido com uma base, a titulação *redox*, onde um agente redutor reage com um agente oxidante, e a *titulação por precipitação*, onde ocorre a formação de um precipitado (ATKINS; JONES, 2001).

Dentre as técnicas volumétricas clássicas de precipitação, o *método de Mohr* é normalmente utilizado para determinação de cloreto (Cl⁻) em água potável, em amostras de água do mar ou em soluções de NaCl, com objetivos didáticos (SUAREZ; SARTORI; FATIBELLO-FILHO, 2013). A análise ocorre na reação direta de uma solução contendo os íons cloreto

(analito) com a solução de nitrato de prata (AgNO_3), titulante e agente precipitante, na presença de uma solução indicadora de cromato de potássio (KCrO_4). Durante a análise, duas reações ocorrem na solução precipitante (Quadro 2).

Quadro 2 – Reações que ocorrem na solução precipitante.

Coloração do precipitado	Reações de precipitação
Branca	$\text{AgNO}_{3(\text{aq})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgCl}_{(\text{s})}$
Vermelha	$\text{AgNO}_{3(\text{aq})} + \text{KCrO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{KNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgCrO}_{4(\text{s})}$

Fonte: Retirado de Baccan et al. (2001) e Atkins e Jones (2001).

Ao se dar início à titulação, os íons Cl^- presentes no analito reagem com os íons prata (Ag^+) da solução titulante, ambos presentes na solução precipitante, sendo depositados na forma de cloreto de prata (AgCl), formando um precipitado branco anterior ao do cromato de prata. Assim, o procedimento deve continuar até que todo cloreto presente na amostra do analito seja consumido, fato que será percebido pela precipitação de cromato de prata (AgCrO_4), formando um precipitado de coloração vermelha, uma vez que não haverá mais cloreto para reação de precipitação, indicando o ponto final da análise (SKOOG, 2008).

Entretanto, é necessário tomar algumas precauções com o potencial hidrogeniônico (pH) da solução a ser titulada, conforme sistematiza-se no Quadro 3, bem como com a concentração do indicador. Quanto ao pH, a titulação deve ocorrer em meio neutro ou levemente básico, preferencialmente entre valores 6,5 e 9, pois, em soluções ácidas, ocorre diminuição da concentração do indicador e, em pH superior a 9, há precipitação do hidróxido de prata. Em ambos os casos o indicador perde eficiência, podendo ocorrer um erro experimental (BACCAN et al., 2001).

Quadro 4 – Precauções com o pH da solução a fim de evitar-se um erro experimental.

pH	Consequências	Reações
Ácido (<6,5)	Reduz a concentração do indicador (KCrO_4)	$\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCrO}_4^-(\text{aq})$
Básico (>9)	Reduz a concentração do titulante (Ag^+)	$2\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{AgOH}(\text{s})$ $2\text{AgOH}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Fonte: Retirado de Baccan et al. (2001).

Com relação ao ponto final da análise volumétrica, Baccan et al. (2001, p. 187) tecem uma consideração importante: “[...] o ponto final ocorre um pouco além do ponto de equivalência, devido à necessidade de se adicionar um excesso de íons prata (Ag^+) para precipitar o cromato de prata (AgCrO_4) em quantidade suficiente para ser notado visualmente”, e acrescentam que o “[...] método requer que uma titulação em branco seja feita, para que se possa corrigir o erro cometido na detecção do ponto final. O valor da prova em branco obtido deve ser subtraído do valor da titulação propriamente dita”.

Com base no que foi discutido, tal análise pode ser utilizada para quantificar íons cloreto em diversos tipos de amostras, como também de cloreto de sódio, além do íon sódio (contraíon) de forma indireta (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Assim, considera-se este método qualificador ao ensino da Química, e plenamente articulável a um problema teórico de sólidas relações contextuais, aqui subsidiado pelo *sódio nos alimentos*. Nesse propósito, se passará à proposição de uma AEP, cujo foco centralizador é a determinação do teor de íon sódio presente

em um alimento – pelo *método de Mohr* – comercializado em muitas cantinas escolares, o qual já foi referido e brevemente discutido neste artigo: o biscoito *disquinho de cebola*.

5. Proposição de uma AEP: análise do teor de íon sódio presente no biscoito *disquinho de cebola*

Conforme tratado na seção 2.1 deste artigo, a elaboração de uma AEP se dá, minimamente, pela *proposição de um problema*, de um *objetivo experimental* e de *diretrizes metodológicas*. O problema, que poderá ser pluralizado, remete a uma situação, preferencialmente contextualizada, para a qual se buscam alternativas para enfrentamento, por vias experimentais. No que se refere ao objetivo experimental, considera-se o eixo central proposto para desenvolvimento empírico, em termos de procedimentos e/ou produtos. Tendo em vista as diretrizes, tratam-se de orientações gerais aos procedimentos recomendados (SILVA et al., 2019).

5.1 Problema(s) proposto(s)

Marcelo, assim como muitos de seus colegas, sempre consumiu o salgadinho disquinho de cebola regularmente; em dadas épocas, diariamente. Contudo, foi diagnosticado recentemente como hipertenso, apresentando episódios de elevação da pressão, incompatíveis à sua idade. Isso o levou a vigiar seus hábitos alimentares, em sua casa e também na escola. Sendo assim, passou a consumir, no máximo, três vezes na semana tal salgadinho. Sendo que o consumo de sódio recomendado para o Marcelo é 50% do limite máximo indicado para um adulto, tendo em vista sua faixa etária e restrições alimentares, o hábito adquirido por ele pode ser mantido? Como questões orientadoras/complementares, considere: (i) qual é o máximo de íon sódio recomendado para Marcelo, diariamente? (ii) as amostras analisadas estão de acordo com seus rótulos? (iii) O teor de (íon) sódio encontrado é oriundo apenas do cloreto de sódio?

5.2 Objetivo experimental

Utilizando-se do método de Mohr, particularmente com relação à volumetria de precipitação, determinar o teor de íon sódio em um alimento ultraprocessado, o biscoito *disquinho de cebola*.

5.3 Diretrizes metodológicas

Para realização dos procedimentos sugeridos, considera-se que os alunos já dominam certas bases teóricas e procedimentais tratadas, uma vez que suas descrições e/ou aprofundamentos teóricos não são apresentados neste artigo. Sendo assim:

• Fase 1: análise visual da embalagem

Você deverá analisar visualmente o rótulo da embalagem do produto, identificando possíveis dificuldades de interpretação de dados quanto sua porção, ingredientes que contém sódio e adequação das informações. A rotulagem nutricional deve facilitar ao consumidor

conhecer as propriedades nutricionais dos alimentos, contribuindo para seu consumo adequado. Segundo a ANVISA, o sódio consta como ingrediente de declaração obrigatória nas tabelas de informação nutricional e seu VDR é de 2400 miligramas. Utilizar do Quadro 5 para registros (NEVES, A. P.; GUIMARÃES, P. I. C; MERÇON, F. 2009).

Quadro 5 – Registro de dados a partir do material analisado.

Marca analisada	Sabor analisado	Data de validade	Lote

Fonte: os autores.

• Fase 2: preparação das amostras

Com auxílio do professor, triturar a amostra em almofariz, utilizando-se de um pistilo; em balança (de melhor precisão possível), obter 5 gramas da amostra após trituração; carbonizar a massa da amostra em chapa aquecedora; calcinar a amostra carbonizada em mufla à 500 °C por uma hora, até se tornarem cinzas aptas à análise; resfriar em um dessecador por uma hora; medir a massa da amostra após o resfriamento; diluí-la em 50 mililitros de água destilada levemente aquecida. Utilizar da Tabela 5 para registros.

Tabela 5 – Registro de dados.

Massa indicativa na embalagem	
Massa da amostra calcinada	
Massa das cinzas	

Fonte: os autores.

• Fase 3: titulação por precipitação

Para este tipo de titulação, a “viragem” se dará por mudança na cor do precipitado formado durante a reação. Ainda: a reação de precipitação é aquela onde o contato entre dois reagentes em solução origina um produto de baixa solubilidade (precipitado). De posse dessas informações, analisar a Figura 1.

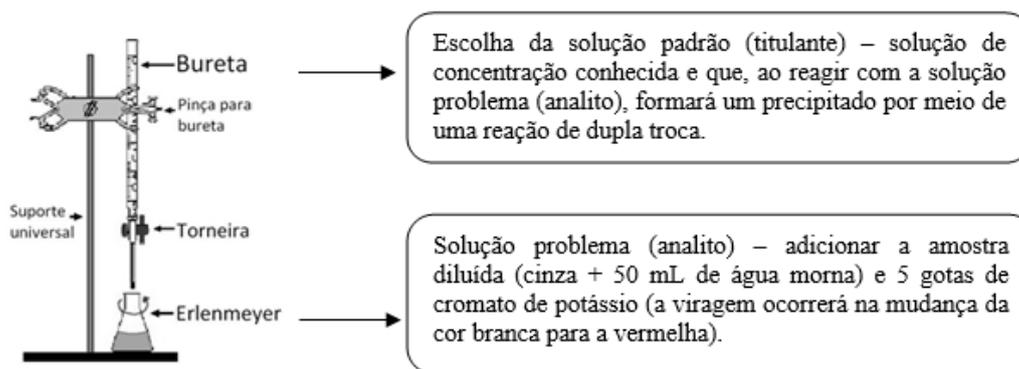


Figura 1 – Procedimento volumétrico envolvido. Fonte: os autores.

No Quadro 6 são apresentadas algumas soluções e regras de solubilidade. Identificar aquela de maior adequação à titulação de precipitação pretendida. Lembrar-se de sua solução problema, pois a solução padrão escolhida deverá tratar-se de um sal que produza um precipitado ao reagir com a amostra analisada.

Quadro 6 – Soluções possíveis para uso como titulante e algumas regras de solubilidade.

Soluções Salinas	Concentração	Algumas regras de solubilidade		
		Ânions	Solúveis em água	Insolúveis em água
Iodeto de potássio	0,5 mol/L			
Cloreto de cálcio	0,5 mol/L	Nitrato	Qualquer cátion	
Carbonato de potássio	0,5 mol/L	Sulfato	Magnésio e demais cátions	Cátions da família 2 (com exceção do magnésio), prata, chumbo e mercúrio
Nitrato de prata	0,2 mol/L	Carbonato	Cátions da família 1 e amônio	Demais cátions
Brometo de cálcio	0,2 mol/L	Cloreto, brometo e iodeto	Demais cátions	Cobre, prata, chumbo e mercúrio
Sulfato de magnésio	0,2 mol/L			

Fonte: os autores.

Após a escolha da solução padrão (titulante), montar a aparelhagem de titulação. Antes, porém, realizar a titulação do “branco” (titulação sem a amostra analisada, contendo apenas água deionizada e o indicador). Lembrar-se de agitar o erlenmeyer constantemente e, ao abrir a torneira da bureta, cotejar lentamente o titulante. Ao término da titulação do “branco”, anotar o volume gasto do titulante, valor que será descontado nas próximas titulações. Proceder às demais titulações; trabalhar em triplicata (minimamente).

• Fase 4: análise de dados e cálculos

Calcular a quantidade de matéria da solução padrão (titulante) que reagiu durante a análise; considerando a estequiometria da reação do analito e do titulante, calcular a massa de cloreto de sódio presente na amostra analisada (solução problema/analito); calcular a massa de íon sódio presente na amostra analisada (solução problema/analito); calcular a massa de íon sódio para a porção indicativa da tabela de informação nutricional do pacote de biscoito, considerando os resultados da análise; calcular o %VDR de íon sódio para a porção indicativa da tabela de informação nutricional do pacote de biscoito, considerando os resultados da análise; calcular a massa de íon sódio total presente no pacote de biscoito *disquinho de cebola*, considerando os resultados da análise; calcular o %VDR de íon sódio considerando a massa total do pacote de biscoito *disquinho de cebola* e os resultados da análise. Registrar os valores obtidos na Tabela 6 (sugere-se que a realização dos cálculos mencionados seja feita logo após a realização dos procedimentos experimentais).

Tabela 6 – “Resultados” encontrados no biscoito *disquinho de cebola* e informações do fabricante.

Informações do fabricante presentes na embalagem	Massa da porção	
	Massa de sódio na tabela de informação nutricional	
	%VDR de sódio na tabela de informação nutricional	
	Massa total de biscoito	
	Massa de sódio total	
	%VDR de sódio total	
Resultados	Massa da porção	

encontrados após realização da AEP	Massa de sódio na tabela de informação nutricional	
	%VDR de sódio na tabela de informação nutricional	
	Massa total de biscoito	
	Massa de sódio total	
	%VDR de sódio total	

Fonte: os autores.

Portanto, retomando-se ao problema proposto como origem desta atividade experimental, o que é melhor indicado para o Marcelo, tendo em vista que este aluno aprecia saborear o salgadinho disquinho de cebola no intervalo entre suas aulas?

6. Considerações Finais

Conforme tratado, a ingestão excessiva e desregulada de sódio é atualmente um dos principais fatores de risco à hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, hipertrofia ventricular esquerda e doenças renais. Ainda assim seu consumo em muitos países ultrapassa os limites aconselhados pela OMS; dentre eles, o Brasil. Em paralelo, o aprendizado acerca da classificação dos alimentos é capaz de, em sala de aula, favorecer uma conscientização sobre uma alimentação saudável e permitir avanços alimentares preconizados pelas portarias nacionais específicas, dentre elas a *Política Nacional de Alimentação Saudável* (1999), preconizada pelo *Guia Alimentar para a População Brasileira* e pelo *Sistema de Vigilância Alimentar* (BRASIL, 2019).

Sendo assim, essa temática ganha importância pedagógica e social, pois seu debate favorece percepções de proximidade entre a Ciência tratada na sala de aula e o contexto próprio dos estudantes, destacando-se o âmbito do ensino da Química. Nas particularidades aqui tratadas, o desenvolvimento de conclusões a partir da realização dos procedimentos experimentais demanda de um entendimento referente à dieta de sódio recomendada, para um adulto saudável e para uma criança hipertensa, como é o caso do Marcelo. Isso remete a discussões, a troca de ideias entre os alunos que realizam o experimento, uma vez que deverão, conforme as perspectivas da AEP, chegar a um convencimento coletivo, buscando uma solução aceitável ao problema que originou a atividade prática. Nos pressupostos da AEP, uma vez mais, essa abertura interpretativa ganha relevância e centralidade, pois leva os alunos a aproximar a ciência tratada em sala de aula (ou ambientes de prática) ao seu dia a dia, a partir de situações concretas e inteligíveis.

7. Referências

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2001. 914 p. Tradução Ignez Caracelli [et al].

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. *Química Analítica Quantitativa Elementar*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fascículo 1: Protocolos de uso do guia alimentar para a população brasileira na orientação alimentar: bases teóricas e metodológicas e protocolo para a população adulta**, Universidade de São Paulo. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2° ed. atualizada [versão eletrônica] – Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. 154p. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos**. Universidade de Brasília, Brasília, 2005.44p.

BUZZO, M. L. et al. Elevados teores de sódio em alimentos industrializados consumidos pela população brasileira. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [s.l.], p.32-39, 2014.

FORTES, A. C. B. et al. Percepção sensorial e análise química de tempero e sal hipossódico como alternativas para dietas hipossódicas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, n. 2, p.164-172, dez. 2012.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MOREIRA, J. R.; SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Potencialidade de um plano de ensino pautado na Atividade Experimental Problematizada (AEP) à Alfabetização Científica em Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, V.14, N°. 2. 2019.

NEVES, A. P.; GUIMARÃES, P. I. C; MERÇON, F. Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. Vol. 31, N° 1, Fevereiro, 2009.

NILSON, E. A. F.; SPANIOL, A. M.; GONÇALVES, V. S. S. A redução do consumo de sódio no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 32, n. 11, p.1-2, nov. 2016.

SARNO, F.; CLARO, R.M.; LEVY, R.B.; BANDONI, D.H.; MONTEIRO, C.A. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, p. 571-578, 2012.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. Tradução da 8ª Ed. norte-americana. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2008.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP)**. Livraria da Física. São Paulo/SP, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da Atividade Experimental Problematizada. **REVELLI**, v.10, n.4, dezembro, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, 2017.

SILVA, A. L. S.; FERREIRA, M.; PEREIRA, S. M.; FILHO, O. L. S. Atividade Experimental Problematizada (AEP): revisão bibliográfica em descritores na área de Ensino de Ciências. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, V. 9, N° 1. 2019.

SUAREZ, W. T.; SARTORI, E. R.; FATIBELLO-FILHO, O. Alguns aspectos conceituais e práticos do método de Mohr na determinação de cloridrato de metformina em formulações farmacêuticas. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 34, n. 1, p.23-30, 2013.