

## ANÁLISE DO FORMALDEÍDO PRESENTE EM ALISANTES CAPILARES: DESIGN E USO DE OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM COMO FERRAMENTA DA AÇÃO MEDIADA

*Analysis of formaldehyde in hair straighteners: design and use of virtual learning object as a tool of mediated action*

*Análisis de Formaldehído en Alisadores de Cabello: Diseño y Uso de un Objeto de Aprendizaje Virtual como Herramienta de la Acción Mediada*

**Victor Borges Marinho Silva** [victorbms58@gmail.com]

**Brunno André Ruela** [brunnoruela@gmail.com]

**Gustavo Augusto Assis Faustino** [gustavoaugusto531@gmail.com]

**Thaís de Souza Lima** [thaislimagyn@hotmail.com]

**Anna Maria Canavarro Benite** [anna@ufg.br]

**Claudio Roberto Machado Benite** [claudiobenite@ufg.br]

*Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI  
Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás.*

*Avenida Esperança s/n, Campus Samambaia – Inst. de Química. CEP 74690-900 Goiânia - Goiás*

*Recebido em: 27/06/2022*

*Aceito em: 09/01/2023*

### Resumo

Pautados no “Alisamento capilar”, essa investigação objetivou analisar as contribuições de um Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA) contendo conhecimentos científicos, políticos e tecnológicos sobre a temática para o ensino-aprendizagem de conceitos, como radiação eletromagnética, Lei de Beer e Concentração. Contendo elementos da pesquisa participante, o estudo propôs a realização de uma intervenção pedagógica numa escola pública de Goiânia visando discussões acerca da estrutura do cabelo; dos resultados experimentais da possível identificação do formaldeído, por reagente de Schiff e sua quantificação pela Espectrofotometria, em produtos comercializados; e dos riscos relacionados ao uso do formaldeído para alisamento capilar, divulgados pela legislação vigente. Nossos resultados apontam que o OVA contribuiu tanto para discussões de aspectos sociais, como os propósitos do consumo do serviço de alisamento capilar pelos sujeitos da investigação, quanto para a articulação dos conteúdos químicos às suas vivências. Os resultados também demonstram a necessidade da tomada de decisão consciente sobre as práticas de embelezamento alertando, especificamente, sobre o risco do formaldeído à saúde. Por fim, o estudo propõe a abordagem da Espectrofotometria, enquanto técnica da Ciência Moderna, aliada à formação de conceitos contribuindo com a área de Didática das Ciências, com o foco no ensino-aprendizagem, e divulgação científica com o uso do OVA como ferramenta de mediação.

**Palavras-chave:** Alisamento capilar; Formaldeído; Espectrofotometria; Reagente de Schiff; Divulgação Científica.

### Abstract

Based on “hair straightening”, this investigation aimed to analyze the contributions of a Virtual Learning Object (VLO) containing scientific, political and technological knowledge on the subject for the teaching-learning of concepts such as electromagnetic radiation, Beer's Law and Concentration. Containing elements of participant research, the study proposed carrying out a pedagogical intervention in a public school in Goiânia, aiming at discussions about the structure of

hair; the experimental results of the possible identification of formaldehyde, by Schiff's reagent and its quantification by Spectrophotometry, in marketed products; and the risks related to the use of formaldehyde for hair straightening, disclosed by current legislation. Our results indicate that the VLO contributed both to discussions of social aspects, such as the purposes of consumption of the hair straightening service by the research subjects, and to the articulation of chemical contents with their experiences. The results also demonstrate the need for conscious decision-making about beautification practices, specifically warning about the risk of formaldehyde to health. Finally, the study proposes the approach of Spectrophotometry, as a technique of Modern Science, combined with the formation of concepts contributing to the area of Didactics of Science, with a focus on teaching-learning, and scientific dissemination with the use of VLO as a tool for mediation.

**Keywords:** Hair straightening; Formaldehyde; Spectrophotometry; Schiff's reagent; Scientific divulgation.

**Resumen:** Basada en “Suavizado capilar”, esta investigación tuvo como objetivo analizar las contribuciones de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVL) que contiene conocimiento científico, político y tecnológico sobre el tema para la enseñanza-aprendizaje de conceptos como radiación electromagnética, Ley de Beer y Concentración. Con elementos de investigación participante, el estudio propuso realizar una intervención pedagógica en una escuela pública de Goiânia, con el objetivo de discutir sobre la estructura del cabello; los resultados experimentales de la posible identificación de formaldeído, por el reactivo de Schiff y su cuantificación por Espectrofotometría, en productos comercializados; y los riesgos relacionados con el uso de formaldeído para el alisado del cabello, divulgados por la legislación vigente. Nuestros resultados indican que el OVA contribuyó tanto a la discusión de aspectos sociales, como los propósitos de consumo del servicio de alisado del cabello por parte de los sujetos de la investigación, como a la articulación de contenidos químicos con sus experiencias. Los resultados también demuestran la necesidad de una toma de decisiones consciente sobre las prácticas de embellecimiento, advirtiendo específicamente sobre el riesgo del formaldeído para la salud. Finalmente, el estudio propone el abordaje de la Espectrofotometría, como técnica de la Ciencia Moderna, combinada con la formación de conceptos que aporten al área de Didáctica de las Ciencias, con foco en la enseñanza-aprendizaje, y la divulgación científica con el uso de VLO como herramienta de mediación.

**Palabras clave:** Alisado del cabello; Formaldeído; espectrofotometría; reactivo de Schiff; Divulgación científica.

### **Alisamento capilar: uma questão social.**

O trato com o cabelo é algo bastante presente na vida do povo brasileiro. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, o Brasil é o quarto maior consumidor do mundo de produtos para cabelo (Abihpec, 2019). Em paralelo à alta demanda por produtos para cabelo estão as denúncias em função das irregularidades no uso inadequado do formaldeído (Metanal) em produtos comercializados, substância potencialmente prejudicial à saúde.

De acordo com dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2018), nos últimos três anos o uso inadequado do formaldeído, popularmente conhecido como formol, acarretou 25,43% das reclamações referentes a produtos cosméticos. O formaldeído é um composto altamente prejudicial à saúde humana e sua inalação pode provocar dores de cabeça, falta de ar, irritação nos olhos e nariz e, em casos mais graves relacionados à exposição crônica, pode causar edema pulmonar e até câncer (Inca, 2018).

Do ponto de vista normativo, o formaldeído pode ser usado como conservante em produtos cosméticos até o limite de 0,2% e aplicado como endurecedor em produtos para unhas com o percentual máximo de 0,5%. Diante disso, ressalta-se que o uso do formaldeído com finalidade de alisamento em produtos capilares não é permitido (BRASIL, 2013), tendo sua venda proibida na forma de solução 37% (m/v) em farmácias e supermercados (Anvisa, 2009).

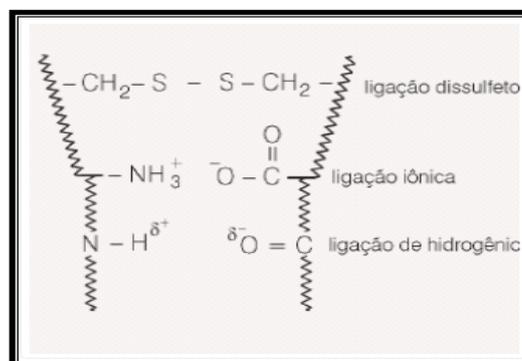
Pertencente ao grupo dos aldeídos, o formaldeído é obtido a partir da reação de oxidação do metanol, um composto orgânico leve cuja representação molecular é  $\text{CH}_2\text{O}$ . Quando em solução aquosa é chamado de formalina, sendo encontrado, geralmente, na concentração de 37% estabilizada com solução alcoólica (Macagnan; Sartori & Castro, 2017; Inca, 2006).

O formaldeído tem a capacidade de alterar microscopicamente a estrutura do cabelo e por consequência seu aspecto macroscópico. O fio de cabelo é composto por aminoácidos que por meio de ligações peptídicas formam proteínas, dentre as quais se destaca a queratina, cujo principal aminoácido é a cisteína. No fio de cabelo também estão presentes a água, os lipídeos, os pigmentos e os ácidos graxos (Torres, 2005 *apud* Ferreira, 2015).

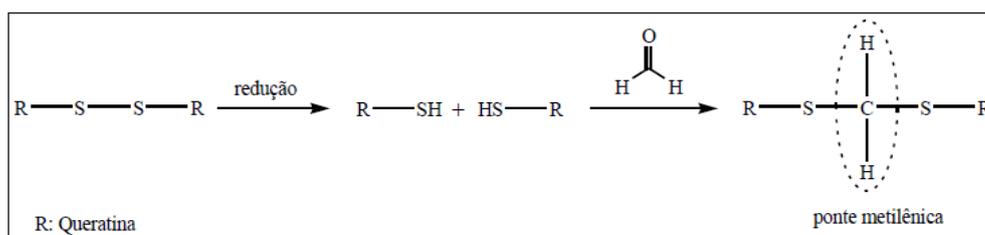
Na haste capilar existem três importantes estruturas: cutícula, córtex e medula. A cutícula é o revestimento externo da fibra capilar e possui como função a proteção do córtex situado na parte intermediária do fio e tem suas células preenchidas com queratina, concentrando a maior parte da massa do fio. Nele ocorrem as mudanças na fibra capilar por meio da quebra ou formação de ligações químicas. A medula fica na parte interna do fio e sua função ainda não foi bem definida pela literatura (Köhler *et al.*, 2011). No córtex também se localizam diversas ligações químicas presentes no cabelo que são as ligações de dissulfeto, ligações de hidrogênio e ligações iônicas (Figura 1).

As ligações de dissulfeto se rompem nos processos de alisamento capilar, serviço conhecido nos salões de beleza como: permanente, progressiva ou relaxamento. Já as ligações de hidrogênio e iônicas podem ser rompidas pelo simples contato com a água e nos processos de mudanças de forma temporária ou permanente dos cabelos, como: escovação, relaxamentos, ondulação e alisamentos.

No alisamento capilar o formaldeído contribui para a reestruturação das pontes dissulfídicas presentes no fio alterando seu formato macroscópico. Para que isso aconteça é aplicado no cabelo um agente denominado relaxante, cuja função é promover a redução das ligações de enxofre. A posteriori, com a redução do grupo tiol, esse se liga à carbonila do formaldeído por meio de uma adição nucleofílica. Por fim, forma-se uma nova estrutura com a presença de um grupo  $\text{CH}_2$  entre os átomos de enxofre (Pinheiro, 2004 *apud* Köhler, 2011), como representado na figura 2.



**Figura 1:** Ligações químicas de proteínas presentes no cabelo  
Fonte: (Torres, 2005 *apud* Ferreira, 2015).



**Figura 2:** Esquema da reação química que ocorre no processo de alisamento com formaldeído.

Fonte: Adaptação (Köhler, 2011).

Apesar do arcabouço normativo e dos trabalhos realizados pelos órgãos de fiscalização, procedimentos estéticos com o uso desse tipo de produto são realizados cotidianamente por pessoas de diversas faixas etárias, tornando-se um problema que demanda reflexão crítica tanto no meio social quanto na sala de aula para tratar dos possíveis riscos associados a essa prática de embelezamento.

### Alisamento capilar como possibilidade de contextualização no ensino de Química

O processo de alisamento capilar se constitui como uma temática rica para ser discutida no ensino de Química visando a retirada do aluno da condição de aprendiz passivo na busca de reflexões que possam dialogar com situações cotidianas. Todavia, a abordagem de aspectos do cotidiano deve ir além de recortes simplificados meramente exemplificativos contribuindo para uma formação crítica sobre os aspectos sociais, econômicos e políticos do tema abordado (Luft, 1997).

Visando uma abordagem que relacione Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a contextualização contribui para que os estudantes possam integrar explicações teóricas em contexto tecnológico com foco na solução de problemas que os circundam, sendo capazes de tomarem decisões com repercussão social (Roberts, 1991 *apud* Santos e Mortimer, 2000).

Segundo Arroio (2006), há tempos a Química tem sido abordada de maneira estritamente teórica, baseada na memorização e descontextualizada de suas aplicações, as quais muitas delas estão presentes na vida cotidiana das pessoas. Em concordância com o autor, entendemos que nos experimentos, atividade intrínseca do conhecimento químico, os estudantes podem utilizar de substâncias e equipamentos e a partir da mediação do professor tirar suas conclusões como parte ativa do processo de aprendizagem. Contudo, as atividades experimentais nas escolas ainda são realizadas com pouquíssima frequência devido à ausência de laboratórios, falta de recursos para mantê-los, dentre outras questões (Galiazzi *et al.*, 2001).

Nesse cenário, os recursos tecnológicos, como celulares, computadores e internet, se constituem como ferramentas de mediação do professor, pois possibilitam a simulação de técnicas e fenômenos reduzindo as dificuldades enfrentadas em razão da ausência dos laboratórios escolares. Dessa forma, o uso desses recursos pode ampliar o alcance dos conteúdos por meio das mídias sociais oriundas da Cibercultura (Benite; Benite & Silva-Filho, 2011). Para o uso adequado desses recursos no ensino de Química, o design de objetos virtuais de aprendizagem (OVA) se apresenta como uma alternativa possibilitadora do uso de informações em diferentes formas, como imagens, gráficos e sons, para a construção de pequenas unidades ou blocos de conteúdo que podem ser usados em diferentes estratégias de ensino (Wiley, 2000 *apud* Benite *et al.*, 2011).

Diante do exposto, este estudo objetiva discutir contribuições do OVA intitulado “Alisamento capilar: sob um olhar microscópico” contendo resultados da identificação de formaldeído em alisantes capilares com o uso do reagente de Schiff e sua quantificação pela técnica de Espectrofotometria em amostras de produtos comercializados em Goiânia-GO para o ensino-aprendizagem dos conceitos de radiação eletromagnética, Lei de Beer e Concentração. Importa ressaltar que tanto os experimentos analíticos quanto o design do OVA foram realizados pelos

autores da investigação também com o intuito de divulgação das técnicas de identificação e doseamento de formaldeído propostas pela ANVISA a partir da temática ‘alisamento capilar’.

## CAMINHO METODOLÓGICO

Esta investigação se pauta em elementos da pesquisa participante (PP) por envolver uma prática comumente realizada por muitos frequentadores de salões de beleza: o consumo constante e acrítico do serviço de alisamento capilar. Um dos propósitos da PP consiste em ajudar os sujeitos envolvidos a identificarem situações-problemas, analisá-las criticamente e, a partir daí, tomar decisões conscientes e adequadas para tais situações (Le Boterf, 1984; Brandão, 1998).

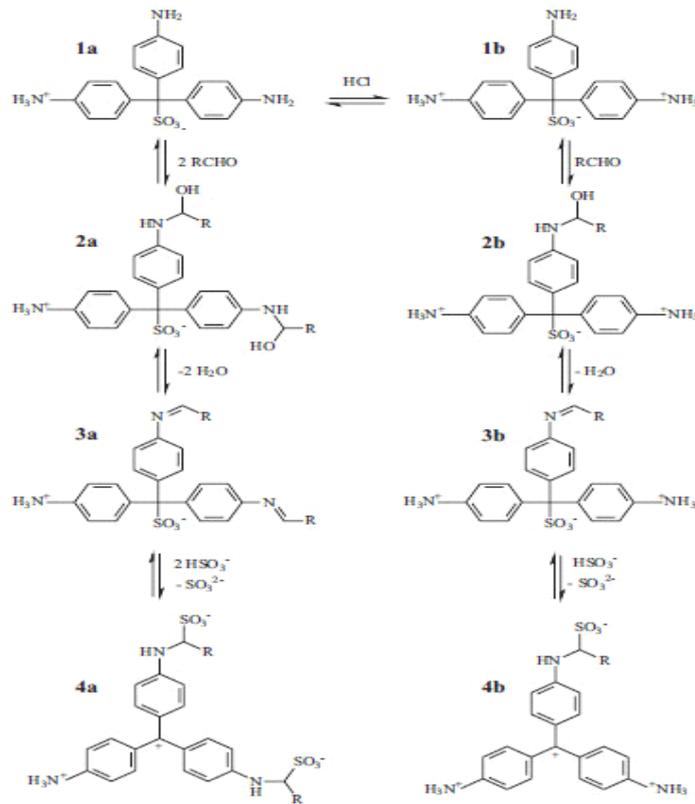
Preocupada com a falta de conhecimento de clientes e alunos acerca das ações causadas a saúde pelo uso do formaldeído em alisantes capilares, uma autora deste estudo que é professora de Química em formação continuada (PFC) e profissional cabeleireira, buscou elementos que contribuíssem com a reflexão crítica dos envolvidos por meio de discussões que promovessem a superação das visões simplistas dessa prática capilar, permitindo-os conceber o conhecimento como fator de transformação pessoal e social.

As discussões ocorreram por meio de intervenções pedagógicas realizadas numa turma de 1º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, mediadas por PFC e um professor em formação inicial (PFI), tendo como ferramenta de mediação um Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA) intitulado “Alisamento Capilar: sob o olhar microscópico” que apresentou dados obtidos em análises realizadas em amostras de produtos comercializados para possível identificação do formaldeído com o uso do reagente de Schiff e sua quantificação por meio da técnica de Espectrofotometria visando o ensino de conteúdos e a formação crítica dos envolvidos para escolhas mais conscientes no dia a dia.

O OVA foi elaborado em quatro unidades: 1. Estrutura do cabelo; 2. Riscos relacionados ao uso do formaldeído e Legislação vigente; 3. Identificação do formaldeído com reagente de Schiff e; 4. Quantificação de formaldeído em alisantes capilares pela técnica de Espectrofotometria. As intervenções foram gravadas em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise teórica dos dados (Marcuschi, 1999).

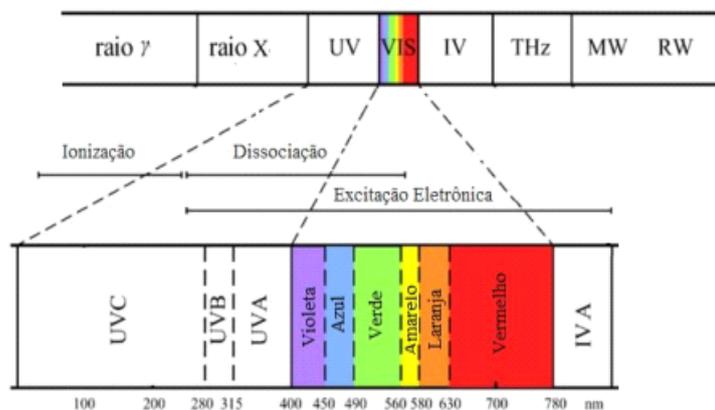
### **Identificação de formaldeído em produtos para alisamento capilar a partir do Reagente de Schiff e doseamento por Espectrometria de Absorção Molecular: a base de dados para o design do OVA**

A identificação do formaldeído foi feita com o uso de reagente de Schiff que é formado a partir da reação entre a p-rosalina (um corante orgânico) e o sulfito de sódio em meio ácido, dando origem a uma solução incolor responsável pela determinação qualitativa de aldeídos leves. Assim, o formaldeído reage rapidamente com o reagente de Schiff (Figura 3) dando origem a uma espécie química de coloração azul púrpura ou roxa (Martins *et al.*, 2017).



**Figura 3:** Mecanismo de reação entre formaldeído e reagente de Schiff.  
 Fonte: (Martins *et al.*, 2015).

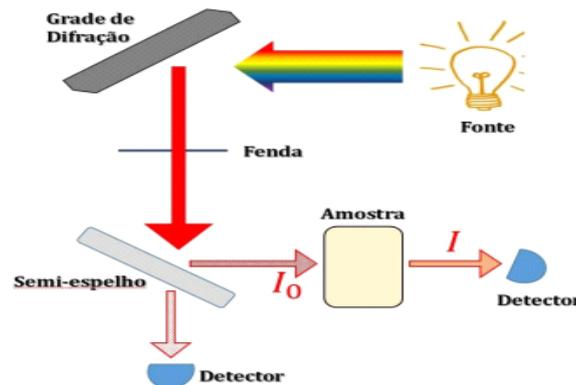
No que tange o doseamento do formaldeído, o guia de controle de qualidade de produtos cosméticos sugere o uso da Espectrometria de Absorção Molecular (Brasil, 2007), técnica baseada na interação da radiação eletromagnética com a matéria na região do visível cujo espectro engloba comprimentos de onda que vão de 400nm a 780nm, conforme ilustrado na figura 4 (Canassa, Lamonato & Ribeiro, 2018).



**Figura 4:** Espectro de radiação eletromagnética.  
 Fonte: (Canassa, Lamonato & Ribeiro, 2018).

Para isso é utilizado um espectrofotômetro que opera na região UV-Vis, cujo funcionamento segue os passos: uma fonte emite luz em um espectro amplo que engloba toda a faixa de comprimentos de onda permitidos, segundo a configuração do aparelho; em seguida, o feixe de luz passa por uma grade de difração para que o comprimento de onda desejado seja

separado; logo após, a luz passa por um semi-espelho no qual permite que 50% passe sendo identificado em um detector e os outros 50% do feixe são refletidos incidindo sobre a amostra e, por fim, em um detector, como apresentado na figura 5 (Pavia, 2016 *apud* Canassa, Lamonato & Ribeiro, 2018; Skoog; Holler & Crouch, 2008).



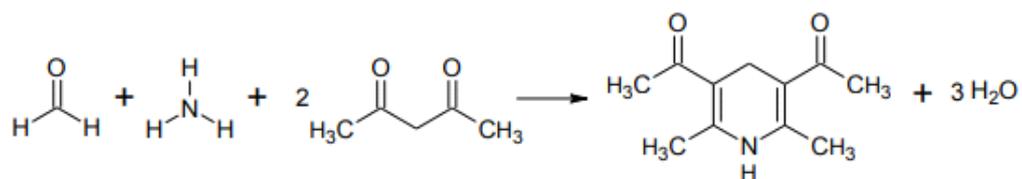
**Figura 5:** Esquema de funcionamento de um espectrofotômetro UV-Vis.

Fonte: (Canassa, Lamonato & Ribeiro, 2018).

Segundo a Lei de Beer, um feixe de luz monocromática de potência  $P_0$  ao atravessar a solução com átomos, íons ou moléculas absorventes tem sua potência diminuída devido à absorção de luz pelas espécies químicas presentes na amostra. Isto é, quanto maior a concentração de uma solução maior será a absorção de Luz em determinado comprimento de onda, tal como descreve a equação representativa da Lei de Beer (1):

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \quad (1)$$

‘A’ representa a absorção de luz pela solução, ‘b’ o caminho óptico, ‘c’ a concentração da substância absorvente e ‘ $\varepsilon$ ’ a constante de absorvidade molar da substância (Skoog, 2008). Para o doseamento do formaldeído, a técnica mencionada é realizada de forma indireta, dado que o formaldeído reage com acetilacetona na presença de acetato de amônio formando a 3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina (Figura 6) que pode ser extraída com o 1-butanol, de modo que a absorbância do extrato é medida a partir da leitura no espectrofotômetro em um comprimento de onda de 410nm.



**Figura 6:** Esquema da reação entre formaldeído e acetilacetona para formação da 3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina.

Fonte: (Bolognesi, 2010).

## Procedimento

As misturas preparadas das soluções amostra, testemunha e branco foram agitadas. Os erlenmeyers ficaram em banho-maria a 60°C durante 10 minutos. Em seguida ficaram sob resfriamento durante 2 minutos em banho de água gelada. Após o resfriamento as soluções foram transferidas para um tubo de ensaio contendo 10mL de 1-butanol e levado a uma centrífuga durante 5 minutos. Depois da decantação, a fase butanólica foi transferida para as cubetas do espectrofotômetro.

Dessa maneira, foi determinada a absorvância (A1) a 410nm do extrato da solução amostra em relação ao extrato da solução testemunha. Posteriormente, foi determinada a absorvância (A2) do extrato do ensaio em branco em relação ao 1-butanol.

### Curva de Calibração

Inicialmente, foram transferidos 5,0 mL da solução padrão diluída e 5 mL de reagente de acetilacetona para um erlenmeyer de 50 mL. Posteriormente, o volume foi completado com água, até 30 mL. Por fim, foi determinada a absorvância a 410nm, processo repetido com 10, 15, 20 e 25mL de solução padrão diluída.

### O Cálculo

Para o cálculo da concentração de formaldeído podemos usar a fórmula (2)

$$C = \frac{c}{10^3 * m} \quad (2)$$

Em que:

C = concentração (p/p) de formaldeído;

c = quantidade de formaldeído obtida a partir da curva de calibração por meio da subtração A1– A2 em µg;

m = massa da amostra, em gramas.

### Discutindo a estrutura do cabelo e a ação do alisamento capilar: uma abordagem envolvendo os aspectos do conhecimento químico

Este estudo surgiu a partir de discussões ocorridas no cotidiano das aulas de química de uma escola pública de Goiânia, no qual estudantes relataram sobre o uso frequente do alisamento capilar, prática muito comum nessa cidade. Tendo em vista que certos procedimentos de alisamento capilar utilizam inadequadamente substâncias prejudiciais à saúde dos usuários e profissionais, surge a necessidade de discutir o tema de forma contextualizada com os estudantes.

Um dos pesquisadores que é professor de Química em formação inicial (PFI) e também um dos autores deste estudo buscou por meio de diversos recursos de imagem, textos, representações químicas, dentre outros presentes no OVA contribuir para que os estudantes da Educação Básica compreendessem os conceitos envolvidos na análise química de produtos cosméticos, bem como na prática de alisamento capilar e os riscos inerentes ao processo. Também participaram desta investigação o professor regente da turma identificado como P1 e os alunos com a letra A, conforme exposto no Extrato 1.

**Extrato 1**

<b>PFI:</b> <i>Quantos de vocês já fizeram alisamento capilar com produto químico? Qual o motivo?</i>
<b>TODAS AS MENINAS:</b> <i>Sim!</i> (Nenhum menino levantou a mão).
<b>A1:</b> <i>Facilidade para manter</i> (Os cabelos) <i>no dia a dia.</i>
<b>P1:</b> <i>Facilidade do dia a dia, o cabelo fica com uma aparência mais hidratada.</i>
<b>PFI:</b> <i>O processo</i> (De alisamento), <i>caso use produto inadequado, pode provocar desbotamento e rigidez na fibra provocando perda da cutícula e quebra do fio.</i>
<b>A1:</b> <i>Então, quando alisa é por que acaba com a ligação “S<sub>2</sub>”, né!?</i> (A1 se refere à ligação de dissulfeto).
<b>PFI:</b> <i>Essa ligação “S<sub>2</sub>” é chamada de ligação de enxofre. Durante o relaxamento essa ligação é quebrada. A quebra dessa ligação é uma etapa do processo e sua reestruturação com a participação do formol possibilita o alisamento.</i>

Fonte: Os autores.

O diálogo conduzido por PFI no extrato 1 trata da identificação, entre os sujeitos da investigação, daqueles que fazem alisamento capilar e o motivo do uso. As respostas de A1 (A1: *Facilidade para manter no dia a dia.*) e P1 (P1: *Facilidade do dia a dia[...]*) demonstram a forte influência das diversas transformações que a sociedade vem sofrendo em suas estruturas sociais e econômicas e a vasta incorporação de inovações tecnológicas (produtos) oferecidas para a solução de questões imediatas do cotidiano das pessoas. Esse fenômeno de grande intensidade e extensão impõe às pessoas um grande volume de atividades e responsabilidades a serem executadas em um período de tempo cada vez menor, levando-os a optarem por serviços que fornecem economia de tempo no cotidiano (Santos; Rodrigues & Silva, 2012).

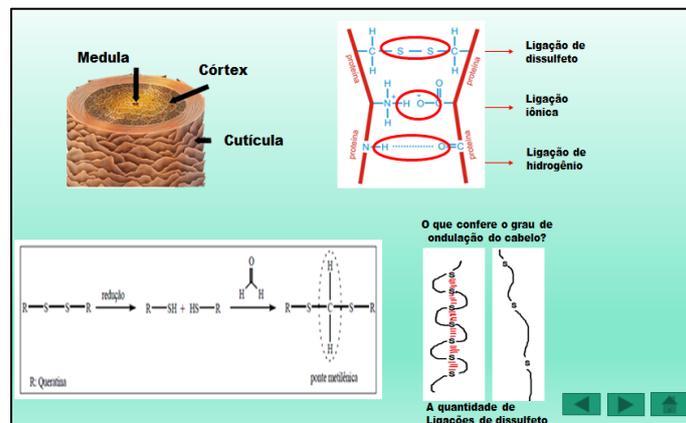
Já na segunda parte da fala de P1 (P1: [...] *e o cabelo fica com uma aparência mais hidratada.*) podemos observar informação a respeito dos efeitos causados pelo alisamento capilar no cabelo, evidenciando a importância da abordagem do tema para além da visão simplista ou do viés meramente exemplificativo sobre as implicações desse tipo de procedimento na saúde das pessoas (Luft, 1997). Nesse sentido, nossos resultados corroboram com Santos (2007) que para formarmos cidadãos críticos não podemos nos limitar “a nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia a dia” (p.05), mas entendermos “as diferentes funções da abordagem de aspectos sociocientíficos” (p.05) a partir de propostas de ensino contextualizadas que objetivam:

- 1) Desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à Ciência e à Tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da Ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em Ciências com problemas de cotidiano (Santos, 2007, p.05).

Sendo assim, ressaltamos que o OVA foi construído para atuar como ferramenta da ação mediada objetivando a aprendizagem de conteúdos químicos de maneira contextualizada com vistas à formação crítica cidadã. Para Mortimer, Machado e Romanelli (2000), em uma perspectiva didática, o conhecimento químico deve ser ensinado com a abordagem dos aspectos fenomenológico, teórico e representacional.

O aspecto teórico diz respeito às informações de origem atômico–molecular baseadas em modelos abstratos, como as explicações feitas por PFI1 (PFI: *Essa ligação “S<sub>2</sub>” é chamada de ponte de enxofre. Durante o relaxamento essa ligação é quebrada, a quebra dessa ligação é uma etapa do processo, e sua reestruturação com a participação do formol possibilita o alisamento*) sobre as ligações de enxofre presentes no fio de cabelo que são quebradas com o uso do produto para alisamento capilar.

Contudo, para que os alunos pudessem compreender como essas ligações estão organizadas no fio de cabelo, PFI1 utilizou o aspecto representacional da estrutura molecular do cabelo (ligações de dissulfeto, ligações iônicas e ligações de hidrogênio) que está associada à representação simbólica da linguagem química (figura 7).



**Figura 7:** Frame representando principais estruturas e ligações químicas do cabelo.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

Sobre o aspecto fenomenológico, este está associado aos fenômenos de interesse da química que não se restringem àqueles passíveis de reprodução em laboratório, mas que podem alcançar situações do cotidiano dos alunos. Neste caso, o alisamento e o brilho conferidos aos cabelos são características obtidas pela quebra das ligações dissulfeto, mas que saciam as necessidades das(os) clientes dos salões de beleza, incluindo muitos dos sujeitos desta investigação. Nesse sentido, tanto o conteúdo a ser discutido quanto às representações demonstradas na figura 7 tiveram o intuito de contribuir para o entendimento do aspecto fenomenológico referente ao alisamento capilar.

O fato de todas as meninas da turma terem confirmado que já haviam feito alisamento capilar com produto químico (Todas as meninas: *Sim!*) denota que tal fenômeno está materializado na atividade social de boa parte dos sujeitos da investigação. Ou seja, nossos resultados apontam que esta proposta de contextualização dialoga com uma prática que direta ou indiretamente está presente no cotidiano de nossos alunos (Mortimer; Machado & Romanelli, 2000).

### Riscos relacionados ao formol, legislação vigente e órgãos de controle.

Apesar de a legislação permitir o uso do formaldeído em alisantes capilares apenas como conservante, os produtos que atualmente são comercializados, quando usados pelos cabeleireiros, apresentam indícios de quantidade considerável dessa substância identificado pelo forte cheiro produzido durante o aquecimento (ação do secador de cabelos).

O uso inadequado do formaldeído pode ocasionar diversos riscos à saúde. Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 15, de 26 de março de 2013, seu uso em produtos de beleza somente é autorizado na concentração de 0,2% atuando como conservante e 0,5% como endurecedor de unhas. Nessas concentrações o formaldeído não possui efeito alisante, assunto discutido nos frames representados na figura 8.



**Figura 8:** Frames apresentando a Legislação, os órgãos de controle e os riscos associados ao uso do formaldeído.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

Após abordar os aspectos referentes à legislação sobre as restrições ao uso do formaldeído, PFI1 pergunta aos alunos se antes da realização do procedimento esses procuram saber qual substância seria responsável pelo alisamento capilar (extrato 2).

### Extrato 2

<b>PFI:</b> Quando vão ao salão, vocês têm o costume de perguntar qual produto ou princípio ativo será utilizado no processo de alisamento?
<b>A1:</b> Pergunto, mas geralmente é formol, né!
<b>PI:</b> Vocês conheciam os riscos do uso do formol antes desta aula?
<b>A1:</b> Sabia, mas desse tanto não.
<b>PFI:</b> Vocês sabiam que o formol não podia ser usado como alisante capilar, só como conservante e que nas concentrações permitidas não possui efeito alisante?
<b>Todos:</b> Não.

Fonte: Os autores.

Analisando as respostas obtidas no extrato 2 podemos observar que apesar do assunto relacionado ao uso irregular de formaldeído como alisante ser uma preocupação da ANVISA e estar divulgado em sua página na internet, os sujeitos da investigação não possuíam informações suficientes acerca dos riscos, tampouco quanto à proibição do uso da referida substância para essa função (A1: *Sabia, mas desse tanto não.*; Todos: *Não.*).

Diante disso, a abordagem dos riscos inerentes às práticas estéticas descritas e da legislação relativa à presença do formaldeído em produtos cosméticos (figura 8) fornece subsídios para que os sujeitos possam tomar decisões, tanto de repercussão individual no que tange o consumo de produtos ou serviços, quanto de caráter coletivo denunciando estabelecimentos que porventura comercializem produtos irregulares. Sendo assim, nossos resultados sinalizam que a discussão de tais aspectos contribui com a formação crítica cidadã promovendo o desenvolvimento de possíveis atitudes relacionadas a essa prática de embelezamento que envolve questões de Ciência e Tecnologia (Santos, 2007).

### **Deteção de aldeídos com o reagente de Schiff: aprendizagem de conteúdos e de aspectos relativos à natureza experimental da Química**

Mortimer, Machado e Romanelli (2000) propõem que os aspectos fenomenológicos do conhecimento químico estejam presentes no ensino de maneira igualitária ao teórico e representacional, a fim de que os alunos não julguem as fórmulas, os modelos e as equações químicas como reais por normalmente serem vistas isoladas nas aulas, sem a abordagem fenomenológica. Nesse sentido, a discussão teórica e a representação das equações químicas envolvidas no processo de alisamento capilar foram acompanhadas pela apresentação/realização do

fenômeno reproduzido, neste caso, a identificação da presença de aldeído (formaldeído) em amostras de produtos para alisamento capilar por meio do reativo de Schiff foi apresentada por meio de imagens e vídeo do experimento.

Baseados em Vygotsky (2005) e Wertsch (1991), defendemos que a aprendizagem do conteúdo químico ocorre por meio da interação social mediada pelo professor com o uso de signos, símbolos e recursos materiais representados por instrumentos que auxiliem na significação conceitual e atribuição de sentidos pelos alunos. Como ferramenta de mediação (instrumento), defendemos o OVA como um recurso digital que traz informações apresentadas em diferentes formas (Figura 9), como: imagens (equações químicas, constituição capilar fórmulas moleculares, materiais, equipamentos de laboratório e resultados de experimentos), textos (Regulamentações do uso do formaldeído em alisantes) e vídeos experimentais (teste de presença de formaldeído em alisantes com reagente de Schiff e funcionamento de um espectrofotômetro).

The image shows a video interface with several components:

- Top Left:** A video frame showing a laboratory setup with a beaker and a test tube. A blue text box above it reads: "São adicionadas duas gotas de ácido sulfúrico 1 mol/L, sem a amostra de alisante."
- Top Right:** A green text box stating: "Aldeídos são compostos que possuem um grupamento carbonila (C=O) na extremidade da cadeia." Below it is the chemical structure of an aldehyde:  $R-C(=O)-H$ .
- Bottom Left:** Chemical structures showing the reaction between Schiff's reagent (a complex aromatic amine) and formaldehyde ( $H-C(=O)-H$ ) to form the Schiff adduct (4b).
- Bottom Right:** Two green text boxes:
  - "O reagente de Schiff é utilizado para detecção de aldeídos leves, em concentrações superiores a 0,01% o formaldeído é um aldeído leve."
  - "O formaldeído reage rapidamente com o reagente de Schiff dando origem a uma substância de coloração rósea ou roxa."

**Figura 9.** Vídeo demonstrativo, teste de identificação de aldeídos com reagente de Schiff.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

Apoiamo-nos em Morales, Maggi e Américo (2015) para defender que a elaboração do OVA para ensinar química a partir de uma temática social pode promover novas formas de interação, desenvolvimento de habilidades e formação crítica num ambiente presencial e, possivelmente, semiótico, como a interpretação dos dados do experimento pelos alunos, mediado por PFI1, da identificação de aldeídos pelo reagente de Schiff (Extrato 3).

### Extrato 3

<b>PFI:</b> Vocês acham que a intensidade da cor possui relação com a quantidade de formol ou outros aldeídos presentes nas amostras?
<b>A3:</b> Tem sim, porque quanto mais substância (quantidade de aldeídos) mais forte fica (cor intensa)!
<b>A3:</b> Se comparar parece que a primeira e a última têm mais (aldeídos).
<b>A2:</b> Sim, a primeira e a terceira têm mais, estão mais escuras.
<b>PFI:</b> Esse reagente detecta aldeídos leves, de cadeia pequena, na figura 10 (A). À medida que aumentamos a quantidade de formaldeído, o aduto de Schiff é formado em maior quantidade e a intensidade da cor aumenta.

Fonte: Os autores.

Para Vygotsky, o indivíduo legitima sua inserção na cultura pelo processo de mediação realizado por sujeitos mais experientes dessa cultura, neste caso PFI1 (PFI: Vocês acham que a intensidade da cor possui relação com a quantidade de formol ou outros aldeídos presentes nas amostras?), num processo de orientação da análise conjunta dos dados e compreensão da atividade proposta. A discussão proposta por PFI1 sobre os dados obtidos nas amostras de produtos capilares permitiu com que os alunos compreendessem o propósito do experimento ao serem questionados se a intensidade da cor, após o teste de Schiff, estava relacionada à quantidade de aldeídos presente nas

amostras, como pode ser verificado nas falas de A3 (A3: *Tem sim, porque quanto mais substância mais forte fica!*) e A2 (A2: *Sim, a primeira e a terceira têm mais, estão mais escuras.*).

Diante do exposto, nossos resultados demonstram que o desenvolvimento de ferramentas que promovam um ambiente de discussão conjunta das atividades propostas pelo professor “é importante e necessária para a emergência das interações e da mediação entre as propriedades dos objetos reconstruídos, como também para o uso apropriado desses instrumentos” (Morales; Maggi & Américo, 2015, p.107). No experimento em vídeo no OVA, construído e editado por PF11, todas as amostras tiveram mudança de coloração ao serem submetidas ao teste de Schiff (Figura 10) indicando possível presença de formaldeído em quantidade superior a 0,01% (tabela 1).

**Tabela 1.** Teste de Schiff em amostras de escovas progressivas.

Amostras	Presença de formaldeído no rótulo	Resultado do teste de Schiff
1	Não consta	Positivo
2	Não consta	Positivo
3	Não consta	Positivo

Fonte: Os autores.

Além do vídeo do experimento foram apresentados os testes com soluções de formaldeído em diferentes concentrações produzidas a partir da solução estoque de formaldeído 37% (Figura 10), a fim de discutir com os alunos a relação entre a intensidade da cor, após o teste de Schiff, e a quantidade de aldeídos na solução, como apresentado no extrato 3.

Levando em consideração que a análise demonstrada utilizou reagentes de venda controlada e por isso não estarão disponíveis em escolas públicas do Brasil, o uso dos recursos do OVA para demonstração do processo de detecção de formaldeído a partir do reativo de Schiff se mostrou eficaz enquanto ferramenta de mediação possibilitando uma representação da realidade. Posto isso, a utilização de tais recursos se tornou útil para divulgação científica da técnica empregada pela ANVISA para esse fim, aproximando o conhecimento científico da realidade da escola pública.



**Figura 10.** Comparação entre testes de Schiff feitos com soluções padrão em diferentes concentrações de formaldeído e testes feitos com amostras de alisantes.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

## A Quantificação de formaldeído nas amostras por espectrofotometria

Nesta parte do trabalho foram abordados junto aos alunos conteúdos necessários para a compreensão da análise por espectrofotometria, tais como: radiação eletromagnética, lei de Beer e mecanismos de funcionamento de um espectrofotômetro.

### Radiação eletromagnética e interação da radiação com a matéria.

Para abordagem do conteúdo de radiações eletromagnéticas inicialmente foram feitos alguns questionamentos (Extrato 4) com o intuito de se ter um diagnóstico acerca da concepção dos alunos sobre o tema.

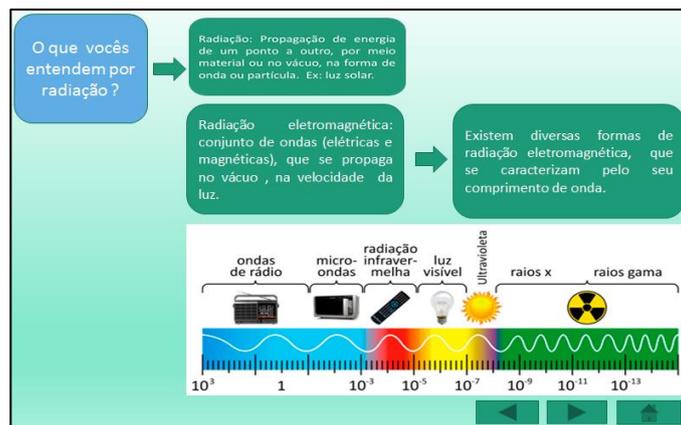
#### Extrato 4

<b>PFI:</b> O que vocês entendem por radiação?
<b>A4:</b> É um negócio de química, tipo bomba.
<b>A5:</b> É um negócio perigoso!
<b>PFI:</b> Radiação é a propagação da energia, por meio material ou no vácuo, na forma de ondas ou partículas. Existem vários tipos de radiação: essa lâmpada, por exemplo, está emitindo radiação na forma de luz visível. A luz que conseguimos enxergar é um tipo de radiação eletromagnética.

Fonte: Os autores.

Quando perguntados por PFI1 sobre o que entendiam por radiação, as falas de A4 (A4: *É um negócio de química, tipo bomba.*) e A5 (A5: *É um negócio perigoso!*) demonstram que o tema radiação ainda gera certo desconforto e insegurança na sociedade sendo associado a situações negativas, tais como: armas nucleares e desastres (Barragan; Mortimer & Leal, 2009). Nesse sentido, nossos resultados apontam que o OVA (Figura 11) envolvendo situação contextual auxiliou na abordagem do conteúdo por PFI1 a partir de tema do cotidiano dos alunos.

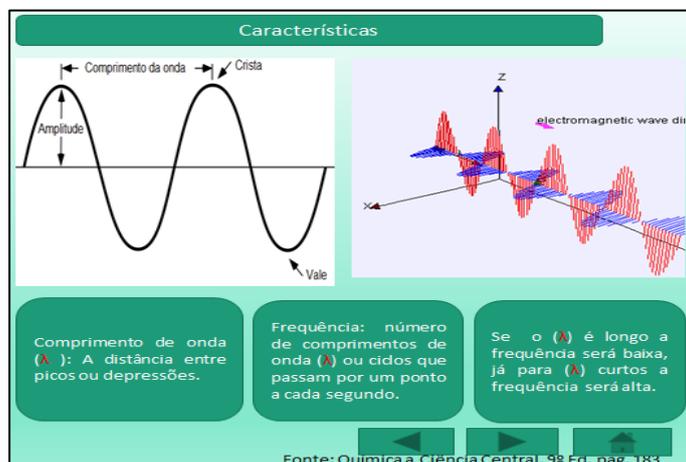
Posto isso, a definição de radiação eletromagnética foi abordada e exemplificada por PFI1 (PFI: *Radiação é a propagação da energia, por meio material ou no vácuo, na forma de ondas ou partículas. Existem vários tipos de radiação: essa lâmpada, por exemplo, está emitindo radiação na forma de luz visível. A luz que conseguimos enxergar é um tipo de radiação eletromagnética.*).



**Figura 11:** Conceito e exemplos de Radiação eletromagnética.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

Visando a compreensão do aspecto simbólico referente a propagação de energia foi utilizada uma animação (.gif) para simular o comportamento de uma onda eletromagnética (Figura 12) com o objetivo de oferecer subsídios para a compreensão do fenômeno associado à interação da radiação com a matéria, fato que preconiza a importância da organização pelo professor (representante da cultura científica) de seu próprio material de mediação (OVA) em ambientes de aprendizagem de Química (Benite; Benite & Silva-Filho, 2011).



**Figura 12:** Animação do movimento de uma onda eletromagnética.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

### Lei de Beer e esquema de funcionamento de um espectrofotômetro

Uma vez mediados os conteúdos pertinentes ao entendimento da técnica de quantificação de formaldeído das amostras dos produtos para alisamento capilar utilizada no OVA foi discutido com os alunos a lei de Beer para que pudessem entender a relação entre a concentração da substância absorvente e a absorção de luz. Em seguida, foi apresentado um vídeo com a simulação do funcionamento de um espectrofotômetro.

A simulação (.gif) do funcionamento de um espectrofotômetro foi utilizada como instrumento de mediação (figura 13), se mostrando útil no sentido de minimizar as dificuldades de abstração (extrato 6), dado que os processos de análise utilizados para a quantificação do formaldeído envolvem mecanismos e equipamentos inéditos para os estudantes.



**Figura 13:** Abordagem da Lei de Beer (imagem à esquerda) e Simulação do funcionamento de um espectrofotômetro (imagem à direita).

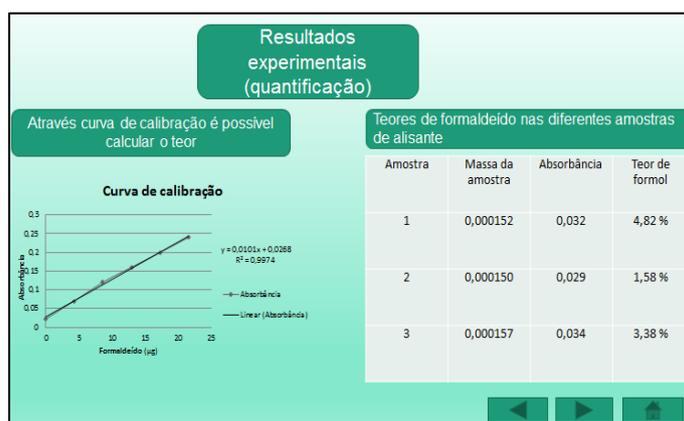
Fontes: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

### Extrato 6

<b>PFI:</b> Considerando a Lei de Beer, se aumentarmos a concentração de determinada solução, a absorção de luz vai aumentar ou diminuir?
<b>A2:</b> Aumenta a absorção.
<b>A3:</b> Aumenta, porque aumenta a quantidade!
<b>PFI:</b> Correto, quanto maior a concentração da substância absorvente maior será a absorção de luz em um determinado comprimento de onda. As leituras de absorbância observadas no visor serão maiores.

Fonte: Os autores.

Apesar de se tratar de conteúdo novo para os alunos, a partir das falas de A2 (A2: *Aumenta a absorção.*) e A3 (A3: *Aumenta porque aumenta a quantidade!*), quando questionados sobre o que ocorreria com a absorção de luz ao aumentar a concentração de determinada substância, os resultados desta investigação nos permite identificar o início da interpretação de um princípio importante para a análise proposta, evidenciando as possíveis contribuições de um modelo criado para representar um fenômeno natural ou artificial, abstrato, e que por meio de uma ferramenta digital mediada por PFI1 (PFI: *Correto, quanto maior a concentração da substância absorvente maior será a absorção de luz em um determinado comprimento de onda. As leituras de absorbância observadas no visor serão maiores.*) pôde auxiliar no entendimento dos alunos sobre os dados da quantificação de formaldeído nas amostras, uma vez que havendo mais partículas na amostra em uma mesma quantidade de volume mais radiação será absorvida (Figura 14).



**Figura 14:** Curva de calibração e teores de formaldeído obtidos nas amostras.

Fonte: Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão - LPEQI.

Uma vez discutidos os pressupostos essenciais para a compreensão da técnica foram apresentados (Figura 14) os dados empíricos do experimento demonstrando e discutindo (Extrato 7) sobre a curva de calibração obtida e os resultados encontrados quanto ao teor de formaldeído das amostras de alisantes.

### Extrato 7

<b>PFI:</b> A curva de calibração demonstra graficamente a relação entre a concentração e a absorbância da solução. A partir dela é possível descobrir a concentração de determinada solução. O limite de formaldeído permitido pela ANVISA para escovas progressivas é de 0,2%, ou seja, os valores encontrados nas amostras estão muito altos. A amostra (1), por exemplo, ficou com teor mais de 20 vezes superior ao permitido e nenhum desses produtos traz indicações sobre formol no rótulo. Percebam que quanto maior o teor, maior o valor da absorbância.
<b>A1:</b> Falta fiscalização, né!
<b>A3:</b> No leite também tem esse problema do formol!

Fonte: Os autores.

Apesar da ausência do formaldeído nos rótulos dos produtos analisados, os valores obtidos na quantificação do formaldeído por espectrofotometria foram bem superiores ao limite legal de 0,2%, no caso da amostra (1) o teor foi de 24 vezes o valor permitido. Os resultados apresentados

por PFI1 (extrato 7) corroboram com resultados de Abreu Azevedo & Falcão (2015) e servem para despertar preocupações das agências reguladoras, como apresentado na fala de A2 (A2: *Falta fiscalização, né!*).

Ressaltamos, também, em nossos resultados que na fala de A3 (A3: *No leite também tem esse problema do formol!*) houve a percepção de que os problemas relacionados ao formaldeído não se restringem aos produtos cosméticos, como apresentado no trabalho de Martins, Sucupira e Suarez (2017):

Outro problema que tem sido amplamente discutido na mídia nos últimos anos está relacionado à adição criminosa de formol ao leite. Recentemente foram relatados aqui no Brasil diversos casos de adulteração de leite com formol, por várias empresas. O leite é utilizado diariamente, principalmente por crianças, e é consenso que a presença de formol neste alimento não é aceitável. Portanto, é necessário o controle de formol nestes produtos de forma simples e acessível ao consumidor deste produto. É importante ressaltar que não é permitido o uso de formol como conservante alimentar em produtos alimentícios no Brasil (p.946).

Sendo assim, nossos resultados sinalizam a importância da abordagem de temáticas que envolvam situações do cotidiano dos estudantes, enquanto consumidores e cidadãos, sobretudo que disponibilizem resultados de testes de controle de qualidade daquilo que é comercializado, como apresentado neste estudo, a fim de que esses possam ter informação e conhecimento para a escolha dos produtos e serviços a serem consumidos e sejam capazes de questionarem possíveis irregularidades. Ao conhecerem os métodos científicos de análise e limites previstos na legislação, os estudantes se colocam como parte ativa do processo possuindo plenas condições para tomada de decisões (Santos *et al.*, 2000).

Nesse contexto, discutir nas aulas de Química processos que envolvam o uso do formaldeído em produtos comercializados e os impactos sociais relacionados pode contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e capazes de pensar nas consequências do uso dessa substância em diferentes situações, levando-os a reverem seus hábitos de consumo (Santos, 2007). Além disso, a discussão do tema possibilitou a divulgação científica de métodos analíticos empregados em agências reguladoras, com vistas à incorporação da linguagem científica, possibilitando a disponibilização de informações científicas voltadas para a conscientização social (Albagli, 1996).

### **Considerações Gerais**

Esta investigação propôs a contextualização dos conhecimentos químicos presentes na temática do alisamento capilar, com foco no uso indevido do formaldeído em produtos comercializados. O estudo abarcou desde a estrutura do fio de cabelo até as análises de detecção e quantificação do formaldeído indicados atualmente pela Anvisa. Nesse contexto, o OVA desenvolvido pelos professores serviu como ferramenta de mediação contribuindo para a aprendizagem dos alunos viabilizando o processo de abstração de fenômenos naturais e artificiais por meio de simuladores e para a aproximação desses com ferramentas e técnicas da Ciência Moderna presentes na análise discutida.

Além disso, o estudo ressalta a possibilidade de divulgação científica dos métodos analíticos empregados, bem como a promoção de um espaço de reflexão sobre as implicações sociais associadas aos processos de alisamento que utilizam formaldeído contribuindo para a formação crítico-cidadã dos envolvidos.

## Referências

- Abihpec. (2019). *Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos*. Panorama do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. Acesso em 15 jun., 2021, <http://www.abihpec.org.br/>.
- Abreu, V.M.; Azevedo, M.G.B. & Falcão, J.S.A. (2015). Cosmetovigilância em alisantes capilares: Determinação do teor de formaldeído por espectrofotometria e avaliação do rótulo. *Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences*, 36(1), 51-58. Acesso em 10 jan., 2022, <http://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/67>
- Albagli, S. (1996). Divulgação científica: informação científica para cidadania? *Ciência da informação*, 25(3), 396-404. Acesso em 12 nov., 2021, <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639>
- Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2018). *Relatório Anual de Denúncias em Serviços de Interesse Para a Saúde*. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em 15. jun.2021.
- Barragán, P.; Mortimer, E.F. & Leal, A. (2009). Avaliação preliminar sobre o conceito de Radiação e algumas de suas tecnologias: ideias informais de estudantes do ensino médio. (preliminar evaluation about concept radiation and its technologies: informal ideas of high school students). *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis-SC. Acesso em 02. ago., 2021, <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p1090.pdf>
- Benite, A.M.C.; Benite, C.R.M. & Silva-Filho, S.M. (2011). Cibercultura em Ensino de Química: Elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, 33(2), 71-76. Acesso em 25. fev., 2022, [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33\\_2/01-EQM3010.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf)
- Bolognesi, L. (2010). *Quantificação de formaldeído em extrato aquoso obtido da emissão de painéis de madeira por espectrofotometria acoplada à injeção em fluxo*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química (Universidade Federal do Paraná), pp.64, Acesso em 09. set., 2021, <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26473/Dissertacao%20Mestrado%20Luicio%20Bolognesi%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brandão, C.R. (1998). Participar-pesquisar. In: Brandão, C.R. *Repensando a pesquisa participante*. 3 ed. São Paulo: Brasiliense.
- Brasil. (2013). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 15*. Acesso em 05. jul., 2021, [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015\\_15\\_03\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html)
- Brasil. (2009). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 36*. Acesso em 05. jul., 2021, [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32421597/do1-2015-08-27-resolucao-rdc-n-36-de-26-de-agosto-de-2015-32421440](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32421597/do1-2015-08-27-resolucao-rdc-n-36-de-26-de-agosto-de-2015-32421440)
- Brasil. (2008). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos*. Acesso em 05. jul., 2021, <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-controle-de-qualidade-de-produtos-cosmeticos.pdf/view>

- Canassa, T.A.; Lamonato, A.L. & Ribeiro, A.V. (2018). Utilização da lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de soluções. *Journal of Experimental Techniques and Instrumentation*, 1(2), 23-30. Acesso em 22. jul., 2021, <https://periodicos.ufms.br/index.php/JETI/article/view/5930>
- Ferreira, V.T. (2015). *Avaliação semi-quantitativa da concentração de formaldeído em formulações cosméticas de alisamento progressivo e selantes capilares*. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília.
- Galiazzi, M.C.; Rocha, J.M.B.; Schmitz, L.C.; Souza, M.L.; Giesta, S. & Gonçalves, F.P. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 7(2), 249-263. Acesso em 05. out., 2021, <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xJ9FZcgBpg8NKq3KyZNs3Hk/?lang=pt>
- Inca. (2018). *Instituto Nacional de Câncer*. Disponível. em: <https://www.inca.gov.br/> Acesso em 23. Jul., 2021.
- Köhler, R.C.O. (2011). *A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Lutfi, M. (1997). A abordagem sociológica do ensino de Química. *Ciência & Educação*, 3, 07-09.
- Macagnan, K.K.; Sartori, M.R.K. & Castro, F.G.D. (2017). Sinais e sintomas da toxicidade do formaldeído em usuários de produtos alisantes capilares. *Cadernos da Escola de Saúde*, 2(4), 46-63. Acesso em 01. mar., 2022, <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2304>
- Martins, G. B., Sucupira, R. R., & Suarez, P. A. (2017). Papel indicador colorimétrico para detecção de formol em produtos lácteos e produtos de higiene pessoal. *Química Nova*, 40, 946-951. Acesso em 09 de jan., 2023, <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170102>.
- Morales, R.S.; Maggi, N.R. & Américo, R.M. (2015). A ação mediada na perspectiva do interacionismo histórico-cultural como perspectiva didática no ensino da língua. *Scripta*, 19(36), 105-115. Acesso em 06. mar., 2022, <http://periodicos.pucminas.br/index.php/scripta/article/view/P.2358-3428.2015v19n36p105>
- Mortimer, E.F.; Machado, A.H. & Romanelli, L.I. (2000). A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, 23(2), 273-283. Acesso em 12. mar., 2022, <https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?lang=pt>
- Santos, W.L.P. (2007). Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(n/esp.), 01-12. Acesso em 11. mar., 2022, [https://gpecea-usp.webnode.com.br/\\_files/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf](https://gpecea-usp.webnode.com.br/_files/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf)
- Santos, W.L.P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 2(36), 474-550. Acesso em 19. fev., 2022, <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt>
- Santos, W.L.P. & Mortimer, E.F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em*

*Educação em Ciências*, 2(2), 1-23. Acesso em 28. jan., 2022, <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL/?lang=pt>

Silva, J.L.; Santos, A.W. & Rodrigues, G.S. (2012). *O conhecimento científico e o conhecimento cotidiano na perspectiva de professores de física e de química em Itabaiana/SE*. Colóquio internacional de educação e contemporaneidade, São Cristóvão/ SE.

Skoog, D.A.; Holler, F.J & Crouch, S.R. (2008). *Princípios de Análisis Instrumental*, 6ª edição. Cengage Learning. University of Colorado Bauder. Phat Interactive Simulations. Modelos do átomo de Hidrogênio. Acesso: 23 de mai., 2019, <https://phet.colorado.edu/en/search?q=Modelos+do+%C3%A1tomo+de+Hidrog%C3%A1nio>.

Vigotski, L.S. (2005). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Wertsch, J.V. (1991). *Voices of the Mind: Sociocultural Approach to Mediated Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Zeichner, K.M. (1993). *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: EDUCA.