

## Desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sob o tema da adulteração da farinha de mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Rayane Mirele Santos da Silva<sup>1</sup>, Wlisses Guimarães Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Pernambuco, rayane2015silvasantos@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Pernambuco, wlisses.guimaraes@vitoria.ifpe.edu.br

### INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*) possui uma grande variedade de espécies que podem ser empregadas na produção da farinha de mandioca. Essa prática de produção e consumo são extremamente difundidas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Dias; Leonel, 2005). A farinha de mandioca é um produto amplamente consumido no Brasil, sendo utilizada em várias receitas da culinária tradicional. Por ser um alimento de grande aceitação popular, é alvo de inúmeras adulterações que objetivam reduzir os custos na produção e promover o aumento dos lucros de maneira ilícita, comprometendo a qualidade do alimento. As adulterações mais comuns, **não declaradas no rótulo do produto**, envolvem a adição farelo de arroz e/ ou a incorporação de corantes durante a etapa de produção da farinha, podendo causar danos financeiros e/ou comprometimento na saúde.

No Brasil, a lei 9.677/98 menciona que corromper, adulterar, falsificar ou alterar substância ou produto alimentício destinado a consumo, tornando-o nocivo à saúde ou não, é considerada uma prática ilegal (Brasil, 1998). Assim, o desenvolvimento de métodos analíticos para a detecção de adulterantes na farinha de mandioca é uma necessidade crescente no contexto de segurança do consumidor, haja visto que esses métodos são essenciais para detectar com precisão práticas fraudulentas e garantir a autenticidade e qualidade do produto.

A Alfabetização Científica (AC), com base nos pressupostos de Freire, pode ser entendida como a formação do sujeito para compreensão dos conhecimentos, práticas e valores de uma área de conhecimento para análise de situações e tomada de decisões em ocasiões diversas de sua vida. Assumimos durante toda a pesquisa (desde sua fase incipiente de elaboração à aplicação) que a AC só é alcançada se houver transformação social, conforme preconiza Valladares (2021).

Segundo Sasseron e Carvalho (2008) um cidadão é alfabetizado cientificamente quando atinge três eixos relevantes, onde o primeiro eixo baseia-se na “**compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**”; o segundo à “**compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**”; e o terceiro é aquele que “**compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**”. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 3). Toda Sequência de Ensino Investigativo (SEI) caracteriza-se pela existência de um problema de pesquisa, uma atividade de sistematização e promoção à associação ao cotidiano do próprio estudante. (Carvalho, 2004). Acreditamos que

trazer o tema da adulteração da farinha de mandioca para a aulas, personificando cada estudante como agente fiscalizador dessa prática fraudulenta, favorece a prática dos três eixos supracitados.

Foram através destes três eixos que surgiram os indicadores de alfabetização científica. Estes são habilidades utilizadas pelos cientistas durante as investigações e utilizadas para resolução de problemas nas aulas de ciências, onde cada indicador tem o papel de desenvolver uma etapa diferente durante todo o trabalho investigativo. A seguir temos o **Quadro 01** que demonstra os indicadores de AC.

**Quadro 1:** Indicadores de Alfabetização Científica (AC)

| Indicador                           | Descrição                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Seriação de informações</b>      | Está relacionada ao estabelecimento de base para a promoção de uma ação investigativa                  |
| <b>Organização de informações</b>   | Nessa etapa ocorre a preparação dos dados existentes sobre o problema investigada                      |
| <b>Classificação de informações</b> | Surge quando buscamos estabelecer característica com os dados obtidos                                  |
| <b>Raciocínio Lógico</b>            | Busca compreender como as ideias são desenvolvidas e ao mesmo instante apresentadas                    |
| <b>Justificativa</b>                | Nessa etapa a afirmação proferida, lança-se através de uma garantia para o que é proposto              |
| <b>Previsão</b>                     | Nessa etapa existe a afirmação de uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. |
| <b>Explicação</b>                   | Relaciona informações com as hipóteses levantadas                                                      |

Fonte: [Sasseron](#) e Carvalho (2008)

O presente trabalho visa **analisar possíveis contribuições para a alfabetização científica proporcionada pela aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sob o tema da adulteração da farinha de mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*).**

## METODOLOGIA

A pesquisa de campo foi aplicada em um grupo voluntário de 6 estudantes do ensino médio técnico integrado dos cursos de agroindústria e agropecuária da rede pública federal, localizada no estado de Pernambuco. A pesquisa possui um caráter qualitativo e a SEI foi aplicada em duas aulas com duração de 60 minutos cada. Esses estudantes, por terem cursado a disciplina de tecnologia da mandioca ou ao longo do curso técnico, foram selecionados para participação voluntária mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Estes foram assinados por pais e responsáveis (ou assinado pelo próprio estudante quando de maior de idade) e mantivemos as identidades preservadas, conforme preconizava o documento. Após a contextualização do problema, a turma foi fracionada em 2 grupos, cada um contendo 3 estudantes. Após a coleta de dados, identificamos os grupos pelos códigos G1 e G2. Os estudantes pertencentes ao grupo 1 identificamos os componentes como sendo A1, A2 e A3, para o grupo 2 nomeamos como B1, B2 e B3.

A problemática apresentada, contemplou o conteúdo de Bioquímica e especificamente versou sobre a sistemática de identificação de biomoléculas e micronutrientes. Vale enfatizar que a SEI ofereceu base para a compreensão do processo produtivo da farinha de mandioca e sua importância na cultura regional, especialmente na cidade de Feira Nova, cidade do Agreste Pernambucano considerada a “terra da farinha de mandioca”. Título simbolizado na bandeira municipal. Registramos a aplicação da SEI por meio da leitura flutuante do *corpus* documental, realizando demarcações de possíveis indicadores de alfabetização científica através de transcrições das falas dos participantes. A seleção do *corpus* documental foi tratada por análise de conteúdo (BARDIN, 1977) tendo as categorias determinadas *a priori* como sendo os sete indicadores de alfabetização científica, segundo Sasseron e Carvalho. A **Figura 1** a seguir mostra o *slide* projetado para os estudantes com a contextualização do problema.

**Figura 1:** Interface do *slide* projetado para o alunos na etapa de apresentação do problema.

The slide is titled "Problema" and is divided into three main sections. The left section describes the traditional agricultural culture of Feira Nova, known for its cassava flour. The middle section describes the problem of rice adulteration in cassava flour, which threatens the reputation built over generations. The right section describes the situation where meetings were organized between producers, community leaders, and specialists to address the issue, aiming to identify the presence of rice in cassava flour samples through a simple, fast, and viable test to restore consumer confidence.

**Problema**

Feira Nova, uma cidade conhecida por sua tradição agrícola, sempre foi reconhecida como um dos maiores polos de produção de farinha de mandioca em Pernambuco. As casas de farinha, espalhadas pelos sítios e comunidades locais, eram verdadeiros símbolos da cultura e da economia da região. Durante anos, a farinha de mandioca de Feira Nova conquistou mercados locais e regionais pela sua qualidade e sabor únicos, que remetiam à tradição e ao cuidado no preparo.

No entanto, nos últimos tempos, os produtores começaram a enfrentar um problema que ameaçava a reputação construída ao longo de gerações. Relatos começaram a surgir sobre a adulteração da farinha de mandioca com farelo de arroz, um subproduto mais barato e de fácil acesso. Essa prática, adotada por alguns produtores de maneira clandestina, visava aumentar os lucros reduzindo os custos de produção.

Diante dessa situação, reuniões foram organizadas entre os produtores, líderes comunitários e especialistas. A grande questão que pairava no ar era: Como identificar a presença do farelo de arroz em amostras de farinha de mandioca por um teste exequível por sua: **simplicidade, rapidez e viabilidade;** objetivando resgatar a confiança dos consumidores na produção de Feira Nova?

Fonte: autor (2024)

Quanto ao nível de abertura, proposto por PRIESTLEY (1997) o qual classifica em sete níveis de abertura as atividades experimentais, as quais variam de acordo com o grau de autonomia concedido aos estudantes durante a investigação; podemos afirmar que o problema pode ser classificado como “**aberto**”, haja vista que para solucioná-lo, os estudantes tiveram em mãos, cópia da **Tabela 01**, os alunos desenvolvem os próprios procedimentos e muitas perguntas e conclusões estão em aberto. Todavia, o professor não opinou na etapa da formulação das hipóteses. Acreditamos que estaríamos assim, contribuindo para a autonomia da aprendizagem, uma vez que tiveram a possibilidade de desenvolver seus próprios procedimentos experimentais, formulando suas próprias hipóteses, bem como, tirando suas próprias conclusões acerca do processo sob a mediação do professor.

**Tabela 01:** Composição de micronutrientes e macronutrientes na farinha de mandioca e farelo de arroz

| Quantidade de micronutrientes e macronutrientes para cada 100 g de farinha mandioca e 100g de farelo de arroz |                                 |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Nutrientes                                                                                                    | Farinha de mandioca (por 100 g) | Farelo de arroz (por 100 g) |
| Proteínas                                                                                                     | 1,20 g                          | 14 g                        |
| carboidratos                                                                                                  | 89,2 g                          | 49,5 g                      |
| Fibras                                                                                                        | 7,80 g                          | 29 g                        |
| Umidade                                                                                                       | 8,3 %                           | *                           |
| Cinza                                                                                                         | 1,0%                            | 8,0 e 15,4%.                |
| Lipídeos                                                                                                      | 0,3 g                           | 12,8 g                      |
| Ferro                                                                                                         | 1,2 mg                          | 18,4 mg                     |
| Cálcio                                                                                                        | 76mg                            | *                           |
| Sódio                                                                                                         | 10 mg                           | 10,6 mg                     |
| Potássio                                                                                                      | 328 mg                          | 1645 mg                     |
| Niacina                                                                                                       | *                               | 45 mg                       |
| Timina                                                                                                        | *                               | 3,1mg                       |

Fonte: Embrapa (2004); Oliveira et al. (2021) e Pestana (2008)

Após essa etapa, os estudantes foram divididos em 2 grupos. Com o auxílio do celular e da **Tabela 01**, eles compararam a composição nutricional dos dois alimentos, o que serviu como base para a discussão em ambos os grupos.

Posteriormente, os estudantes buscaram as melhores alternativas experimentais para solucionar o problema proposto. Durante essa fase, os estudantes foram orientados a pesquisar na *internet* possíveis propostas. Cabe destacar que o teste não pode ser por análise imediata (teste físico) e

deve atender aos critérios de rapidez, simplicidade e viabilidade. Na sequência, foram dispostas em cada bancada duas amostras **não identificadas**: farinha de mandioca pura e farinha de mandioca com adição de farelo de arroz.

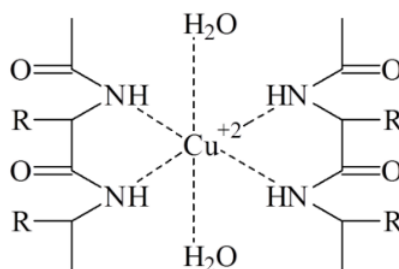
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente os dois grupos optaram somente por testes físicos. Um dos testes logo descartados foi o do teor de umidade. O grupo previu que apesar de ser um teste simples e ao mesmo instante viável, não obedecia ao critério de rapidez. Por conseguinte, no G1 foi sugerido a separação magnética; um teste físico relativamente barato, viável e que qualquer consumidor, mesmo sem conhecimento técnico, conseguiria executar. A hipótese é que utilizando um ímã (preferencialmente de neodímio), ocorreria a separação do ferro presente, majoritariamente no farelo de arroz. Ainda nos testes físicos, foi sugerido a separação por granulação através da utilização de peneiras com malhas distintas, o grupo acreditava que o farelo de arroz por apresentar diferente dimensão dos grãos poderia ser separado. Outra proposta foi utilizar a água, na qual por diferentes teores de lipídios iria ser promovida a separação, justificando o teste pelos conceitos de densidade e solubilidade. Inicialmente, G2 propôs uma hipótese baseada na solubilidade, onde o lipídio, presente em maior concentração no farelo de arroz ficaria situado na região superior da vidraria, sobrenadando, enquanto a farinha de mandioca que apresenta um teor insignificante de lipídios, decantaria como corpo de fundo do béquer.

Exaurida as possibilidades por análise imediata (testes físicos), os grupos passaram a averiguar a composição química dos componentes tabulados (indicador **“organização das informações”**), direcionando as propostas para testes químicos. Os testes de niacina (Vitamina B3) e timina, foram inicialmente cotados, porém, descartados após pesquisa realizadas na *internet*, pois de acordo como o grupo G1, não se enquadrariam nos requisitos propostos de simplicidade e viabilidade (indicador **“justificativa”**). Ao analisar a tabela, os estudantes de ambos os grupos, perceberam que poderiam ser realizados testes de identificação de íons ferro III pela discrepância de teores (indicador **“previsão”**). Afim de verificar se o teste atendia as condições exigidas pelo problema (rapidez, simplicidade e viabilidade), os alunos ao pesquisarem na *internet*, concluíram que através do teste de azul de Prússia seria possível identificar (indicador **“previsão”**) a farinha de mandioca adulterada com farelo de arroz. Por fim, os grupos adotaram o **raciocínio lógico** de que deveriam procurar por substâncias na **Tabela 01** fornecida com uma significativa diferença entre a farinha de mandioca e o farelo de arroz. Não tardou sugerirem determinar as proteínas nas amostras de farinha de mandioca e farelo de arroz, **explicada** por este apresentar cerca de 10 vezes mais proteínas; poderiam ser realizados testes para detectar possíveis adulterações. Desta forma foi sugerido após pesquisas, o teste do biureto que se enquadraria nos requisitos de facilidade, viabilidade e rapidez. Este é um método colorimétrico de laboratório que detecta a presença de

proteínas (ou peptídeos) em uma amostra, formando um complexo roxo/violeta com íons de cobre em meio alcalino. O sulfato de cobre II em meio alcalino apresenta coloração azul clara, já na presença de proteínas ou peptídeos forma produto violeta caracterizando a formação do complexo de coordenação entre o cobre e os átomos de nitrogênio das ligações peptídicas adjacentes, agindo como um ligante bidentado (**Figura 2**).

**Figura 02:** Complexo formado entre o cobre II e peptídeos ou proteínas.



Fonte: autor (2024)

Em seguida, os estudantes seguiram para a fase de **testagem de hipóteses**, essencial para promover o processo investigativo dos estudantes, reforçando conceitos aprendidos e desenvolvendo habilidades analíticas. Após a etapa de socialização, os estudantes foram conduzidos à apresentação dos materiais que seriam utilizados nos experimentos demonstrativos. Nesse momento, cada item foi detalhadamente explicado, destacando sua função e importância no contexto experimental. Essa introdução permitiu que os estudantes compreendessem a relação entre os materiais e os objetivos experimentais previamente propostos. (**Figura 3**)

Um dos testes propostos foi o teste azul de prússia (também conhecido como método de Peris), então o teste foi realizado com a farinha de mandioca pura e com a farinha de mandioca adulterada com farelo de arroz para esse teste como supramencionado foi usado para realizar a detecção o ferrocianeto de potássio  $K_4[Fe(CN)_6]$ , produzido pelo método direto (usando a proporção 1:1) através da reação:  $FeCl_{3(aq)} + K_4Fe(CN)_{6(aq)} \rightarrow KFe[Fe(CN)_6] \cdot xH_2O_{(aq)} + 3KCl_{(aq)}$  **Equação 1**

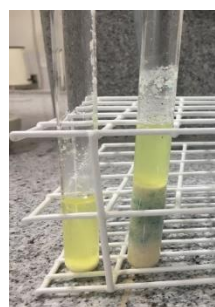
Assim, foi possível detectar a presença do farelo de arroz na farinha de mandioca promovendo a formação da coloração azul (**Figura 4**) característico da presença de íon ferro III, enquanto na farinha de mandioca não adulterada a coloração permaneceu amarelo.

**Figura 1:** teste do biureto



Fonte: autor

**Figura 4:** teste do azul de Prússia



Fonte: autor

A prática experimental surpreendeu a todos, não apenas por validar ou refutar as hipóteses levantadas, mas também, por ter proporcionado um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo, estimulando a curiosidade científica. Pudemos perceber que surgiram vários indicadores de alfabetização científica nas falas transcritas analisadas, o que reforça o potencial da proposta como recurso didático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da SEI, com foco na adulteração proteica da farinha de mandioca, levou os estudantes a uma profunda imersão em problemáticas reais que afetam economicamente o consumidor do produto final, tornando os estudantes conscientes dos desafios enfrentados pelos órgãos fiscalizadores.

Os estudantes, para além do raciocínio lógico, conseguiram analisar e discutir coletivamente, possíveis sistêmicas para elucidação do problema real proposto, promovendo assim um aprendizado mais significativo na perspectiva dos domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico, evidenciados pela verbalização dos indicadores de alfabetização científica durante a intervenção didática. Acreditamos que o tema da adulteração de alimentos sempre será atual, relevante e acima de tudo significativo. Trazer para a sala de aula a tentativa de elucidação de um problema real e tangível, quando pautada nos princípios norteadores do ENCI pode ser uma excelente estratégia didática que contribua para uma educação transformadora.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos estudantes participantes pelo engajamento e seriedade com as quais abraçaram a proposta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL, “**REGULAMENTO TÉCNICO ADITIVOS ALIMENTARES.**” *Bvsmms.saude.gov.br*, 27 outubro. 1997, [bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1997/prt0540\\_27\\_10\\_1997.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1997/prt0540_27_10_1997.html). Acessado 1 de Junho 2023

CARVALHO, A. M. P. (2004). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. Editora Liber Livro.

DIAS, Larissa Tavares, e Magali Leonel. “**Caracterização Físico-Química de Farinhas de Mandioca de Diferentes Localidades Do Brasil.**” *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 30, no. 4, Aug. 2006, pp. 692–700, <https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000400015>. Acessado 12 de Junho de 2022.

EMBRAPA. **Utilização Do Farelo de Arroz Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento**. 2004.

OLIVEIRA, Luciana Alves de, *et al.* **Farinha de Mandioca: Coloração e Legislação**. Out. 2021. Acessado em 1º de junho de 2023.

PESTANA, Vanessa Ribeiro, *et al.* **FARELO DE ARROZ: CARACTERÍSTICAS, BENEFÍCIOS À SAÚDE E APLICAÇÕES**. 2008. Acessado em 16 de novembro de 2024

PRIESTLEY, W. J. **The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education**. *Dissertation Abstracts International*. 58(3), 1997, p. 806.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição de indicadores do processo.** *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

VALLADARES, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation. *Science & Education*, 30, 557–587.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>