



**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NA ÁREA DE QUÍMICA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO COM
ALIMENTOS**

Jane da Paz Pontes Souza
Albiane Oliveira Gomes

A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO: vamos tomar um café com pão quentinho?

Figura 01 - Café.



Fonte: Da autora, 2021.

Jane da Paz Pontes Souza

Albiane Oliveira Gomes

A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO: vamos tomar um café com pão quentinho?

São Luís

2021

Souza, Jane da Paz Pontes.

A química do café e do pão: vamos tomar um café com pão quentinho? [recurso eletrônico] / Jane da Paz Pontes Souza, Albiane Oliveira Gomes. – São Luís: [s. n], 2021.

60 p.: il. color.

A obra em formato digital constitui-se produto do Mestrado Profissional em Educação, da Universidade Estadual do Maranhão.

Inclui bibliografia e apêndices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Café	1
Figura 02 - Corte longitudinal de um grão de café	14
Figura 03 - Representação estrutural química do café	15
Figura 04 - Modelo de destilador produzido com material reutilizado	24
Figura 05 - Preparação do café	27
Figura 06 - Filtração simples	27
Figura 07 - Processo de Destilação	28
Figura 08 - Processo de Ebulição	29
Figura 09 - Representação das moléculas de Gliadina e Glutenina	32
Figura 10 - Representação estrutural da cadeia carbônica da molécula de Glúten	33
Figura 11 - Efeito da temperatura na velocidade da reação	43
Figura 12 - Velocidade das reações	44
Figura 13 - Efeito da concentração na velocidade da reação	46
Figura 14 - Demonstração da velocidade com as diferentes concentrações.....	47
Figura 15 - Demonstração da densidade do pão.....	49
Figura 16 - Colocando a mão na massa	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conteúdo nutricional em 100g de café em pó torrado	15
---------------------------------------------------------------------	----

APRESENTAÇÃO

Esta obra é destinada a professores de Ciências/Química da Educação Básica, atuantes ou em formação. Oriunda da pesquisa de dissertação do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação realizado na Universidade Estadual do Maranhão, intitulada “Sequência de Ensino Investigativa para a aprendizagem significativa na área de Química: uma contextualização com alimentos”, ela partiu do interesse e da preocupação com o processo de desenvolvimento da aprendizagem nas salas de aula de Química.

Trata-se de Oficinas-Pedagógicas, de grande relevância no Ensino de Ciências, no âmbito das Sequência de Ensino Investigativa (SEI), uma abordagem pedagógica que envolve reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos de Ciências, procedimentos e atitudes, preconizando o protagonismo dos alunos e apontando para teóricos na contextualização de um ambiente de aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizador, que possibilita ao trabalho docente uma visão ampla de todo o processo de ensino-aprendizagem. A SEI está referenciada teoricamente em autores que fundamentam: as sequências de atividades como instrumentos pedagógicos eficientes, como Zabala (1998); o ensino de Química compreendendo as abordagens fenomenológica, teórica e representacional, segundo Machado (2014); o ensino de Química por investigação, definido por Carvalho (2020); e com os teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem: Jean William Fritz Piaget, Lev Semenovitch Vygotsky, David Paul Ausubel e Paulo Reglus Neves Freire.

A SEI apresenta estratégias pedagógicas para o ensino a partir da criação de um ambiente investigativo e dinâmico para a construção dos conteúdos científicos e suas significações. As atividades experimentais investigativas foram elaboradas por meio de consultas à literatura e adoção de referenciais sobre os temas propostos e constituem uma unidade didática composta ao todo por 6 (seis) aulas, sendo 3 (três) com o tema “Café”, e 3 (três) com o tema “Pão”.

Esperamos que os resultados desta pesquisa possam contribuir para que seu trabalho como professor de Química seja realizado a partir de uma visão geral de como vão se constituindo os conhecimentos, possibilitando que a aprendizagem dos alunos se efetive de maneira participativa, consistente e lógica.

Desejamos um excelente trabalho aos nossos pares e que nossas reflexões contribuam com o sucesso do ensino-aprendizagem nas suas salas de aula de Química, em que atuem como mediadores dessa tão bela, importante e essencial Ciência.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 JUSTIFICATIVA	11
3 PROPÓSITOS PARA TRABALHAR COM A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	12
4 VAMOS FAZER UM CAFÉ E COMPREENDER ALGUNS CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?	13
4.1 Estrutura do fruto do café	13
4.2 Composição química do café	14
4.3 O café como bebida	15
4.4 A borra do café	16
4.5 O café e os conteúdos de Química no ensino médio	16
5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “CAFÉ É SEMPRE UMA BOA IDEIA”	18
5.1 Oficina de ensino n.º 01: “A Química do café”	18
5.2 Oficina de ensino n.º 02: “Construindo um sistema de destilação”	19
5.3 Oficina de ensino n.º 03: “Misturas e Separação de misturas	24
6 VAMOS COLOCAR A MÃO NA MASSA E COMPREENDER CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?	31
6.1 A Química do pão nosso de cada dia	31
6.2 Primeira etapa de preparo do pão: o amassamento	31
6.3 Segunda etapa de preparo do pão: o crescimento	34
6.4 Terceira etapa de preparo do pão: o cozimento	35
6.5 O preparo de pão e os conteúdos de Química no ensino médio	36
7 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “O PÃO NOSSO DE CADA DIA” ...	37
7.1 Oficina de ensino n.º 04: A Químicas do pão	37

7.2 Oficina de ensino n.º 05: Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão	41
7.3 Oficina n.º 06: Colocando a mão na massa	50
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A	59
APÊNDICE B	60

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências/Química tem acontecido em nossas escolas ainda em uma realidade diferente da ideal, por estar contextualizado em uma série de dificuldades que impossibilitam o ambiente de sala de aula estar alinhado a um número em potencial de possibilidades de construção do conhecimento e do desenvolvimento de habilidades e atitudes tão necessárias para a formação cidadã.

Dentre as dificuldades vivenciadas, podemos apontar para: atividades com pouca ou nenhuma experimentação, muitas vezes, por não haver um laboratório adequado na escola; o pouco relacionamento da Química com a vida cotidiana do aluno; e ênfase à memorização de conteúdos químicos, o que provoca um processo de ensino-aprendizagem fragilizado e desconexo com a proposta de formação para a vida e de constituição da Química como ferramenta social.

As atividades experimentais fazem parte de um currículo de ensino de Química que contempla uma formação integral e, portanto, devem ser trabalhadas de maneira a desenvolver o raciocínio do aluno na construção e/ou reconstrução de conceitos, na compreensão dos fenômenos naturais e na sua significação dos saberes com o mundo em que vive.

Pensando em uma proposta que pode ser trabalhada em um espaço informal da escola, no caso, a cozinha, com materiais do cotidiano, na sala de aula ou mesmo no laboratório da escola, apresentamos a Sequência de Ensino Investigativa com o tema “A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO: vamos tomar um café com pão quentinho?” a fim de trabalhar o ensino de Química por meio do preparo de um lanche muito comum no Brasil, o famoso café com pão.

A escolha por esse tema com alimentos e, de forma específica, o café com pão, levou em consideração o fato de ser algo presente na cultura social do aluno e de fazer parte do seu contexto diário.

Essa estratégia viabiliza um momento em que, antes de saborear essa deliciosa bebida tão conhecida internacionalmente com um gostoso pão quentinho, pode possibilitar ao aluno compreender que a Química acontece em todo lugar e muito próxima a ele. Desse modo, será possível demonstrar que o ensino de Química pode ser construído de forma prazerosa e com muitos significados.

A proposta desta Sequência de Ensino Investigativa é criar alternativas que contribuam para a natureza pedagógica da experimentação, de maneira simples, porém, amplamente significativa e lógica para a vida do aluno.

Uma das combinações mais utilizadas no Brasil, o café com pão, está presente na maioria das mesas por todo o país; sendo uma das opções para a primeira refeição do dia, surgindo também no lanche e no jantar no cardápio de muitos lares em todo o país.

As experimentações com esses alimentos podem ser utilizadas para trabalhar conteúdos nas três séries do Ensino Médio. Contudo, esta sequência investigativa estará direcionada aos conteúdos da primeira série, permitindo que o professor cite os demais temas das outras séries alcançadas por essa temática, até mesmo para que o aluno tenha um entendimento da amplitude de assuntos da Química que podem ser trabalhados com essa receita.

Além disso, esses temas têm um alcance social, cultural, histórico, ambiental e científico que pode ser apresentado pelo professor, ao longo dos diálogos estabelecidos, a fim de que o aluno compreenda toda a complexidade e o contexto relacionados ao tema.

Posto isso, vamos refletir: Qual a Química presente em cada item desses? Quais processos acontecem durante seu preparo? Vamos ver agora um pouco mais sobre esses dois companheiros que fazem parte da alimentação do nosso dia a dia, conhecendo desde sua composição até os conteúdos de Química relacionados a cada um deles.

2 JUSTIFICATIVA

O interesse pelo objeto de pesquisa surgiu a partir da observação da dinâmica da sala de aula e dos fatores que estão envolvidos nela. Como tanto a dinâmica, como os fatores interferem diretamente no processo de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química, compreendermos como esse processo é construído, nos possibilita vencer as dificuldades que acontecem em relação ao entendimento dos conteúdos e à construção dos conhecimentos relacionados a conceitos e temas abstratos.

A prática educativa é complexa, fluida, difícil de limitar e encontrar soluções com coordenadas simples, por isso, buscamos elementos em quatro teorias de desenvolvimento cognitivo e de aprendizagem (Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire) para dar consistência a um olhar e uma avaliação mais racional e próxima da realidade, que consigam contemplar o maior número de variáveis que interferem na prática e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem.

3 PROPÓSITOS PARA TRABALHAR COM A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

- Estimular reflexões sobre o papel da investigação no ensino de Química;
- Criar possibilidades de se despertar o interesse pela ciência como forma de conhecer o mundo;
- Desenvolver as habilidades manuais e construir as habilidades intelectuais dos educandos como o pensamento e sua concretização por meio da linguagem, possibilitando a alfabetização científica;
- Proporcionar o desenvolvimento de atividades práticas realizadas em prol do ensino investigativo;
- Auxiliar os professores quanto ao processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos ministrados no ensino médio, com atividades experimentais investigativas utilizando alimentos como contexto;
- Disponibilizar ao professor um trabalho que forneça condições de estar referenciado tanto em teóricos do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo para que seja possível atingir uma visão geral de todo o processo e consiga acompanhar as variáveis que intervêm na sua construção;
- Possibilitar um trabalho de ensino de Química que contemple as abordagens fenomenológica, representacional e teórica, estabelecendo as relações envolvidas entre tais para a consolidação do entendimento dos fenômenos abordados;
- Colaborar com o professor a partir da disponibilização de condições que permitam adquirir uma visão crítica de análise do desenvolvimento das competências conceituais, procedimentais e atitudinais em todo o processo, o que permitirá monitorar o caminho de aprendizagem traçado e que, em caso de desvio, o professor tenha condições de retomar o sentido e reconduzi-lo em direção ao alvo planejado;
- Oportunizar ao professor um instrumento pedagógico de alcance de desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora.

4 VAMOS FAZER UM CAFÉ E COMPREENDER ALGUNS CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?

O café é uma planta oriunda da Etiópia, África, cultivada e consumida em todo o mundo. No Brasil, o café trouxe mudanças na economia, devastou florestas e faunas nativas e foi responsável pela aflição dos escravos e dos imigrantes, e até hoje perdura como uma das principais culturas em muitos estados brasileiros (LIMA, 2006).

O café é um produto nobre do agronegócio e da pauta de exportação do Brasil, ocupando lugar de destaque na história do desenvolvimento do país. Seu sabor e aroma conferem grande receptividade a este produto, cujo consumo se tornou um hábito mundial (ROCHA; FERREIRA, 2001).

Da planta de café se obtém frutos com polpa doce e fina; no seu interior, se encontram duas sementes, os grãos de café, a partir dos quais se produz o pó do café. Desse modo, café é a semente sadia e limpa nas diversas espécies do gênero botânico *coffea*. O café pertence ao gênero *coffea* da família *Rubiaceae* e, dentre as diversas espécies existentes, as principais do ponto de vista agroeconômico são a *Coffea arábica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta).

Não possui valor nutricional relevante, sendo consumido basicamente devido aos efeitos fisiológicos e psicológicos relacionados à presença da cafeína e, principalmente, pelo prazer e satisfação que seu aroma e sabor são capazes de proporcionar (SIVETZ; FOOTE, 1997).

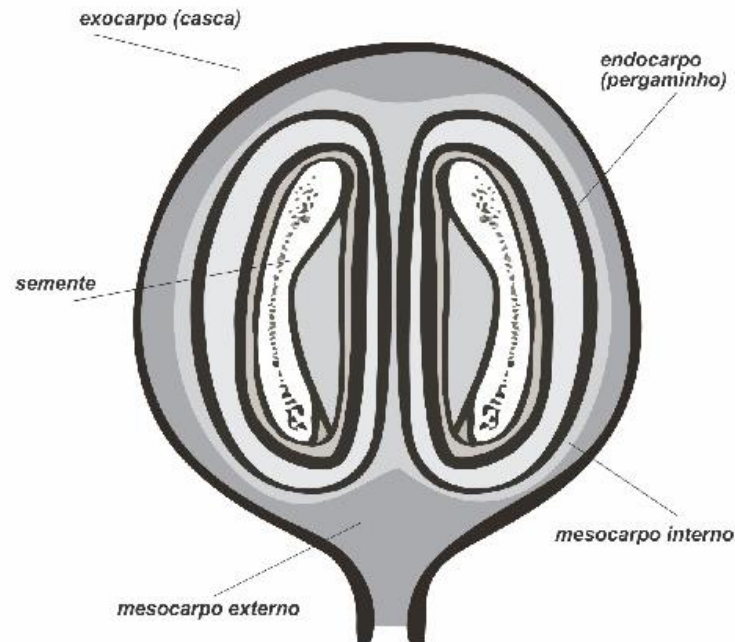
O sabor e o aroma da bebida café são complexos, resultantes da presença combinada de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, entre eles, os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, incluindo também a ação de enzimas em alguns desses constituintes, dando produtos de reações, compostos que interferirão no sabor da prova de xícara (SARRAZIN et al., 2000).

4.1 Estrutura do fruto do café

A estrutura do fruto do cafeeiro apresentada na Figura 02 a seguir, é composta por exocarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem) e o endocarpo (ou pergaminho). O mesocarpo externo, denominado polpa, representa cerca de 29% do peso seco do fruto inteiro, sendo composto aproximadamente de 76% de água. O pergaminho que envolve a semente

representa em média 12% do peso seco. A semente representa cerca de 55,4% do peso seco (AVALLONE, 2000).

Figura 02 - Corte longitudinal de um grão de café.

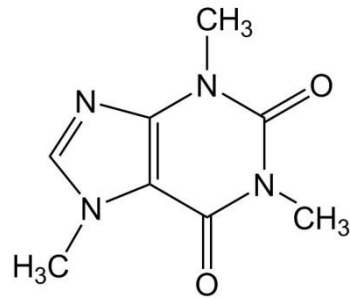


Fonte: Da autora, 2021.

4.2 Composição química do café

O grão verde do café possui em sua composição química: cafeína, minerais, compostos fenólicos, trigonelina, aminoácidos, aminas biogênicas, diterpenos, ácidos gordos, esteróis, β -carbolinas, entre muitos outros. Ao ser torrado, esse grão sofre diversas reações químicas que degradam e/ou formam por volta de 2000 compostos químicos, entre eles, alguns são benéficos para atividades biológicas, como a vitamina niacina, e outros não serão quando ultrapassam a quantidade moderada de 3 a 5 doses diárias de café (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009).

A substância mais conhecida e estudada do café no mundo é a cafeína (Figura 03 abaixo), devido suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. Ela representa 1 a 2,5 % da composição do café. A cafeína é inodora, porém, fornece o sabor amargo à bebida do café (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Figura 03 - Representação estrutural química do café.

Fonte: Da autora, 2021.

A ingestão de doses baixas a moderadas (50-300 mg) da cafeína, leva a uma melhoria na performance cognitiva e psicomotora do consumidor, porém, com doses elevadas, poderá causar taquicardia, insônias, ansiedade, tremores, dores de cabeça e náuseas (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009).

4.3 O café como bebida

A bebida café é uma solução cujo solvente é a água e o soluto são as substâncias que estão presentes no pó de café, que são solúveis em água quente. As principais técnicas utilizadas para preparar essa bebida são a extração por solvente e a filtração. O gosto da bebida é influenciado pela presença de grãos verdes e sua coloração pode ser perdida devido às reações oxidativas, com conseqüente branqueamento dos grãos (CARVALHO et al., 1994).

Aproximadamente 29 compostos já foram identificados como os principais responsáveis pelo aroma característico do café, entre eles, os compostos fenólicos, aldeídos, álcoois, éteres e outros. Na tabela a seguir, encontramos o conteúdo nutricional presente em uma porção de 100g de café em pó torrado e pronto para consumo.

Tabela 1 - Conteúdo nutricional em 100g de café em pó torrado.

Nutriente	Quantidade
Proteína (g)	15
Carboidrato (g)	66
Lipídeos (g)	12
Cálcio (mg)	107
Magnésio (mg)	165
Fósforo (mg)	169
Ferro (mg)	8,1
Sódio (mg)	1

Potássio (mg)	1.609
Cobre (mg)	1,3
Zinco (mg)	0,5

Fonte: Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação, 2011.

No caso do café solúvel, não há a necessidade de haver a filtração, uma vez que a extração das substâncias solúveis é realizada pela indústria. Esse tipo de café é produzido quando os grãos torrados são moídos e submetidos à extração sob pressão em temperaturas de 140-160°C, promovendo um enriquecimento de um extrato dos sólidos solúveis do café, em seguida, é desidratado em vaporizadores (FILHO, 2005).

4.4 A borra do café

Há diversas indicações de uso doméstico para a borra do café coado. O uso como fertilizante, por exemplo. Contudo, estudos realizados por Kovalick (2018) apontam para características importantes de sua aplicação que devem ser observadas.

Atualmente, a utilização da borra do café pura como fertilizante e compostagem é amplamente divulgada (inclusive para uso caseiro) devido ao nitrogênio e outros minerais em sua composição, essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, a borra é ligeiramente ácida, propriedade favorável ao solo. Entretanto, ela possui em sua composição substâncias que não são benéficas, como a cafeína, por exemplo. Essas substâncias podem atrapalhar a germinação de sementes e o desenvolvimento das plantas, impossibilitando a absorção de água e nutrientes. Outro problema é que, por ser muito fino, o pó da borra de café se compacta facilmente. Ou seja, uma camada grossa sobre a terra provavelmente pode endurecer e atrapalhar a penetração de água e a circulação de ar na terra. Portanto, pode-se usar a borra sem processamentos como fertilizante em pequenas quantidades, espalhando suavemente ao redor das plantas, mas não é a solução ideal (KOVALCIK et al., 2018).

Desse modo, destacamos a importância da Ciência na vida do ser humano. As pesquisas são essenciais para o desenvolvimento social e sua aplicação é favorável para outras conquistas. O ensino de Química que transcende uma formação meramente propedêutica e é desenvolvido direcionando o aluno para o deslocamento do pensamento do senso comum ao senso científico é aquele que torna o conhecimento químico uma apropriação de significados, possibilitando a alfabetização científica e a vivência da ciência como ferramenta social na vida do aluno.

4.5 O café e os conteúdos de Química no ensino médio

Os conteúdos de Química que podem ser trabalhados em cada série do ensino médio utilizando a temática “café” são: 1ª série - Misturas e separação de misturas, Tabela periódica, Ligações químicas, influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade das reações, massa específica, ácidos e bases; 2ª série - Soluções e Cinética química; 3ª série - Funções orgânicas e Bioquímica.

5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “CAFÉ É SEMPRE UMA BOA IDEIA”

O “Café” foi considerado como um dos temas motivadores para essa sequência de ensino investigativa de Química por vários motivos, dentre os quais, devido seu valor social, por ser o café uma das principais bebidas consumidas nos lares brasileiros; como também, por seu valor econômico, ao proporcionar ao Brasil um destaque nas exportações desse produto.

A parte da sequência de ensino investigativa (SEI) que tratará dos conteúdos químicos a partir do tema “Café” é composta por três aulas, que estão organizadas nas oficinas n.º 01, n.º 02 e n.º 03 relacionadas abaixo.

5.1 Oficina de ensino n.º 01: “A Química do café”

Objetivo geral da aprendizagem

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras em seu dia a dia.

O educando deve identificar fontes de informação relevantes em Química, sabendo interpretá-las, não só no seu aspecto químico, mas considerando as interações sociopolíticas, socioculturais, socioeconômicas e socioambientais.

Objetivos específicos de aprendizagem

Conceituais:

- Identificar a Química presente no fruto do café nas dimensões teórica, representacional (códigos e símbolos próprios da Química) e fenomenológica;
- Caracterizar misturas e processos de separação de misturas relacionando com seu cotidiano por meio dos conhecimentos prévios;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Ler o texto proposto de forma crítica e reflexiva;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdos

- Aspectos históricos, econômicos e científicos, A química do café: cafeína e conteúdo nutricional, Consumo do café como bebida e os efeitos à saúde, uso da borra do café, introdução a misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.

Dinâmica

- Aula expositiva usando como recurso introdutório (quebra-gelo) o texto “A lenda do café” e, em seguida, a projeção de slides com explanação dialogada sobre os conteúdos de Química que serão abordados nas três oficinas que envolvem esses assuntos.

Material utilizado:

- 1 - Texto: “A lenda do café”
- 2 - Slides sobre os conteúdos a serem trabalhados

Essa oficina tem como objetivo iniciar as reflexões sobre o tema “Café” de forma mais abrangente, abordando conceitos como o consumo do café e os efeitos para a saúde; fórmula molecular e estrutural da cafeína, conteúdo nutricional do café e sua forma de preparo, fazendo uma introdução às misturas e aos processos de separação de misturas.

O café possui várias substâncias que o constituem, no entanto, a cafeína foi escolhida como foco principal da oficina por ser a substância mais popularmente conhecida e estudada (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

O professor entrega para cada aluno o texto “lenda do café” com duas perguntas.

A LENDA DO CAFÉ¹

Não há evidências reais sobre a descoberta do café, mas há muitas lendas que relatam sua possível origem. Uma das mais aceitas e divulgadas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de mil anos. Ela conta que Kaldi, observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia extra se evidenciava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo avermelhada dos arbustos em alguns campos de pastoreio.

O pastor notou que as frutas eram fontes de alegria e motivação, e somente com a ajuda delas o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros por subidas infundáveis.

Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou consigo até o monastério. Ele começou a utilizar os frutos na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leituras do breviário. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. As evidências mostram que o café foi cultivado pela primeira vez em monastérios islâmicos do Yemen.

QUESTIONÁRIO

¹ A lenda da origem do café. In: *Revista Cafeicultura*. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br>>. Acesso em: 21 de jan de 2021.

- 1) Com o grão do café é possível fazer uma bebida apreciada por muitas pessoas no mundo todo. Na sua opinião, o que faz essa bebida ser consumida por muitas pessoas todos os dias?
- 2) Você é um consumidor de café? Em caso positivo, o que você mais gosta nessa bebida? Em caso negativo, o que você menos gosta?

Nesse primeiro passo, o professor pode instigar que os alunos registrem seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário. O objetivo dessa dinâmica de leitura é criar um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir, tais como: Você já preparou café? Pode descrever como se faz? Por que a água tem que estar quente para o preparo? Se fosse feito com água natural, teria o mesmo efeito? Tem gente que gosta de café gelado, será que é possível preparar um café com água gelada? O que acontece no nosso organismo se bebermos muito café? Qual a composição química do café?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando o assunto de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados conceitos que buscam responder a problematização inicial por meio de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas da cafeína, mistura, separação de misturas e elementos químicos que se encontram na composição química do café (Tabela periódica).

Ao final desta oficina, o professor pode dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. Deve ser passada a lista de material reutilizado que será necessário para a próxima oficina e informado que tragam esse material higienizado para a confecção de um sistema de destilação artesanal.

O professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre decantação, filtração, ebulição e destilação para que enriqueçam a discussão que será estabelecida sobre esses tipos de separação nas outras oficinas.

5.2 Oficina de ensino n.º 02: “Construindo um sistema de destilação”

Objetivo geral da aprendizagem

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o valor do uso racional dos recursos e do aproveitamento de materiais para a confecção de instrumentos que podem ser utilizados no seu dia a dia, como também na rotina do ensino de Química.

Objetivos específicos de aprendizagem

Conceituais

- Compreender a montagem de um sistema de destilação e o seu processo na separação da solução de café nas dimensões teóricas, representacional e fenomenológica;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da transposição da ação manipulativa para a ação intelectual;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Coletar e higienizar materiais para serem reutilizados;
- Construir um sistema de destilação com material reutilizado;
- Desenvolver habilidades manipulativas;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos e símbolos que constituem a Química;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e hipóteses sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;

- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdos

- Construção de um sistema de destilação;
- Processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação;
- A política dos 3R's, reutilização de materiais, consumo consciente, tempo de decomposição de materiais, formas alternativas de produção de material para uso no ensino de Química, preservação ambiental.

Dinâmica

- Aula experimental investigativa e manipulativa.

Material utilizado:

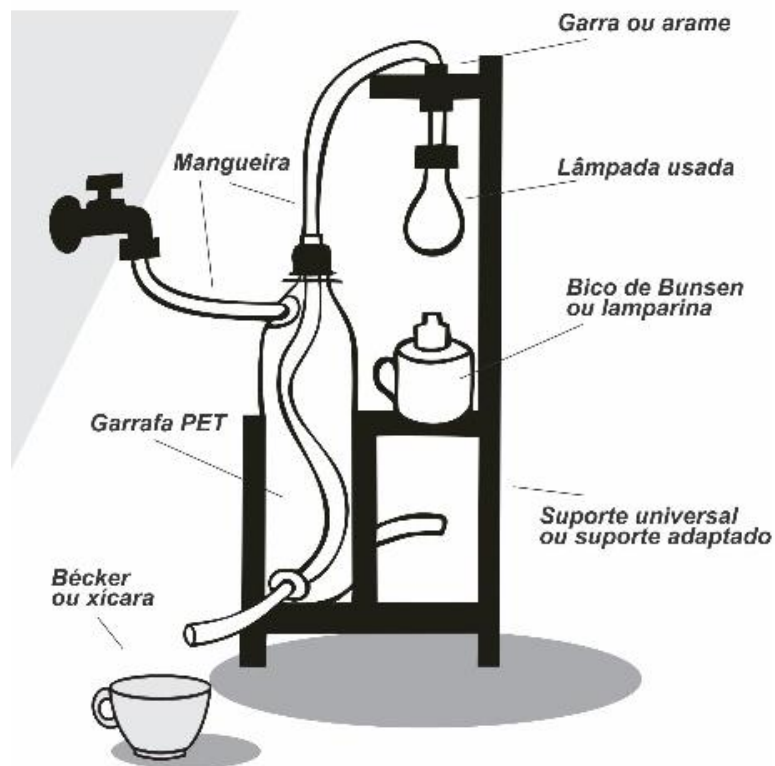
- 1 - Lâmpada usada;
- 2 - Mangueira;
- 3 - Garrafa PET;
- 4 - Suporte universal ou suporte adaptado;
- 5 - Garra ou arame;
- 6 - Bico de Bunsen ou lamparina;
- 7 – Bécker ou xícara.

O professor começa com uma pergunta: “Você já parou para imaginar tudo o que está envolvido na preparação de um simples café?” Após um diálogo interativo sobre o conhecimento prévio dos alunos e a troca de saberes de cada um, o grupo segue para a produção do sistema de destilação.

Nesta oficina, as equipes devem se organizar para a produção do aparato de destilação de forma que todos participem do processo. A Figura 04 apresenta um modelo desse tipo de sistema de destilação artesanal.

Depois de preparado o sistema de destilação que será utilizado na próxima oficina (n.º 03), o professor organiza um diálogo sobre os temas indicados para pesquisa na aula anterior. A discussão deve envolver cada participante de forma a possibilitar o compartilhamento do que foi pesquisado, e de tudo que foi compreendido até aquele momento. Nessa etapa, o diálogo também é contextualizado com problemas e situações que provoquem a reflexão sobre o que se pretende que os alunos construam de conhecimento acerca do assunto tratado.

Figura 04 - Modelo de destilador produzido com material reutilizado.



Fonte: Da autora, 2021.

5.3 Oficina de ensino n.º 03: “Misturas e Separação de misturas”

Objetivo geral da aprendizagem

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito

investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de separação da mistura trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e com suas percepções e impressões ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento de como o fenômeno acontece.

Objetivos específicos de aprendizagem

Conceituais

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual construída de forma significativa;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Investigar as diferenças entre os processos de separação de misturas e compreender o que acontece em cada um deles;
- Dialogar sobre suas hipóteses levantadas na etapa de observação;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química;
- Interagir com seus pares (outros alunos e professor) na construção do conhecimento e troca de ideias;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa e
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdo

- Fenômenos físicos e químicos;
- Influência da temperatura na reação, precipitado;
- Misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.

Dinâmica

- Aula experimental investigativa.

Material utilizado:

- 1 - Panela;
- 2 - Fogão;
- 3 - Coador de café;
- 4 - Água;
- 5 - Pó de café;
- 6 - Açúcar.

Apresenta-se a seguinte situação-problema para o levantamento das concepções prévias: Pedro quer um café, então, colocou água em uma panela e a pôs sobre o fogão para esquentar. Assim que a água começou a ferver, colocou o pó de café e, em seguida, despejou o café no coador. Quais os fenômenos (processos) físicos e químicos você consegue identificar no procedimento descrito?

Após esse momento de diálogo, partimos para o experimento de preparo de um “cafezinho” (Figura 05) e, em seguida a destilação de uma parte da solução que foi preparada. Nessa etapa, o professor inicia uma discussão sobre a mistura produzida; pode ser falado sobre a influência da temperatura no resultado.

Figura 05 - Preparação do café.



Fonte: Da autora, 2021.

Com a continuação da oficina, após algum tempo de repouso, a parte do sólido (café em pó), insolúvel na água, se deposita no fundo do recipiente, o que evidencia o primeiro processo de separação (decantação ou sedimentação).

Em seguida, a mistura passa por um processo de filtração simples (outro processo de separação), a partir do qual é recolhida a solução de café (água + componentes solúveis do café em pó) (Figura 06).

Figura 06 - Filtração simples.



Fonte: Da autora, 2021.

Na sequência (Figura 07), uma parte da solução é submetida a outro tipo de separação de misturas simples. Nessa etapa, a parte sólida solúvel do café fica retida no “balão de destilação” (lâmpada) e a água evaporada é condensada em uma mangueira de borracha (utilizada como condensador) e recuperada em um béquer.

Figura 07 - Processo de Destilação.



Fonte: Da autora, 2021.

Em outro experimento (Figura 08), uma parte da solução de café também é aquecida em uma colher para a observação e discussão do processo de ebulição. O professor traz novamente para o diálogo os métodos de separação de misturas que estão sendo trabalhados na oficina, que são: decantação, filtração, ebulição e destilação. Nessa etapa, os alunos levantam hipóteses na busca pela descrição e explicação do fenômeno e sistematizam os argumentos científicos comprovados experimentalmente, evidenciando o processo de construção da linguagem científica.

Figura 08 - Processo de Ebulição.



Fonte: Da autora, 2021.

A oficina consegue abordar as dimensões: representativa, teórica e fenomenológica dos conteúdos químicos tratados, possibilitando ao aluno uma reelaboração de sua visão de mundo, constituindo-se como sujeito ativo e produtor de conhecimentos e sentidos. Um sujeito que desenvolve sua própria forma de ver, conceber e falar sobre o mundo e os fenômenos nele envolvidos.

O Quadro 01 (APÊNDICE A) contém as etapas de ações investigativas que devem acontecer em todo o período da aula experimental. Essas etapas vão acontecendo gradualmente à proporção que os alunos vão avançando na construção dos conhecimentos propostos como alvos. Contudo, esse caminho não é linear, podendo acontecer o movimento

de retorno à etapa anterior todas as vezes que surgirem novas hipóteses, novas dúvidas ou mesmo para a correção de erros conceituais.

Outro Quadro faz parte desta Sequência de Ensino Investigativa, o Quadro 02 (APÊNDICE B), que traz uma matriz como instrumento de avaliação das competências desenvolvidas em cada etapa do processo de ensino-aprendizagem. Nesse Quadro, o professor pode registrar o desenvolvimento de cada competência à proporção que isso vai acontecendo; e, o aluno também tem condições de visualizar as competências que podem ser desenvolvidas em cada etapa e perceber sua evolução no processo.

A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01. Esse relatório apresenta o registro de tudo o que foi observado, todas as hipóteses levantadas, e as que foram confirmadas cientificamente seguem com a argumentação lógica e devidamente justificada.

Para fechamento dessa etapa da oficina, todos saboreiam o café preparado e compartilham suas experiências sobre o momento vivenciado e a aprendizagem construída até aquele momento.

6 VAMOS COLOCAR A MÃO NA MASSA E COMPREENDER CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?

6.1 A Química do pão nosso de cada dia

Uma das receitas mais antigas da humanidade, com cerca de seis mil anos aproximadamente, o pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo (JACOB, 2003), sendo certamente um dos primeiros elaborados e relativamente transformados pelo homem (BOLAFFI, 2000).

O pão que conhecemos hoje se deve ao resultado do desenvolvimento humano no campo alimentício ao longo do tempo. É muito provável que o homem tenha ingerido inicialmente um mingau constituído de farinha e água, em que a farinha poderia ser obtida de outros cereais.

Nem sempre existiu tanta variedade de pão como hoje, e esse desenvolvimento só foi possível graças à contribuição da Química na área da produção e tecnologia de alimentos, em especial, aos avanços no processo de fermentação.

O preparo de pães envolve muitos conceitos que podem ser inseridos no ensino de Química, tais como ligações químicas, forças intermoleculares, reações redox, reações orgânicas, fermentação, ácidos e bases. Além disso, também contribui para gerar perguntas que tornem o processo de ensino-aprendizagem mais interessante, prazeroso, significativo e totalmente contextualizado com o cotidiano do aluno no ensino médio.

Alguns desses questionamentos são: por que a massa cresce ou por que precisamos sová-la durante sua preparação? Por que será que, com o passar do tempo, o pão endurece e a bolacha, feita praticamente dos mesmos ingredientes, amolece?

A composição dos ingredientes do pão é decisiva para compreendermos as transformações que ocorrem durante a sua preparação. O processo de preparo do pão se dá em três etapas, que são: o amassamento, a fermentação ou levedação e o cozimento. Vejamos cada uma delas.

6.2 Primeira etapa de preparo do pão: o amassamento

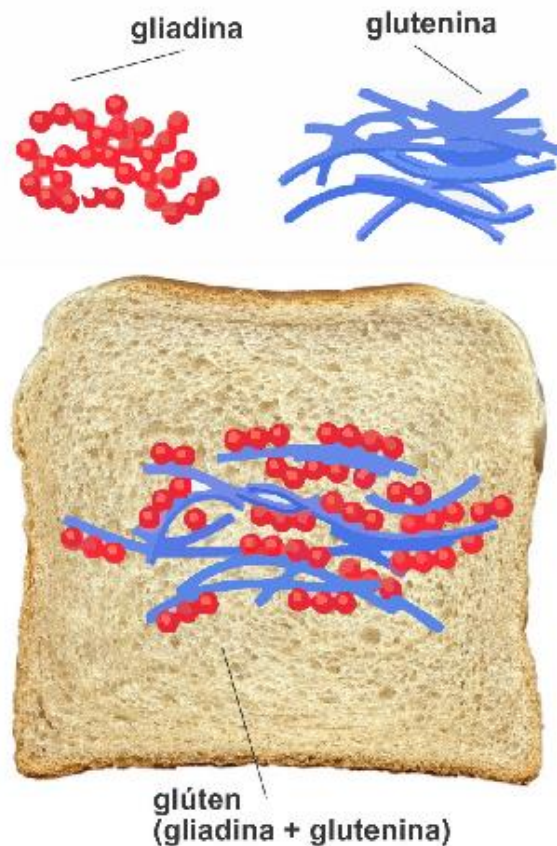
Os ingredientes para a produção de pão são: farinha de trigo, água, fermento e sal. Embora a farinha seja o ingrediente que está em maior quantidade, o fermento e o sal são

indispensáveis para a formação de uma massa mais forte e menos pegajosa, que se expande antes mesmo do cozimento.

A farinha de trigo apresenta cerca de 10-12% de proteínas. Essas proteínas podem ser divididas em dois grupos: albumina e globulina (15%) e gliadina e glutenina (85%). Tais proteínas formarão o glúten na massa do pão. Além de proteína, a farinha é constituída também pelo amido, formado de amilose e amilopectina.

Ao se misturar água e farinha de trigo as interações moleculares que acontecem entre a gliadina e glutenina (Figura 09) são alteradas irreversivelmente. O amassamento da mistura de farinha de trigo e água permite que moléculas de glutenina e gliadina se misturem. Entretanto, essa mistura não é apenas mecânica, quando adicionamos água à farinha, trocamos ligações que são estabelecidas entre as moléculas.

Figura 09 - Representação das moléculas de Gliadina e Glutenina.



Fonte: Da autora, 2021.

permitindo que o glúten atravesse a barreira celular e se acumule na parede externa do órgão, ocasionando uma inflamação local.

6.3 Segunda etapa de preparo do pão: o crescimento

O glúten é a maior fração proteica presente na mistura de trigo e água, e para a pessoa que seja portadora da doença celíaca, isso não significa que ela não poderá comer pão, pois a farinha de trigo pode ser substituída pela farinha de arroz, que não contém a gliadina precursora do glúten.

A Lei n.º 10.674, de 16 de maio de 2003, determina que todos os produtos alimentícios industrializados devem conter em seu rótulo e bula as inscrições “contém Glúten” ou “não contém Glúten” para que os consumidores tenham a garantia de não realizar uma compra errada.

A segunda etapa do processo: a fermentação se deve a dois personagens, o amido, presente na farinha de trigo, e principal fonte de açúcar, e o fermento biológico, um fungo pertencente à família das leveduras, chamado *Saccharomyces cerevisiae*. Mesmo em pequena quantidade e sendo um ser vivo muito simples (unicelular), a levedura desempenha um grande papel no preparo de pães.

A mistura de açúcar e alguns microrganismos como a levedura é uma combinação perfeita, já que essa última se alimenta da glicose presente no amido que, por meio da ação de catalizadores biológicos – enzimas (zimase e invertase), decompõe a glicose em álcool etílico e dióxido de carbono em um processo denominado de fermentação anaeróbica (ausência de oxigênio).

A sova se torna muito importante para o processo de fermentação uma vez que tem a finalidade de misturar os ingredientes e formar as cadeias de glúten. São essas cadeias que aprisionam o CO₂ liberado pelas leveduras (MANARINI, 2013), o qual exerce uma força proporcionando a expansão da massa e o seu crescimento. A massa é colocada em repouso por um tempo de 40 a 120 minutos para que se complete a fermentação.

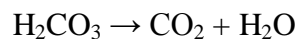
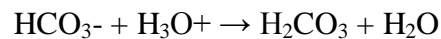
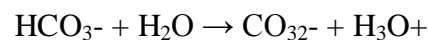
Apesar de não ser comum o emprego do fermento químico no preparo de pães, qual a diferença entre o fermento biológico, também chamado de fermento de padaria, e o fermento químico? Por que devemos armazenar o fermento biológico na geladeira enquanto o fermento químico deve ser conservado em local seco e fresco?

De acordo com a Resolução n.º 38, de 1977, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), o fermento químico é definido como o produto formado

de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade.

De acordo com a ANVISA, os fermentos químicos são compostos ou misturas de compostos que se apresentam no estado sólido. Quando são compostos individuais, eles se apresentam no estado sólido à temperatura ambiente, e devem obedecer à condição de apresentar tanto caráter ácido, quanto básico de Brønsted (Teoria conhecida como Brønsted-Lowry, devido aos trabalhos dos químicos Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry).

Um exemplo disso é o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) que, na presença de água, se dissocia e sofre as seguintes transformações:



O íon HCO_3^- tem um comportamento tanto de ácido quanto de base de Brønsted, manifestando esse caráter na presença de água. Essas transformações são representadas pela equação a seguir:



O fato desses ácidos serem fracos justifica a prática de que a massa formada a partir da farinha de trigo deva “descansar” durante algum tempo, antes de ser esticada. No descanso, toda a base é consumida, eliminando o gás que expande a massa.

6.4 Terceira etapa de preparo do pão: o cozimento

Nessa etapa, o pão adquire duas de suas características: a crocância e a cor. A amilose e a amilopectina, constituintes dos grãos de amido presentes na farinha de trigo, resistem a todas as transformações e procedimentos efetuados na massa de farinha de trigo. A amilose ainda se encontra dissolvida em água e misturada à massa; como a água entra em ebulição durante a cocção, ela arrasta parte da amilose para a superfície, onde ela se recristaliza tornando-se dura. Como a amilose recristalizada se encontra agora na superfície da massa que está sendo cozida, esta se torna dura e consistente, daí a parte externa do pão adquirir a característica mais dura que seu interior.

6.5 O preparo de pão e os conteúdos de Química no ensino médio

O preparo de pães envolve muitos conceitos que podem ser inseridos no ensino de Química, como já citados anteriormente, tais como: ligações químicas, forças intermoleculares, reações redox, reações orgânicas, reações químicas e fatores que interferem na velocidade das reações, fermentação, ácidos e bases.

7 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “O PÃO NOSSO DE CADA DIA”

A produção de pão é um processo fermentativo de tradição milenar, que tem sua origem quando o homem era nômade, caçador e pastor. Portanto, é um dos mais antigos alimentos do mundo. Devido ao tempo que os cereais levam para frutificar, os nômades foram forçados a fixar sua moradia. O grão auxiliou a vida dos homens, que deixaram de correr perigos: com as caças, com prejuízo das crias, e evitaram os riscos de não encontrar uma nova moradia (caverna). Essa mudança no estilo de vida contribuiu para uma expectativa de vida mais longa e de melhor qualidade (COELHO et al., 2009).

A parte da sequência de ensino investigativa que tratará dos conteúdos químicos por meio do tema “preparo de pão” é composta por três aulas que estão organizadas nas oficinas n.º 04, n.º 05 e n.º 06 relacionadas a seguir.

7.1 Oficina de ensino n.º 04: A Química do pão

Objetivo geral da aprendizagem

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar fontes de informação relevantes em Química, sabendo interpretá-las não só no seu aspecto químico, mas considerando as interações sociopolíticas, socioculturais, socioeconômicas e socioambientais.

Objetivos específicos da aprendizagem

Conceituais

- Identificar a Química presente na produção do pão em nível microscópico, macroscópico e representacional;
- Caracterizar transformações químicas relacionando-as com seu cotidiano por meio dos conhecimentos prévios;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Ler o poema proposto de forma crítica e reflexiva;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdos

- Aspectos históricos e culturais da produção do pão;
- Efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, transformações químicas (fermentação) e introdução aos conceitos de ácido e base.

Dinâmica

- Aula expositiva e dialogada com auxílio de poema e apresentação de slides.

Material utilizado:

- 1 - Poema: “Pão para toda obra”
- 2 - Slides sobre transformações químicas

Esta oficina tem como objetivo iniciar o tema “pão” de forma mais abrangente, abordando conceitos como efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, falando da fermentação e dos conceitos de ácido e base.

PÃO PARA TODA OBRA²

De manhã bem cedinho
 Ao fim da tarde, outra vez
 Sobre a mesa, já adivinho
 Aliado ao cafezinho
 Eis o modesto pão francês

Mas basta parti-lo ao meio:
 Manteiga, geléia, presunto...
 Que quando o tema é o recheio
 Não se esgota o assunto
 Pois para ser tão bem quisto
 Tem o pão razão de sobra
 Hot dog, hambúrguer, misto
 É pão para toda obra!

Com o pão é sempre assim:
 Ao Lavoisier nunca escapa
 Pão murcho vira pudim
 Pão duro vira torrada
 E diga-se, ainda, à clientela:
 Que com ovo, açúcar e canela
 Faz-se uma bela rabanada!

E quem estiver de dieta
 Atente-se a este consolo:
 Para alcançar a sua meta
 Entre pão, biscoito e bolo
 O pão é a escolha certa
 Pois é só retirar o miolo
 E manter o corpo de atleta!

Mas não apenas de energia
 Nos garante o nosso pão
 Quando o assunto é poesia
 O pão nosso de cada dia
 Também é fonte de inspiração

Autora: Carolina Hermsdorff

² HERMSDORFF, Carolina. Pão para toda hora. Disponível em: <<http://euamopao.com.br/not/poesias-2011>>. Acesso em: 20 de jan de 2021.

QUESTIONÁRIO

- 1) O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo. Em sua opinião, o que faz o pão ser tão apreciado e consumido assim?
- 2) Você é um consumidor de pão? Em caso positivo, o que você mais gosta nesse alimento? Em caso negativo, o que você menos gosta?

Nesse primeiro passo, é realizada a leitura do poema: “Pão para toda obra”. Em seguida, os alunos podem registrar seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário. O objetivo dessa dinâmica de leitura é funcionar como um quebra-gelo, criando um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir tais como: Você já preparou pão caseiro? Pode descrever como se faz? Por que se deve esperar um tempo até o pão ir para o forno? Se colocássemos o pão logo depois do amassamento no forno, o que acha que aconteceria? Qual a composição química da farinha de trigo?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando os assuntos de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados imagens e conceitos que buscam responder a problematização a partir de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas do Glúten, fermentação (transformação química), introdução aos conceitos de ácidos e bases.

Ao final desta oficina, o professor deve dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. O professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre Glúten, fermentação, ácidos e bases para que se enriqueça a discussão que será estabelecida sobre esses assuntos nas outras oficinas.

7.2 Oficina de ensino n.º 05: Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão

Objetivo geral da aprendizagem

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de transformação da matéria trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e, com suas percepções e impressões, ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento sobre o modo como o fenômeno acontece.

Objetivos específicos da aprendizagem

Conceituais

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Investigar as diferenças entre os processos de transformação de misturas e compreender o que acontece em cada um deles;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e suas hipóteses sobre os conteúdos abordados a partir do diálogo;

- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdos

- Transformações químicas, ácidos, bases, a influência da temperatura e o efeito da concentração na velocidade das reações, e massa específica.

Dinâmica

- Aula experimental investigativa

Esta oficina é constituída por três experiências investigativas. A primeira busca avaliar o efeito da temperatura no processo fermentativo, empregando temperaturas 12° C e 33° C, buscando simular o tempo de inverno e de verão. A segunda experiência envolve o efeito da quantidade de nutrientes e de catalisador. A terceira experiência apresenta a determinação da massa específica do pão produzido.

Experiência A: Efeito da temperatura na velocidade de reação

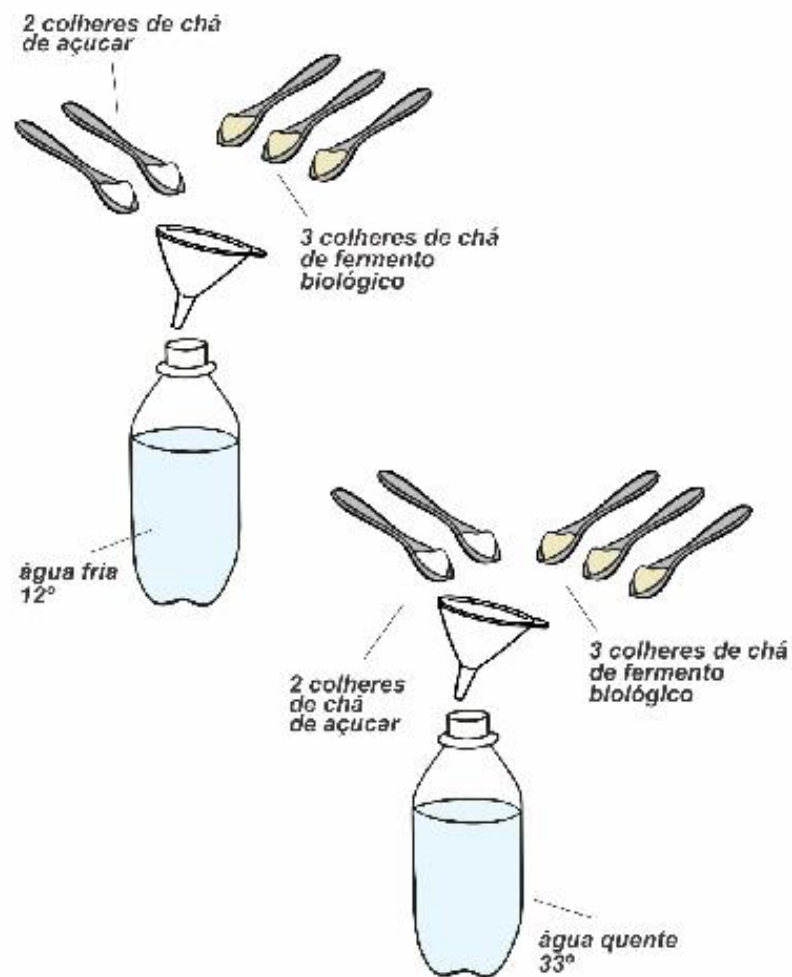
Material utilizado:

- duas garrafas PET de 600 mL;
- 1 funil;

- 3 colheres de chá de fermento biológico;
- 2 colheres de chá de açúcar.

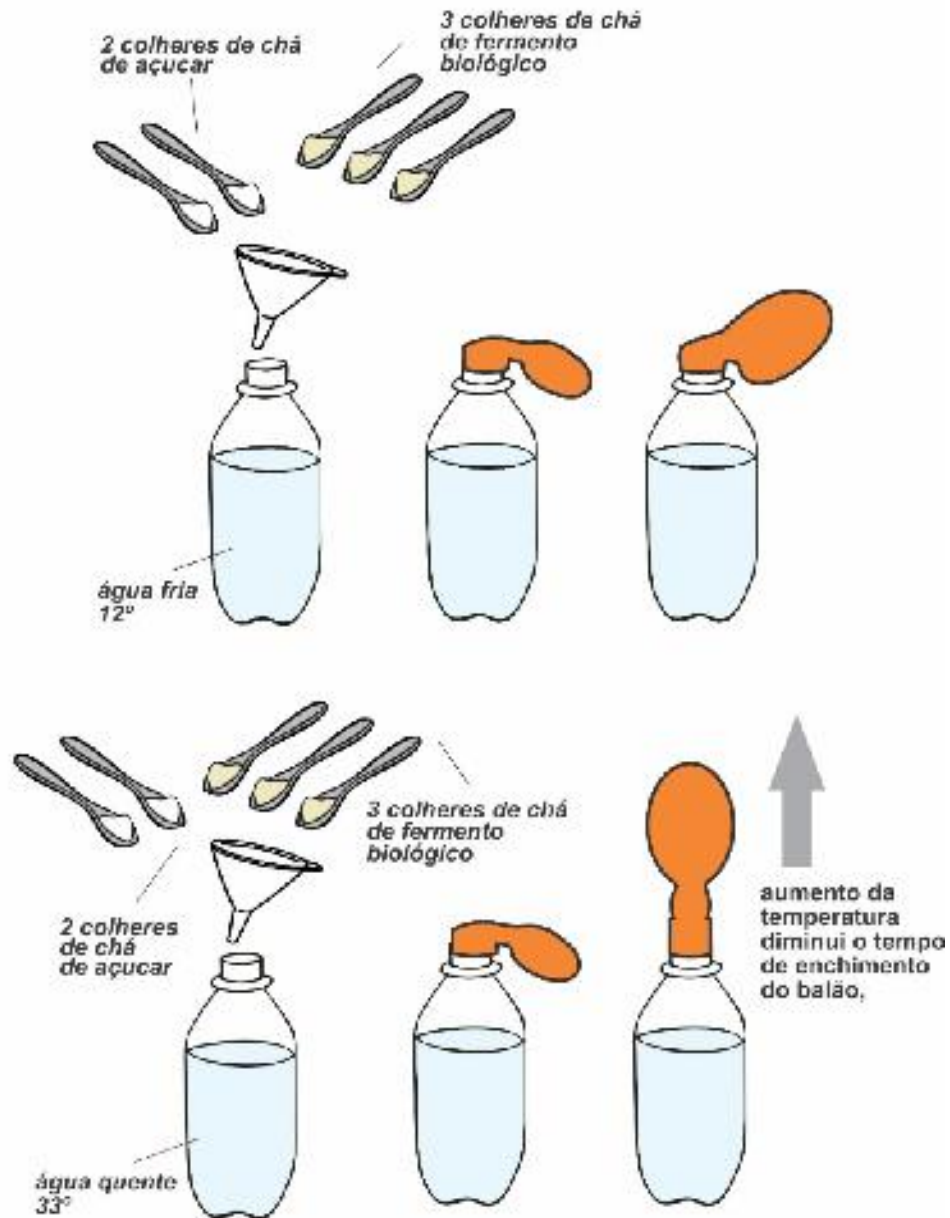
Para manter a concentração constante, o líquido deve preencher 2/3 do volume da garrafa (Figuras 11 e 12), seguido de homogeneização do meio. Teste duas temperaturas reacionais: 12° C e 33° C; com acréscimo de água fria e água quente, respectivamente. Como resultado, os alunos perceberão que o aumento da temperatura diminui o tempo de enchimento do balão, isto é, implica no aumento da taxa de velocidade de reação.

Figura 11 – Efeito da temperatura na velocidade da reação.



Fonte: Da autora, 2021.

Figura 12 – Velocidade das reações.



Fonte: Da autora, 2021.

Após a experiência, o professor fará a seguinte problematização: o que seria esperado no caso do fenômeno de crescimento do pão com aumento da temperatura? Explicação: Os microrganismos morrem ou ficam inativos quando há uma diminuição drástica da temperatura ou aumento elevado da temperatura, pois há uma faixa ideal de temperatura para as leveduras fermentarem. Se morrem, não acontece a fermentação. Dentro da faixa ideal, quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade de reação.

Experiência B: Efeito da concentração na velocidade de reação

Material utilizado:

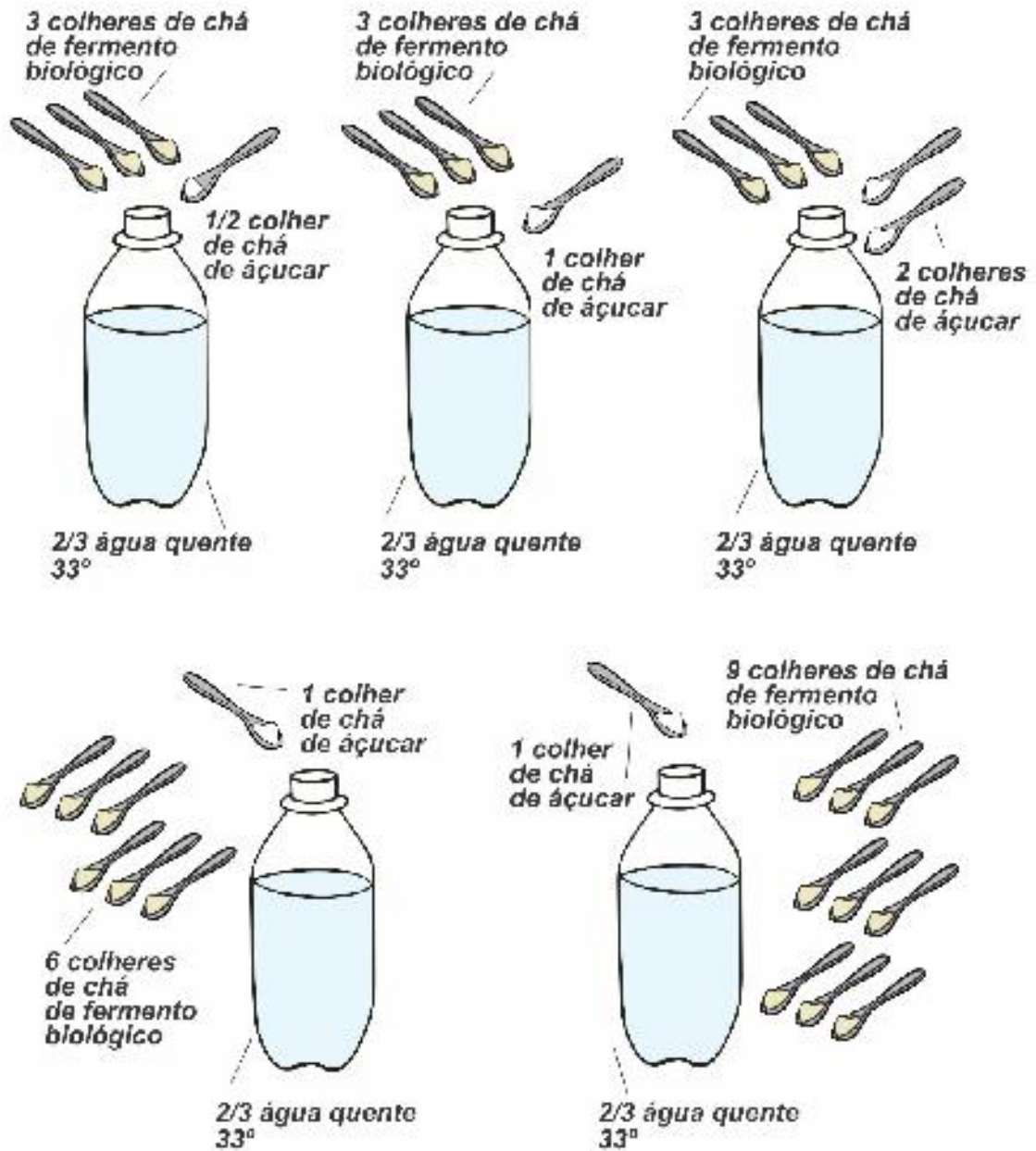
- 5 garrafas PET de 600 mL;
- Fermento biológico.

Para compreender o efeito da concentração de açúcar e do catalisador sobre a velocidade de reação, separa-se cinco garrafas PET de 600 mL. As três primeiras devem conter três colheres de chá de fermento biológico, a quarta garrafa deve conter seis colheres de fermento e a quinta garrafa, nove colheres de fermento biológico.

Na primeira garrafa, adiciona-se meia colher de chá de açúcar; na segunda – uma colher de chá de açúcar; na terceira – duas colheres de chá de açúcar; na quarta – uma colher de chá de açúcar e, finalmente, na quinta – uma colher de chá de açúcar.

Em todas as garrafas são acrescentadas água morna ($T = 33^{\circ}\text{C}$) até preencher $2/3$ do volume da garrafa (Figura 13), seguida de homogeneização do meio. Então, é acoplado um balão de festa na boca de cada garrafa, quando se inicia o monitoramento do tempo necessário para encher o balão até um volume padronizado (Figura 14).

Figura 13 - Efeito da concentração na velocidade da reação.



Fonte: Da autora, 2021.

Figura 14 - Demonstração da velocidade com as diferentes concentrações.



Fonte: Da autora, 2021.

O estudo da influência da concentração inicial de açúcar (substrato) é realizado nas garrafas 1, 2 e 3. O aumento da concentração inicial de substrato promove a diminuição do tempo de reação de fermentação necessário para encher o balão até um volume padrão. Isso quer dizer que há um aumento da taxa de reação de fermentação com o aumento da concentração inicial de substrato.

Há o aumento da concentração de açúcar nos ensaios 2 e 3, evidenciando valores de tempo não muito diferentes. É possível que esse resultado esteja relacionado ao modelo cinético dessa reação de fermentação, ou devido à morte das leveduras pela alta da

concentração de substrato, ou fenômeno de transporte de substrato, na situação de concentração de catalisador testada (três colheres de chá). A morte das leveduras pode ser explicada pela osmose do substrato do meio externo à membrana da célula (mais concentrado) para o meio interno da célula (menos concentrado), provocando um aumento súbito da concentração de açúcar, o que pode comprometer o funcionamento biológico da levedura (TERRA, 2016, p. 6).

O professor abordará outra problematização: o que seria esperado com o fenômeno de crescimento do pão com o aumento da concentração de açúcar na massa? Explicação: os microrganismos também podem morrer após uma certa concentração de açúcar. É possível que tenha ocorrido osmose. Entretanto, há um aumento da taxa de reação com aumento da concentração do substrato, dentro de uma faixa de concentração.

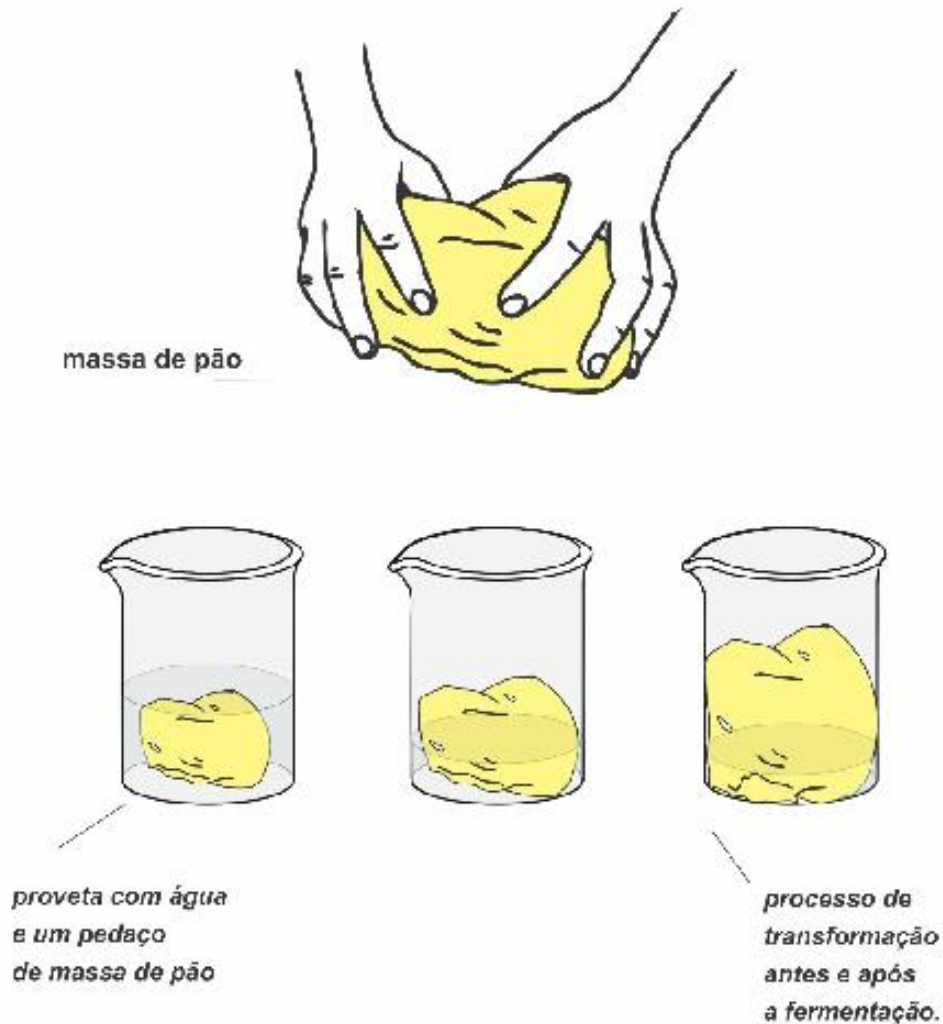
Experiência C: Determinação da massa específica do pão em água

Material utilizado:

- Bécker;
- Água;
- Uma porção de pão.

A terceira experiência consiste na determinação da densidade do pão pelo deslocamento do volume em água (Figura 15), colocando uma massa de pão em um bécker contendo água. Nessa etapa, utiliza-se uma amostra da massa de pão em momentos diferentes do processo de transformação, antes e após a fermentação.

Figura 15 - Determinação da densidade do pão.



Fonte: Da autora, 2021.

Durante a etapa de fermentação, os monossacarídeos livres provenientes do amido, um polissacarídeo natural, são metabolizados pelas leveduras, produzindo álcool e dióxido de carbono, sendo este responsável pelo crescimento do pão, ficando retido no glúten e contribuindo para a expansão da massa. Acontece uma diminuição da massa específica do pão a valores inferiores ao da massa específica da água, favorecendo sua emersão à superfície da água contida na proveta. Dessa forma, a alteração de massa específica está relacionada à expansão da massa de pão, o que é esperado por haver um aumento do volume sem alteração da massa.

O professor deve levantar a seguinte problematização: qual o menor valor de massa específica do pão no final da fermentação? Qual proteína é responsável pela elasticidade da massa do pão? Explicação: a liberação do gás carbônico proporciona a expansão da massa,

diminuindo a massa específica do pão fermentado. É possível que seja o glúten o responsável por essa expansão.

Os Quadros 01 e 02 presentes nos Apêndices desta Sequência também são utilizados nessa oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01.

7.3 Oficina n.º 06: Colocando a mão na massa

Objetivo geral da aprendizagem

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de transformação da matéria trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e, com suas percepções e impressões, ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento sobre o modo como o fenômeno acontece.

Objetivos específicos de aprendizagem

Conceituais

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico a partir da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual;
- Reconhecer os fenômenos químicos que ocorrem no dia a dia relacionados ao tema abordado;
- Formular hipóteses sobre as transformações dos alimentos;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

Procedimentais

- Investigar os processos de transformação de matéria e compreender o que acontece em cada um deles;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química.
- Preparar e cozinhar a massa de pão.
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e suas hipóteses sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

Atitudinais

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Conteúdos

- Transformações químicas, conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica.
- Ácidos e Bases.

Dinâmica

- Aula experimental investigativa.

Material necessário

- 1 kg de farinha de trigo;
- 1 kg de açúcar;
- 1 tablete de fermento biológico, com quatro cubinhos de 15 gramas cada um;
- Garrafas plásticas;
- Balões de borracha;
- Funis;
- Copos descartáveis;
- Água morna (50 °C) e
- Barbante.

Inicialmente, é aplicado um questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos programáticos relacionados à produção de pão. As perguntas abordam o conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica, aspectos históricos e culturais da produção de pão.

O professor pode perguntar se os alunos já acompanharam o preparo de um pão e se observaram mudanças no estado inicial e final desse alimento. Discussão sobre o que eles acham que ocorre nesse caso e organização da turma em grupos, comunicando a realização de experimentos para observar a transformação do pão.

Primeiro, eles prepararão a massa, sem adicionar fermento (Figura 16). Deve ser solicitado que juntem um pouco de farinha, açúcar (matéria orgânica para ser consumida durante o processo de fermentação) e água num copo.

Figura 16 - Colocando a mão na massa.



Fonte: Da autora, 2021.

Os alunos devem formular hipóteses e levantar suposições sobre os fenômenos observados, como também serem orientados a tomar nota dos acontecimentos antes, durante e após o experimento, a fim de que desenvolvam habilidades de observação e registro, o que vai ajudá-los a chegar a conclusões sobre o que será observado. O professor pode auxiliá-los construindo uma tabela no quadro para enumerar todas as hipóteses mencionadas pelos grupos.

Em seguida, pode ser proposto que separem um pequeno pedaço da massa, adicionem a ela o fermento e misturem bem. Os alunos devem ser orientados a fazer uma bola com a

massa e a esperar cerca de 20 minutos, observando o que ocorre. A massa crescerá nesse tempo.

O professor pode questionar sobre a ocorrência de transformações. Depois, o professor deve pedir que cortem a bola e observem as bolhas que se formaram na massa, solicitando aos alunos que tomem nota do que foi observado e que discutam sobre a formação das bolhas. Os alunos devem ser orientados a formular hipóteses: por que a massa cresceu? O aparecimento das bolhas tem relação com o crescimento da massa de pão?

Todas as hipóteses levantadas pelos alunos, certas ou erradas, devem ser discutidas. Em seguida, os alunos devem cheirar a massa. Eles sentirão um leve odor de álcool, que é um dos produtos da reação química ocorrida. Dessa forma, o professor deve explicar que houve uma fermentação alcoólica, com liberação de etanol e gás carbônico.

Os Quadros 01 e 02 presentes nos Apêndices desta Sequência também são utilizados nesta oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca pela compreensão do processo de ensino-aprendizagem com o intuito de produzir uma aprendizagem que desenvolva competências na área de Química e que trabalhe o conhecimento científico para torná-lo usual na vida do aluno, nos propusemos a organizar uma proposta pedagógica que possibilitasse ao professor acompanhar a construção do conhecimento com um olhar apurado, de forma global, sobre como essa aprendizagem acontece em sala de aula e quais fatores que interferem são essenciais para serem observados e acompanhados.

A partir da análise dos elementos que são apontados por cada autor pesquisado, conseguimos pensar em uma proposta pedagógica que trouxesse o entendimento dos elementos que interferem no meio em que acontece a aprendizagem, possibilitando uma visão ampla de como o conhecimento químico vai sendo construído, de como a mente do aluno vai conectando os conceitos e estabelecendo as relações de significação, e de como o aluno vai se apropriando da ciência e constituindo-a como ferramenta social e cultural na sua formação cidadã.

Os autores caminham juntos durante todo o processo de ensino-aprendizagem e, suas concepções trazem um olhar holístico e afinado ao processo. A escolha por uma sequência de ensino investigativa (CARVALHO et al., 1994) foi muito condizente com a proposta de uma construção processual do conhecimento pensada por Vygotsky em sua teoria.

A escolha dos experimentos possibilitou a observação e a construção do conhecimento da Química para que seja desenvolvido por investigação e a partir de suas três abordagens: fenomenológica, teórica e representacional (MACHADO, 2014), possibilitando ao aluno um entendimento integral dos assuntos abordados.

A forma como as atividades foram organizadas para serem desenvolvidas por problematização, colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem relacionada aos estudiosos Piaget, Vygotsky e Freire, trazendo a perspectiva de cada autor para somar olhares científicos sobre o que está interferindo no alcance dos resultados.

O uso dos conhecimentos prévios e a ancoragem dos novos conhecimentos a conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno estão sob o olhar de Ausubel e Freire. O contexto social de interação é confirmado nas concepções de Piaget, Vygotsky e Freire; e, a concepção de que o aluno é uma construção social e cultural é concebida dentro da perspectiva de Vygotsky e Freire.

Percebemos que os autores participam de todo o processo de ensino-aprendizagem e que, de maneira muito harmônica, vão imprimindo suas contribuições, trazendo informações relevantes e possibilitando, assim, o desenvolvimento do ensino e a construção da aprendizagem em que o conhecimento químico é produzido como uma ferramenta sociocultural contextualizada à vida do aluno.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. C.; CASAL, S.; OLIVEIRA, B. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2169-2180, 2009.
- AVALLONE, S.; GUIRAUD, J. P.; GUYOT, B.; OLGUIN, E.; BRILLOUET, J. M. Polysaccharide constituents of coffee bean mucilage. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 8, p. 1308-1311, 2000.
- BOLAFFI, G. **A saga da comida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- BRASIL. Ministério da saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução - CNNPA n.º 38, de 21 de dezembro 1977**. Disponível em: <bvsms.saude.gov.br/bvs/1977/res0038_21_12_1977>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- BRASIL. Planalto federal. **Lei 10.674**, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Brasília, DF. Disponível em: <www.planalto.gov.br/leis/2003/l10.674.htm>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2020, 152 p.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N., JUNIOR, E. S. G. J. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café 1-Atividades de polifenoxidase e peroxidase, índice de coloração de acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.
- COELHO, F. S.; TRISTÃO, J. C.; QUADROS, A. L.; GIL, R. P. F. **Cozinhando com química: o pão-nosso-de-cada-dia**. Anais do VII ENPEC. Florianópolis, 2009.
- FILHO, W.G.V. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 122p.
- HERMSDORFF, Carolina. *Pão para toda hora*. Disponível em: <<http://euamopao.com.br/not/poesias-2011>>. Acesso em: 20 de jan de 2021.
- JACOB, H. E. **Seis mil anos de pão: a civilização humana através de seu principal alimento**. São Paulo: Nova Alexandria, 2003.
- KOVALCIK, Adriana et al. **Valorization of spent coffee grounds: a review**. Food And Bioproducts Processing, [s.l.], v. 110, p. 104-119, jul. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2018.05.002>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- LIMA, M. V. **Propriedades físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes métodos de preparo pós-colheita Engenheiro Agrônomo**. 2006.117f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014, 200 p.

MANARINI, T. **A química da comida saudável**. São Paulo: Abril, 2013.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química nova**, v. 28, n. 4, p. 637, 2005.

ROCHA, E.M.P. FERREIRA, M.A.T. Análise dos indicadores de inovação tecnológica no Brasil: Comparação entre um grupo de empresas privatizadas e o grupo geral de empresas. **Ciências e Informação**. v. 30, n. 2, p. 64-69, 2001.

SARRAZIN, C.; LEQUÉRE, J. L.; GRETSCH, C.; LIARDON, R. Representativeness of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods, **Food Chemistry**, v.70, p. 99-106, 2000.

SIVETZ, M.; FOOTE, H. E. **Bebidas: Tecnología, Química y Microbiología**. Zaragoza: Acribia S. A., 1997. 198p.

TERRA, Vilma Reis; LEITE, Sidnei Quezada Meireles. **Educação química mediada por sequência de ensino investigativo de produção de pão**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016. Disponível em:<<https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0694-1.pdf>>. Acesso em: 22 de jan de 2021.

APÊNDICE A

Quadro 01 - Matriz proposicional com as etapas da sequência de ensino investigativa.

MATRIZ PROPOSICIONAL DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA		
Etapas da experimentação investigativa e descrição das ações realizadas em cada uma.		
1	Problematização	Descrição do problema a ser solucionado
2	Conhecimentos Prévios	Discussão dos conhecimentos prévios dos alunos e contextualização com o assunto tratado
3	Hipóteses	Levantamento e formulação de hipóteses, questões de estudo, definição de objetivos e contexto.
4	Pesquisa	Pesquisa sobre o problema colocado em busca das soluções.
5	Metodologia	Descrição dos procedimentos utilizados (planejamento da investigação).
6	Experimentação e Observação	Trabalho com os fenômenos no que eles mais têm de visível e mensurável, elaborar uma forma de olhar e falar sobre o fenômeno.
7	Descrição dos fenômenos	Construção de afirmações baseadas em evidências para a explicação do fenômeno.
8	Análise dos dados	Discussão os dados construídos e observados.
9	Argumentação	Desenvolvimento da elaboração das explicações causais para o fenômeno observado.
10	Conclusão	Reflexão Crítica e proposta de solução.
11	Relatório	Elaboração de um texto dissertativo com todos os tópicos trabalhados na experimentação investigativa.

Fonte: Da autora, 2021.

APÊNDICE B

Quadro 02 - Matriz de Avaliação da sequência de ensino investigativa.

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA				
Nome da escola:				
Nome do aluno:				
Série:			Turno:	
Tema:			Data:	
Etapas da experimentação investigativa		Conteúdos desenvolvidos		
		Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
1	Problematização			
2	Conhecimentos Prévios			
3	Hipóteses			
4	Pesquisa			
5	Metodologia			
6	Experimentação e Observação			
7	Descrição dos fenômenos			
8	Análise dos dados			
9	Argumentação			
10	Conclusão			
11	Relatório			

Fonte: Da autora, 2021.

Para o preenchimento dessa matriz o professor vai observar o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que cada aluno vai desenvolvendo nas etapas da experimentação realizada. Os conteúdos estão descritos detalhadamente no começo de cada oficina da SEI.