



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

Jordão Monteiro Baltazar

**EXPERIMENTOS A PARTIR DO MILHO: ABORDAGEM
CONTEXTUALIZADA DA QUÍMICA DOS ALIMENTOS POR MEIO DA
GELATINIZAÇÃO E NIXTAMALIZAÇÃO.**

Florianópolis
2026

Jordão Monteiro Baltazar

Experimentos a partir do milho: Abordagem Contextualizada da Química dos Alimentos por Meio da Gelatinização e Nixtamalização.

Trabalho de Conclusão de Curso II submetido ao curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador(a): Prof. Dr. José Carlos Gesser

Florianópolis

2026

Baltazar, Jordão Monteiro

EXPERIMENTOS A PARTIR DO MILHO: ABORDAGEM
CONTEXTUALIZADA DA QUÍMICA DOS ALIMENTOS POR MEIO DA
GELATINIZAÇÃO E NIXTAMALIZAÇÃO. / Jordão Monteiro
Baltazar, José Carlos Gesser, 2026.

81 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Físicas e Matemáticas, Graduação em Química -
Licenciatura, Florianópolis, 2026.

Inclui referências.

1. Química - Licenciatura. 2. química dos alimentos. 3.
ensino de química. 4. milho. 5. nixtamalização. I. Gesser,
José Carlos. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Química - Licenciatura. III. Título.

Jordão Monteiro Baltazar
**Experimentos a partir do milho: Abordagem Contextualizada da Química dos Alimentos
por Meio da Gelatinização e Nixtamalização.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de
"Licenciada em Química" e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Química.
Florianópolis, 14 de Agosto de 2026.



Documento assinado digitalmente
Miguel Soriano Balparda Caro
Data: 19/08/2026 09:54:12-0300
CPF: ***.282.530-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Miguel Soriano Balparda Caro
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
JOSE CARLOS GESSER
Data: 19/08/2026 09:46:24-0300
CPF: ***.620.739-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. José Carlos Gesser, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Anelise Maria Regiani
Data: 19/08/2026 13:53:55-0300
CPF: ***.547.848-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.(a) Anelise Maria Regiani, Dr.(a)
Avaliadora



Documento assinado digitalmente
Santiago Francisco Yunes
Data: 19/08/2026 15:40:05-0300
CPF: ***.973.729-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Santiago Francisco Yunes, Dr.
Avaliador

Florianópolis, 2026.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Rodolfo e Gilmara, por estarem ao meu lado desde a escolha do curso e por todo o apoio ao longo dessa caminhada. Agradeço por serem um exemplo de família, amor e cuidado. Tudo o que fizeram por mim foi essencial para que eu chegasse até aqui. Aos meus avós, Genazio e Claudeth, por toda a criação, pelo carinho e pelos ensinamentos que contribuíram para formar o homem que sou. Com vocês, aprendi o valor da família e compreendi a importância de ter pessoas que nos acolhem, orientam e permanecem ao nosso lado em todos os momentos. Aos meus irmãos, Thiago e Benício, por fazerem parte da minha vida e da minha história. Cada um, à sua maneira, tornou essa caminhada mais significativa, e sou muito grato por compartilhar com vocês o amor e os laços que nos unem como família.

À minha esposa, Laianny, meu pilar e minha companheira de vida. Sem você, este curso dificilmente teria sido concluído. Seu amor, apoio e presença me sustentaram nos momentos mais difíceis e deram sentido a todo o esforço realizado. Ao seu lado, encontrei uma das maiores razões da minha vida: construir uma história juntos e buscar fazê-la feliz, sendo verdadeiramente quem sou. Esta conquista também é sua.

Aos meus colegas de casa, Ian, Gabriel, Pedro e Lucas, por ouvirem tantas conversas sobre docência, Química e os desafios da graduação, mas, sobretudo, pelo companheirismo, pelo apoio e pelas noites que compartilhamos. Vocês me mostraram como é bom voltar para casa depois de um dia cansativo e encontrar verdadeiros irmãos, sempre capazes de tornar a rotina mais leve e alegre. Aos meus amigos de Porto Belo, pela amizade construída e mantida ao longo dos anos. Mesmo quando a distância e as responsabilidades da vida estiveram presentes, o carinho, as lembranças e os momentos compartilhados permaneceram como parte importante da minha trajetória.

A todos vocês, que de diferentes formas estiveram presentes durante essa caminhada, deixo meu mais sincero agradecimento. Esta conquista não teria o mesmo significado sem o amor, a amizade e o apoio que recebi de cada um.

Agradeço também os professores do ensino básico de Florianópolis que participaram do questionário, a colaboração de vocês foi muito importante para o meu trabalho. Assim como, também deixo aqui meus agradecimentos ao meu orientador professor José Carlos Gesser, e aos membros da banca Anelise Maria Regiane e Santiago Francisco Yunes, por todos os comentários e sugestões.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, pelo seu ensino público, gratuito e de qualidade, que me formou em tantas formas e caminhos.

RESUMO

No ensino de Química, muitos estudantes têm dificuldade em perceber a relação entre os conteúdos abordados em sala de aula e as situações presentes em sua realidade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática contextualizada com foco para a 3º série do Ensino Médio, utilizando o milho (*Zea mays* L.) e seus processos de transformação na culinária como temas para a aprendizagem de conceitos químicos. A pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica sobre os aspectos históricos, culturais, botânicos e químicos do milho, com destaque para sua importância como patrimônio biocultural, para a composição do grão e para os processos de gelatinização do amido e nixtamalização. A partir desse referencial, foram elaborados três planos de aula experimentais: produção de um filme à base de amido de milho; separação e identificação de uma parcela enriquecida em amido; e análise dos efeitos do tratamento alcalino relacionado à nixtamalização. As atividades possibilitam abordar conteúdos como polímeros naturais, interações intermoleculares, misturas, métodos de separação, pH, basicidade, biomoléculas, transformações físico-químicas, sustentabilidade e disponibilidade de nutrientes. A viabilidade pedagógica dos planos foi avaliada por professores de Química atuantes em instituições de ensino da Grande Florianópolis, por meio de um questionário composto por questões objetivas e discursivas. Os resultados demonstraram avaliações favoráveis quanto à contextualização, ao potencial de engajamento dos estudantes, à aprendizagem dos conceitos químicos e à articulação com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Conclui-se que o milho apresenta potencial para transformar situações alimentares familiares em objetos de investigação científica, contribuindo para um ensino de Química mais significativo, experimental e conectado às dimensões históricas, culturais, sociais e ambientais.

Palavras-chave: Química dos Alimentos; Nixtamalização; Ensino de Química; Milho; Gelatinização.

ABSTRACT

Many students in Chemistry education experience difficulty in recognizing the relationship between classroom content and situations encountered in their daily lives. In this context, the present study aimed to develop a contextualized didactic sequence for the third year of Brazilian upper secondary education, using maize (*Zea mays* L.) and its transformation processes in culinary practices as a thematic context for teaching and learning chemical concepts. The research involved a literature review addressing the historical, cultural, botanical, and chemical aspects of maize, highlighting its importance as a biocultural heritage, the composition of the grain, and the processes of starch gelatinization and nixtamalization. Based on this theoretical framework, three experimental lesson plans were developed: the production of a starch-based film from corn starch; the separation and identification of a starch-enriched fraction; and the analysis of the effects of alkaline treatment associated with nixtamalization. These activities enable the exploration of topics such as natural polymers, intermolecular interactions, mixtures, separation techniques, pH, basicity, biomolecules, physicochemical transformations, sustainability, and nutrient bioavailability. The pedagogical feasibility of the lesson plans was evaluated by Chemistry teachers from educational institutions in the Greater Florianópolis region through a questionnaire consisting of both closed-ended and open-ended questions. The results indicated positive evaluations regarding the contextualization of the activities, their potential to engage students, their effectiveness in promoting the learning of chemical concepts, and their alignment with the Science, Technology, and Society (STS) approach. It is concluded that maize has the potential to transform familiar food-related situations into opportunities for scientific inquiry, thereby contributing to a more meaningful, experimental, and contextually relevant Chemistry education that integrates historical, cultural, social, and environmental dimensions.

Keywords: Food Chemistry; Nixtamalization; Chemistry Education; Maize; Gelatinization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A origem do milho moderno.....	10
Figura 2 - Morfologia do milho.....	16
Figura 3 - Representação da estrutura química da amilose.....	25
Figura 4 - Representação da estrutura química da amilopectina.....	26
Figura 5 - Grânulos de amido de milho convencional sob aumento de 40x e grânulos de amido de milho transgênico sob aumento de 40x, ambos evidenciando a cruz de polarização quando vistos sob luz polarizada.....	27
Figura 6 - A sequência didática apresenta conteúdos de Química de forma contextualizada e próxima da realidade dos estudantes.....	44
Figura 7 - Os experimentos propostos possuem potencial para aumentar o interesse e o engajamento dos alunos nas aulas de Química.....	45
Figura 8- Os materiais e reagentes utilizados nos experimentos são acessíveis e viáveis para aplicação em escolas de Ensino Médio.....	46
Figura 9 - Os experimentos apresentados favorecem a compreensão de conceitos químicos fundamentais, como pH, polímeros, transformações físico-químicas e biomoléculas.....	47
Figura 10 - Em sua avaliação, os planos de aula dialogam adequadamente com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), ao relacionar ciência, cultura, alimentação e cotidiano.....	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1.....	12
1.1 ORIGEM E DOMESTICAÇÃO DO MILHO.....	12
1.2 O MILHO COMO PATRIMÔNIO CULTURAL ALIMENTAR.....	14
1.3 O MILHO NO BRASIL: CIRCULAÇÃO, ADAPTAÇÕES E PERMANÊNCIAS CULTURAIS.....	15
1.4 O MILHO NA PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL BRASILEIRA E A IMPORTÂNCIA DAS VARIEDADES CRIOULAS.....	16
1.5 ASPECTOS BOTÂNICOS E ESTRUTURAIS DO MILHO.....	18
CAPÍTULO 2.....	21
2.1 QUÍMICA DOS ALIMENTOS: UMA APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E CULINÁRIA.....	21
2.2 TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS NA CULINÁRIA.....	22
2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MILHO E SEUS COMPONENTES.....	25
2.4 O AMIDO COMO PRINCIPAL COMPONENTE DO MILHO.....	28
2.5 CIÊNCIA E SABERES CULINÁRIOS: NIXTAMALIZAÇÃO DO MILHO.....	30
CAPÍTULO 3.....	33
3.1 FUNDAMENTOS LEGAIS E PEDAGÓGICOS PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA.....	33
3.2 ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS PLANOS DE AULA EXPERIMENTAIS..	36
3.3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE PEDAGÓGICA DOS PLANOS DE AULA.....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
APÊNDICE I.....	60
APÊNDICE II.....	64
APÊNDICE III.....	68
APÊNDICE IV.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

INTRODUÇÃO

O ensino de Química tem tradicionalmente enfrentado dificuldade de conectar conceitos científicos à vida cotidiana dos alunos. Isso porque a Química é comumente vista como abstrata e distante da realidade social, tornando-se necessário encontrar alternativas que demonstrem sua presença na sociedade e na história. Assim, a contextualização permite que o ensino da ciência se torne significativo para os alunos, possibilitando-os de aprender e reconhecer fenômenos químicos em suas realidades.

A alimentação pode ser vista como um campo particularmente fértil para isso. Fatores como textura, cor, aroma, sabor e consistência mudam a partir do preparo dos alimentos em meio à ação do calor, da água, de substâncias ácidas ou alcalinas e de diferentes formas de processamento. A cozinha pode, assim, servir como um lugar para observar e explorar, onde as experiências que os alunos possuem podem se tornar um ponto de partida para o desenvolvimento de explicações científicas.

A motivação para esta pesquisa também surgiu durante os três anos em que participei do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Nas aulas de Química do ensino médio que frequentei, percebi que muitos alunos não conseguiam relacionar os conteúdos em sala de aula com situações do mundo real, em que grande parte dos conceitos era considerada distante e de difícil assimilação.

Devido a isso, a alimentação foi escolhida como eixo contextualizador, afinal, se encontra presente na vida cotidiana dos alunos e reúne diversos fenômenos que podem ser vistos, investigados e explicados a partir da Química. Entre os alimentos que permitem desenvolver essa discussão, o milho (*Zea mays L.*) apresenta grande potencial educativo, por meio de sua relevância histórica e cultural no Brasil e nas Américas. Sendo importante para a formação das sociedades, práticas agrícolas, tradições culinárias e a transmissão de conhecimento de geração em geração (Melchior; Sulis, 2020).

A domesticação e a seleção do milho ao longo de milhares de anos transformaram esse cereal em uma das principais culturas agrícolas da atualidade. No Brasil, essa presença pode ser encontrada em preparações como pamonha, curau, canjica, mingau, angu, cuscuz, bolo de milho e pipoca. O cereal também ocupa um lugar central nas festas juninas e em outras manifestações culturais (Oliveira e Calvente, 2012).

Nessa diversidade, temos diferentes perspectivas sobre o milho. Os alimentos derivados do milho estão sujeitos a muitas transformações que a Química ajuda a explicar. Entre elas, temos a gelatinização do amido e a nixtamalização. A gelatinização é um processo em que os grânulos de amido são aquecidos com água, o que altera sua estrutura interna,

hidratação, inchaço e a viscosidade do sistema (Donmez et al., 2021). Já a nixtamalização é o processo de aquecimento e tratamento do milho com água, aquecido juntamente de uma substância alcalina, sendo geralmente o hidróxido de cálcio. Esta técnica desenvolvida pelos povos mesoamericanos modifica a estrutura externa do grão, permite a remoção do pericarpo, altera as propriedades do amido e favorece uma melhor condição para a preparação de massas. O processo também apresenta importância nutricional, pois aumenta a disponibilidade da niacina presente no milho e pode contribuir para a incorporação de cálcio ao alimento (Santiago-Ramos et al., 2018).

Ao observar a química dessas propriedades alimentares, é possível associar a conteúdos curriculares, como macromoléculas, interações intermoleculares, misturas, métodos de separação, pH, basicidade, temperatura e mudanças físico-químicas. Experimentos que utilizam fatores sensoriais, tais como textura, cor, viscosidade e consistência, auxiliam a construir explicações químicas. Desse modo, é possível utilizar a alimentação para se aproximar da realidade que os alunos estão inseridos.

A escolha da química do milho como tema deste trabalho também está alinhada com a valorização do conhecimento popular e ancestral. Muitas técnicas culinárias foram desenvolvidas a partir da observação, repetição e controle das condições de preparo antes que suas transformações fossem explicadas cientificamente. Estudar essas práticas no ambiente escolar, bem como a relação entre ciência, tecnologia, cultura, alimentação e sociedade, permite uma melhor compreensão do conhecimento produzido por diferentes povos.

Sob essa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática para o ensino de Química no Ensino Médio usando o milho como material didático. Foram desenvolvidos três planos de aula experimentais: produção de filme à base de amido de milho; separação e identificação de uma fração enriquecida em amido; e análise do tratamento alcalino com nixtamalização.

A viabilidade pedagógica dos planos foi avaliada por professores de Química que trabalham nas escolas da Grande Florianópolis. Os professores também avaliaram o contexto do conteúdo, a relevância, a disponibilidade dos materiais e a acessibilidade. Suas respostas permitem identificar os desafios que podem ser encontrados, bem como sugestões que foram usadas para melhorar as propostas.

O projeto está dividido em três capítulos. No primeiro capítulo, discute-se a origem e a domesticação do milho, junto com seu significado histórico, cultural e econômico nas Américas e no Brasil. Também discute-se variedades crioulas e as principais características botânicas e estruturais do grão.

O segundo capítulo aborda a Química dos Alimentos e as transformações que ocorrem durante o preparo do milho. São apresentados a composição química do grão, a estrutura do amido, a gelatinização e a nixtamalização, relacionando esses processos às práticas culinárias e aos conhecimentos tradicionais.

O terceiro capítulo fornece a base pedagógica da contextualização no ensino de Química e apresenta os três planos de aula elaborados. Também discute a avaliação que os professores realizaram sobre a sequência didática.

Por fim, os planos de aula em sua versão final encontram-se nos apêndices deste trabalho. As sugestões dos professores durante a avaliação foram incluídas nos materiais, revisadas e organizadas. Dessa forma, os planos ficam disponíveis para docentes que tenham interesse em utilizá-los ou adaptá-los às condições e às necessidades de suas turmas.

Assim, a principal contribuição deste trabalho é desenvolver uma proposta para transformar um alimento familiar em um objeto de estudo científico. O milho permite aproximar conceitos químicos das experiências dos estudantes, valorizar conhecimentos culturais, desenvolver atividades experimentais e promover discussões sobre saúde, tecnologia e meio ambiente. Ao incorporar preparações e técnicas culinárias em objetos de estudo, a proposta contribui para um ensino de Química mais significativo e participativo, tendo foco em situações concretas da realidade dos estudantes.

CAPÍTULO 1

1.1 ORIGEM E DOMESTICAÇÃO DO MILHO

O milho (*Zea mays L.*) pode ser considerado uma das plantas domesticadas de maior importância histórica para as sociedades americanas. Através de estudos arqueológicos, botânicos, genéticos e antropológicos, Staller, Tykot e Benz (2016) mostram que trajetória do milho não se restringe à sua domesticação e dispersão geográfica, pois também está relacionada a práticas alimentares, sistemas produtivos, mitologias e rituais. Esses fatores também demonstram a importância do milho como componente da organização social e cultural de vários povos e na formação de importantes civilizações no continente americano.

Para muitas culturas indígenas da Mesoamérica, o milho era considerado um elemento sagrado, responsável pela vida e pela constituição da humanidade. Pérez-Martin et al. (2022) discutem as espécies vegetais presentes no Popol Vuh, uma coleção de histórias cosmogônicas da cultura Maia *K'iche'*, onde o milho é demonstrado como elemento principal da história da criação humana. Conforme a narrativa, após tentativas frustradas de formar seres a partir do barro e da madeira, os deuses obtiveram êxito ao criar a humanidade a partir

de uma massa de milho amarelo e branco. Assim, o cereal é elemento fundamental da origem, identidade e visão de mundo Maia.

O significado cultural do milho também pode ser encontrado em diferentes estudos sobre a história da alimentação. Melchior e Sulis (2020) argumentam que, mesmo após os processos de colonização europeia, muitos dos significados simbólicos atribuídos ao milho permaneceram presentes em manifestações populares, especialmente em contextos afro-indígenas, onde preparações culinárias e práticas rituais contribuíram para a preservação de identidades culturais.

A relevância do milho também está relacionada ao seu processo de domesticação, que o tornou uma das culturas agrícolas mais importantes atualmente. Piperno et al. (2009), com base em evidências arqueobotânicas, indicam que o milho foi domesticado há cerca de nove mil anos na região da bacia do Rio Balsas, na parte centro-sul do atual México.

O teosinto (*Zea mays ssp. parviglumis*), uma gramínea silvestre com características morfológicas diferentes das variedades cultivadas, é reconhecido como ancestral do milho moderno. Como ilustrado na Figura 1, o teosinto tem espigas pequenas com poucos grãos protegidos por estruturas rígidas, enquanto o milho cultivado tem espigas maiores com mais grãos expostos e presos à espiga.

Figura 1 - A origem do milho moderno



Fonte: Adilson Amorim Brandão, 2021

No domínio genômico, Wright et al. (2005) apontam que a domesticação e o subsequente aprimoramento do milho deixaram sinais de seleção artificial em uma parcela dos genes que os autores analisaram. Desta forma, pode-se entender que as características do milho moderno não surgiram por acaso, mas foram moldadas ao longo de gerações por escolhas humanas que favoreceram plantas mais adequadas ao cultivo e ao aproveitamento alimentar.

Desse modo, o milho se consolidou como um recurso alimentar e elemento estruturante da organização social de diversas sociedades, contribuindo para o desenvolvimento de práticas, conhecimentos e identidades coletivas ao longo da história das Américas

1.2 O MILHO COMO PATRIMÔNIO CULTURAL ALIMENTAR

A alimentação constitui uma prática sociocultural, que envolve a ingestão de nutrientes e também formas de produção, preparo e consumo, assim como regras, valores e significados compartilhados. Nesse sentido, a alimentação pode desenvolver e moldar a identidade coletiva e o conhecimento no passar de gerações. Para o milho, sua relação histórica com diferentes comunidades americanas indica que ele pode ser visto como parte de um patrimônio de diversidade biológica, práticas agrícolas, métodos culinários e estrutura social.

Por exemplo, isso foi observado no caso dos Maias Mopan do sul de Belize, para quem o cultivo do milho tem sido uma parte central da identidade social, mesmo em meio a mudanças econômicas, religiosas e culturais. Steinberg (1999) encontrou diferentes usos e valores simbólicos associados às variedades de milho na região, como cores dos grãos, consumo doméstico, celebrações comunitárias, etc.. O autor também acrescentou que manter a diversidade cultivada era fundamental para a continuidade dessas práticas e que as variedades de milho não eram selecionadas apenas por suas características produtivas, mas também por seus significados culturais.

De forma geral, a incorporação do milho nos sistemas alimentares das Américas resultou em uma enorme diversidade de preparações e métodos culinários. Guzzon et al. (2021) também apontam que na América Latina muitas receitas e produtos tradicionais são feitos com variedades locais do cereal. Tortillas, tamales e atoles são encontrados na Mesoamérica, enquanto na região andina temos cancha, mote e chicha. A cor, forma, tamanho e composição do milho têm impacto na escolha desses grãos para cada preparo, e a diversidade agrícola está relacionada aos hábitos alimentares e as preferências culturais das comunidades.

Desta forma, a relação entre as práticas alimentares e a diversidade agrícola permite compreender o milho como patrimônio biocultural. Guzzon et al. (2021) enfatizam que as variedades locais cultivadas na América Latina estão conectadas à segurança alimentar, sistemas de produção tradicionais e às preferências das comunidades.

Desse modo, o patrimônio do milho abrange as variedades cultivadas, sistemas agrícolas, técnicas culinárias e relações sociais construídas em torno de sua produção e consumo. Assim, receitas, técnicas e formas de consumo podem ser preservadas, adaptadas ou reinterpretadas à medida que as comunidades enfrentam mudanças econômicas, ambientais e sociais. A preparação e o compartilhamento de alimentos são maneiras fundamentais de disseminar conhecimentos, permitindo que saberes relacionados ao cultivo, à seleção de ingredientes e aos métodos de preparo sejam compartilhados entre gerações. Essas práticas também acumulam conhecimento sobre as transformações que ocorrem durante a preparação dos alimentos. Os fundamentos físico-químicos envolvidos nessas transformações serão discutidos no segundo capítulo.

1.3 O MILHO NO BRASIL: CIRCULAÇÃO, ADAPTAÇÕES E PERMANÊNCIAS CULTURAIS

A presença do milho no território brasileiro é relacionada ao deslocamento de populações, à troca de sementes e à seleção de variedades de milho que se adequam a diferentes ambientes e usos. Costa et al. (2022) encontraram diferentes rotas de dispersão do milho a partir da Amazônia com base no conteúdo genético dos materiais analisados no estudo. Uma dessas rotas teria se propagado para o norte da Amazônia e depois para a Caatinga, Mata Atlântica do Sudeste. Outra teria continuado pelo Cerrado e Mata Atlântica do sul do Brasil e os Pampas, e uma terceira teria seguido ao longo da costa atlântica. O padrão encontrado é consistente com os movimentos e expansão dos povos Tupi, Guarani, Macro Jê e Aruak.

O milho também foi integrado aos sistemas de abastecimento, criação de animais e comércio nos períodos colonial e imperial. A incorporação do milho na alimentação popular também foi influenciada por povos afrodescendentes que eram responsáveis por preparações domésticas e rituais baseadas no cereal. Como afirmam Melchior e Sulis (2020), ingredientes afro-indígenas ajudaram a espalhar o milho em contextos onde ele tinha valor nutricional, simbólico e religioso. Desta forma, o milho pode ser considerado um alimento de resistência, devido a sua associação a uma cultura de atividades diárias, bem como de rituais que mesclaram elementos indígenas e afrodescendentes na formação social do Brasil.

A permanência cultural do milho também pode ser vista na multiplicidade de preparações e nomes usados no Brasil. Yida e Silva (2022) investigaram as designações associadas a um doce feito com milho, que pode ser referido como curau, canjica e mingau de milho dependendo da região. As denominações regionais podem tanto identificar

características específicas das preparações quanto refletir processos históricos de contato, migração e circulação cultural. Assim, uma mesma receita pode receber nomes distintos em diferentes regiões, enquanto uma única denominação pode se referir a preparações diferentes conforme o contexto local. Desse modo, o vocabulário alimentar evidencia a transformação regional do milho na culinária brasileira.

O milho também está muito associado às festas juninas no Brasil. Oliveira e Calvente (2012) observaram que essas festividades poderiam ser atribuídas à colonização portuguesa, mas também estão relacionadas à época da colheita do milho no Brasil. Essa relação favoreceu a presença do cereal nas comidas festivas e contribuiu para que o ciclo agrícola fosse incorporado à organização das celebrações.

Desse modo, o milho pode ser visto como parte de um patrimônio biocultural brasileiro. Os conjuntos genéticos do milho foram estruturados por relações históricas entre ambiente e cultivo, enquanto sua manutenção depende da continuidade das comunidades que os utilizam. Portanto, preservar a diversidade do milho também requer a manutenção de genes ou sementes armazenadas, sistemas agrícolas, conhecimentos e práticas e festividades que permitam a valorização deste cereal.

1.4 O MILHO NA PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL BRASILEIRA E A IMPORTÂNCIA DAS VARIEDADES CRIOULAS

O milho também é considerado parte fundamental do sistema agroalimentar brasileiro devido a sua importância nos setores socioeconômicos. De ampla utilização, o milho é principalmente utilizado na alimentação humana, ração animal e processamento industrial. Essa diversidade de usos ajuda a compreender o investimento contínuo em tecnologias para aumentar a produtividade, a adaptação das variedades de milho e sua resistência a possíveis fatores que prejudicam as lavouras.

Assim, o milho não é importante apenas em termos da quantidade produzida, mas também pelas diferentes cadeias produtivas nas quais está envolvido. Com base nos resultados da Pesquisa Sistemática da Produção Agrícola, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), a produção brasileira de milho foi de 141,7 milhões de toneladas em 2025, ficando atrás apenas da produção de soja, que foi de 166,1 milhões de toneladas.

A integração com a agroindústria também ampliou os destinos do cereal. O milho tornou-se parte da produção de etanol. Lozano et al. (2020) observaram que o

armazenamento de grãos por períodos mais longos facilita o seu planejamento e processamento. Os autores também destacaram que diferentes híbridos podem produzir resultados diferentes no campo e na fermentação. Enquanto uns podem produzir mais grãos, outros podem render mais na produção do etanol. Assim, a escolha da matéria-prima é baseada tanto no desempenho agrícola quanto na sua reação no processamento.

Além das variedades comerciais, existem também os agricultores familiares, comunidades indígenas e quilombolas que mantêm variedades locais, conhecidas como milhos crioulos. Bevilaqua et al. (2014) definem "agricultores guardiões" como aqueles que preservam, selecionam e reproduzem sementes ao longo do tempo. Essa abordagem permite que os materiais sejam mantidos, utilizados e melhorados com o ambiente e as práticas de cada comunidade.

A conservação promovida pelos guardiões ocorre diretamente nos sistemas produtivos. Bevilaqua et al. (2014) descrevem uma rede de pesquisa participativa que está em vigor no Rio Grande do Sul desde 2007, com o objetivo de identificar variedades de milho, feijão e cucurbitáceas com características agrônomicas e nutricionais adequadas. O trabalho mostra que a conservação da agrobiodiversidade vai além do armazenamento de sementes, incluindo também plantio, avaliação, troca de experiências e seleção conjunta por agricultores e instituições de pesquisa.

Esse conceito de conservação como um processo dinâmico de cultivo, seleção e circulação de sementes também é observado em Fernandes (2022), que estuda famílias agricultoras na Zona da Mata, em Minas Gerais. O autor demonstra que a sobrevivência do milho crioulo está relacionada às qualidades alimentares e agrônomicas reconhecidas e valorizadas pelos agricultores, observando que relações de trocas entre familiares ou comunidades resultaram em diferentes materiais, enriquecendo a variedade.

Assim, a conservação de uma espécie não se dá apenas ao armazenar sementes sem alterá-las, mas também cultivá-las, compartilhá-las e escolhê-las de acordo com as necessidades e preferências das comunidades. Dessa forma, a conservação é dinâmica porque os agricultores escolhem plantas e sementes de acordo com seus sistemas produtivos e uso, podendo favorecer a adaptação das variedades às condições locais e preservar o sabor, a produção e os aspectos de armazenamento das sementes de acordo com cada comunidade.

Desse modo, as sementes crioulas representam um recurso biológico que as famílias usam para reproduzir suas lavouras sem precisar comprar sementes comerciais. Como Bevilaqua et al. (2014) mostraram, à medida que sistemas agrícolas simplificados são desenvolvidos, a perda genética e o empobrecimento da agricultura familiar são inevitáveis.

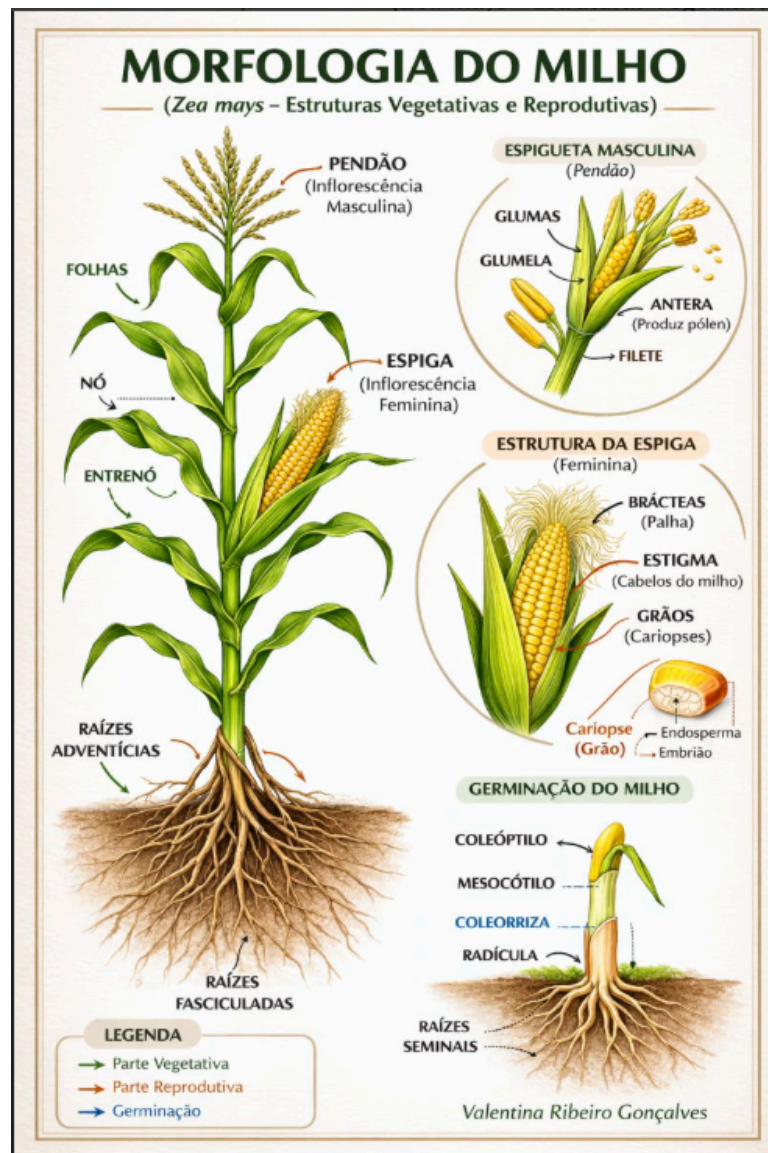
As variedades crioulas desempenham papel fundamental na conservação da diversidade genética, pois características presentes nos materiais locais podem desaparecer quando estes são substituídos por um número reduzido de variedades comerciais.

Desta forma, a produção agrícola em nível agroindustrial e a conservação dos milhos crioulos possuem funções diferentes na agricultura brasileira. Sistemas em larga escala focam na produtividade, uniformidade da produção e integração com a indústria. As variedades locais continuam a proteger recursos genéticos, métodos de cultivo e conhecimentos que foram criados pelas comunidades.

1.5 ASPECTOS BOTÂNICOS E ESTRUTURAIS DO MILHO

As transformações decorrentes da domesticação e do melhoramento do milho, contribuíram para a diversidade genética e morfológica observada na espécie. Segundo Silva et al. (2020), o milho (*Zea mays L.*) possui órgãos vegetativos, órgãos reprodutivos e estruturas relacionadas à germinação, sendo esses essenciais para o crescimento, desenvolvimento e reprodução da planta. Como se observa na Figura 2, a porção vegetativa é constituída principalmente pelas folhas, pelo colmo, formado por nós e entrenós, e pelo sistema radicular, composto por raízes fasciculadas e adventícias.

Figura 2: Morfologia do milho



Fonte: Valentina Ribeiro Gonçalves, 2026

As folhas são responsáveis pela realização da fotossíntese e das trocas gasosas, enquanto o colmo desempenha funções de sustentação e condução de substâncias pela planta. Os nós correspondem às regiões de inserção das folhas e de formação de outras estruturas, enquanto os entrenós promovem o alongamento da planta e contribuem para a definição de seu porte (Silva et al., 2020). O sistema radicular fasciculado, característico das gramíneas, é formado por numerosas raízes finas que atuam na absorção de água e nutrientes. As raízes adventícias, originadas nos nós inferiores do colmo, auxiliam na sustentação da planta e ampliam sua capacidade de exploração do solo (Silva et al., 2020).

Oliveira Neves et al. (2022) apontam que o milho possui flores unissexuais que crescem em diferentes inflorescências na mesma planta, o que significa que o milho é monóico. O pendão, localizado no ápice, corresponde à inflorescência masculina, onde se

encontram as espiguetas masculinas compostas por flores protegidas por glumas e glumelas; nessas flores, as anteras, sustentadas pelos filetes, são responsáveis pela produção e liberação dos grãos de pólen.

A espiga é a inflorescência feminina, protegida por brácteas, conhecidas popularmente como palha, e é nela que se desenvolvem os grãos após a fecundação. Os estigmas, popularmente chamados de “cabelos do milho”, desempenham papel central na polinização, possibilitando a fecundação que dará origem à cariopse, fruto seco típico das gramíneas (Oliveira Neves et al., 2022).

Durante a germinação, estruturas específicas atuam na proteção e no estabelecimento inicial da plântula. Como representado na Figura 2, o coleótilo protege a primeira folha durante sua emergência, enquanto o mesocótilo contribui para o alongamento inicial da planta. A coleoriza envolve e protege a radícula, que constitui a primeira raiz da plântula. As raízes seminais complementam esse processo, favorecendo a fixação e a absorção de água e nutrientes nos primeiros estágios de desenvolvimento. Dessa forma, o conhecimento da morfologia do milho auxilia na compreensão de seu crescimento, de suas exigências fisiológicas e de seu comportamento no campo, fornecendo bases para a adoção de práticas adequadas de manejo (Oliveira Neves et al., 2022).

Em termos de estrutura do grão do milho, García-Lara et al. (2019) dividiram-no em três partes principais: pericarpo, endosperma e gérmen. O pericarpo é a camada mais externa e serve como uma barreira para o mundo exterior e, assim, protege o grão de ser afetado durante o armazenamento. Embora o pericarpo represente apenas uma pequena parte de toda a massa do milho, ele é um fator determinante para as propriedades físicas do cereal. O endosperma é a maior parte do grão e equivale a cerca de 80% de sua massa total. Sua principal função é armazenar substâncias de reserva destinadas ao desenvolvimento do embrião durante a germinação. A maior parte do amido no milho está nesta região, componente que desempenhará papel central nas transformações químicas discutidas nos capítulos seguintes.

O gérmen, por sua vez, corresponde à porção embrionária da semente. O grão é relativamente pequeno em massa total, mas possui uma grande quantidade de lipídios, proteínas, vitaminas, minerais, além de constituir uma importante matéria-prima para a produção de óleo vegetal (García-Lara et al., 2019).

A composição do grão e a distribuição de seus componentes influenciam suas propriedades nutricionais e tecnológicas. Como Ai e Jane (2016) explicam, o amido, polissacarídeos não amiláceos, proteínas e lipídios no milho têm diferentes composições

químicas e propriedades físicas, que podem variar entre os diferentes tipos do cereal. Essas características podem afetar a digestibilidade, a liberação de nutrientes durante a digestão e as propriedades das matérias-primas.

Dessa forma, compreender a macro e microestrutura do grão permite explicar seu comportamento durante o processamento e as características dos produtos obtidos a partir do milho. A relação entre estrutura, composição e funcionalidade evidencia a importância do conhecimento botânico para o aproveitamento adequado do milho.

CAPÍTULO 2

2.1 QUÍMICA DOS ALIMENTOS: UMA APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E CULINÁRIA

A Química dos Alimentos é um campo de estudo que investiga a composição dos alimentos, a natureza química de seus componentes e os processos envolvidos em sua produção, preparação, preservação e armazenamento. Cheung e Mehta (2015) descrevem os alimentos como uma matriz complexa com diferentes substâncias que interagem entre si, podendo sofrer mudanças desejáveis ou indesejáveis. Essas reações contribuem para o valor nutricional, propriedades sensoriais, segurança e qualidade dos produtos.

O conhecimento químico permite a identificação de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, minerais, além de permitir compreender como os variados componentes se comportam na presença de temperatura, umidade, acidez e outras condições relevantes para o processamento de alimentos. Essa relação aproxima a química dos alimentos da nutrição, bioquímica, engenharia de alimentos e gastronomia, além de servir de base para o controle de qualidade, preservação e desenvolvimento de produtos alimentícios (Cheung; Mehta, 2015).

A compreensão dessas mudanças conduz à discussão sobre o processamento, etapa em que grande parte das transformações físicas e químicas dos alimentos se concretiza. Ristic et al. (2024) apontam que o conceito de processamento não tem uma definição única, podendo ser associado à indústria ou a outros métodos domésticos e artesanais. Para os autores, o processamento corresponde às adições ou remoções intencionais de matéria comestível ou de energia realizadas entre a colheita dos ingredientes e o consumo. Essa definição inclui operações cotidianas como cozinhar, assar, fermentar, secar e defumar.

Assim, quase todos os alimentos são processados em algum momento. Mesmo processos simples afetam a estrutura e composição dos ingredientes, bem como suas propriedades sensoriais. O aquecimento pode alterar proteínas e carboidratos, a mistura pode

levar a novas interações, a fermentação altera substâncias através da ação de microrganismos, e a secagem altera a quantidade de água disponível.

A cozinha é um espaço privilegiado para observar essas transformações, onde fenômenos estudados pela Química aparecem diariamente em panelas, fornos e outros utensílios domésticos. A transferência de calor, o movimento de água e do ar, as mudanças na estrutura dos ingredientes podem afetar a textura, sabor, aroma e aparência das preparações.

Pode-se entender melhor esses fenômenos ao observar o conhecimento e as práticas que conduzem a preparação dos alimentos. Diez-Garcia e Castro (2011) observam que cozinhar é uma mistura de conhecimento, habilidades, procedimentos e escolhas culturalmente construídas. Preparar uma refeição envolve a escolha de ingredientes, organização de etapas, técnicas e criatividade. As transformações químicas acontecem, portanto, dentro de práticas marcadas por hábitos, valores, memórias e condições concretas de produção e consumo.

Assim, a cozinha se torna um ambiente para aprender, compartilhar conhecimento e construir práticas alimentares (Diez-Garcia; Castro, 2011). A compreensão dos alimentos exige, assim, uma articulação entre seus aspectos químicos, nutricionais, históricos, sociais e culturais. Dessa forma, uma abordagem integrada permite relacionar composição, técnicas de preparo, história, cultura e práticas alimentares, proporcionando uma visão mais ampla dos fenômenos gastronômicos.

2.2 TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS NA CULINÁRIA

A culinária envolve processos que alteram a estrutura, composição e características dos alimentos. Barham et al. (2010) associam essas mudanças à gastronomia molecular, que é o campo de pesquisa dedicado aos processos de preparação e qualidade dos alimentos. Processos cotidianos de cozinha, como cozinhar massas, formar géis e espumas e dourar, podem ser compreendidos do ponto de vista físico e químico sem perder de vista o contexto prático e cotidiano.

Aquecimento

O aquecimento está presente em grande parte das preparações e provoca mudanças que variam conforme a composição do alimento, a temperatura aplicada e o tempo de exposição. Ao descrever as mudanças que podem ser observadas em produtos à base de

amido, Barham et al. (2010) explicam que o cozimento do pão envolve a gelatinização dos grânulos de amido. Isso acontece a partir do aquecimento da água em que esses grânulos sofrem modificações estruturais que participam da formação do miolo.

Durante o resfriamento e armazenamento inicial, parte da amilose se rearranja e cristaliza, alterando a textura do pão. Este exemplo mostra como as propriedades de uma preparação não são determinadas apenas pelos ingredientes que utiliza, mas também por como é aquecida, resfriada e rearranjada. Nos alimentos assados, o calor também estimula a desnaturação das proteínas, a evaporação da água e o escurecimento da superfície.

Estes processos não são uniformes: o interior costuma permanecer úmido, enquanto a superfície perde água, forma uma crosta e alcança temperaturas mais elevadas. A diferença entre essas regiões explica a variedade de texturas encontrada em uma mesma preparação (El Hosry et al., 2025). O calor também faz com que os aromas e sabores mudem. Açúcares, aminoácidos, proteínas e outros componentes se decompõem na preparação para formar alimentos assados, cozidos ou grelhados. O processo depende da natureza dos ingredientes.

Alteração de componentes durante o preparo

Na culinária, a dissolução pode ser compreendida como parte de processos mais amplos de solubilização e transferência de substâncias entre o alimento e o meio utilizado no preparo. Zhang et al. (2023) explicam que altas temperaturas podem causar danos estruturais, perda de água e desnaturação de proteínas, favorecendo a solubilização ou lixiviação de certos elementos na matriz alimentar.

Ao comparar fervura, cozimento a vapor, assar e fritar, Zhang et al. (2023) observaram diferenças na retenção de cobre, zinco e arsênio para os ingredientes estudados. A fervura levou à perda pela passagem desses elementos para a água, enquanto o vapor e o forno tiveram menos impacto na retenção de cobre e zinco em alguns casos. Os autores também distinguem entre retenção e bioacessibilidade. A retenção indica quanto do componente permanece no alimento após a preparação. Bioacessibilidade é a parte que é liberada pela digestão e pode se tornar acessível para absorção. O aquecimento pode manter uma substância no alimento e, ao mesmo tempo, dificultar sua liberação, pois as alterações nas proteínas e nos tecidos influenciam a ação das enzimas digestivas (Zhang et al., 2023).

Fermentação

A fermentação constitui uma transformação bioquímica na qual a atividade de microrganismos e enzimas modifica os componentes dos alimentos. Sharma et al. (2020)

definem fermentação como a decomposição de moléculas orgânicas maiores em moléculas mais simples pela ação microorganismos. Por exemplo, leveduras fermentativas convertem açúcares fermentáveis em etanol e dióxido de carbono. Se o amido estiver presente na matéria-prima, esse polissacarídeo deve ser previamente hidrolisado em açúcares menores por enzimas amilolíticas ou microorganismos com capacidade de sacarificação.

Além de alterar a composição, Sharma et al. (2020) consideram que a fermentação afeta as propriedades físicas e sensoriais dos alimentos. Os microorganismos que estão envolvidos na produção de aromas, sabores, peptídeos e outros metabólitos têm a capacidade de alterar a aparência e a estabilidade. Os resultados dependem dos microorganismos presentes, do substrato utilizado, do tratamento do alimento, do tempo de fermentação e das condições de armazenamento.

Do ponto de vista bioquímico, a fermentação envolve reações de oxidação e redução. Sharma et al. (2020) afirmam que os microrganismos precisam equilibrar as etapas oxidativas de seu metabolismo por meio de rotas que utilizam diferentes aceptores finais de elétrons. Segundo os autores, parte da diversidade encontrada entre as fermentações alimentares decorre justamente das rotas metabólicas e dos aceptores empregados para manter esse equilíbrio.

A atividade microbiana e enzimática pode, portanto, melhorar a estabilidade, textura, cheiro e decompor componentes complexos em formas mais simples. A formação de ácidos orgânicos, como o ácido lático, contribui para diminuir o pH e limitar o crescimento de parte dos microrganismos deteriorantes ou patogênicos. Essa ação ajuda a explicar por que a fermentação foi historicamente utilizada como método de conservação, ainda que o processo precise ocorrer sob condições adequadas para evitar contaminações e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Sharma et al., 2020).

Reações de escurecimento

Uma das mudanças químicas mais evidentes que ocorrem na preparação de alimentos é o escurecimento. A reação de Maillard é uma das principais responsáveis por essas alterações, ocorrendo entre grupos amino em aminoácidos, peptídeos ou proteínas e grupos carbonila de açúcares redutores (El Hosry et al., 2025). No processo, compostos relacionados a aromas são criados e melanoidinas em estágios posteriores são produzidas, sendo observados como macromoleculares marrons, nitrogenados e estruturalmente heterogêneos.

A mudança de cor é apenas uma das consequências da reação de Maillard. El Hosry et al. (2025) explicam que as etapas intermediárias podem produzir diversos compostos, como

aldeídos, furanos, pirazinas e outros compostos voláteis que participam da formação de aromas. Algumas pirazinas estão associadas a notas torradas e semelhantes às de nozes, enquanto outros compostos podem produzir características sensoriais únicas conforme os açúcares, os aminoácidos e as condições de preparo. Dessa maneira, a reação não gera um único sabor ou aroma, mas uma mistura complexa de produtos cuja composição depende da matriz alimentar.

A intensidade da reação depende da temperatura, tempo, pH, atividade da água e concentração de reagentes. Superfícies mais secas são fortemente escurecidas e as regiões internas com mais água são geralmente mais claras. Isso é evidente na diferença entre a crosta e o miolo de produtos assados (El Hosry et al., 2025).

O escurecimento na panificação não é uma única reação. El Hosry et al. (2025) diferenciam a reação de Maillard e caramelização. Enquanto ambas são de natureza não enzimática e podem ocorrer durante a panificação, a reação de Maillard envolve compostos amino interagindo com açúcares redutores e a caramelização está relacionada à adaptação térmica dos açúcares. Ambos os processos podem contribuir para a formação de cor e aroma em produtos assados e é difícil atribuir a apenas um mecanismo a aparência final.

Outro fenômeno comum é o escurecimento enzimático de frutas e vegetais cortados. Nesse caso, a mudança de cor ocorre quando a ruptura do tecido coloca enzimas e compostos fenólicos em contato com o oxigênio. O processo é diferente do aquecimento, mas também produz pigmentos marrons (El Hosry et al., 2025).

Altas temperaturas e aquecimento prolongado podem levar à formação de diferentes produtos indesejados, dependendo da matriz alimentar. Derivados de furano podem ser encontrados em diferentes alimentos aquecidos, enquanto algumas aminas heterocíclicas são particularmente importantes em produtos ricos em proteínas e creatina em altas temperaturas. A quantidade produzida depende dos ingredientes, temperatura, tempo e disponibilidade de água. O controle desses fatores é essencial na criação de cor, cheiro e sabor sem intensificar excessivamente a produção desses compostos (El Hosry et al., 2025).

As mudanças discutidas neste tópico mostram como a preparação pode alterar a organização física e a estrutura química dos alimentos. A observação desses processos aproxima os conhecimentos científicos das situações encontradas diariamente na cozinha.

2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MILHO E SEUS COMPONENTES

A composição da matéria-prima é importante para as transformações que ocorrem no processo de preparação culinária. O milho é composto principalmente por carboidratos,

proteínas, lipídios, fibras, vitaminas e minerais. Ai e Jane (2016) apontam que existem diferentes tipos de milho com diferentes proporções e estruturas que afetam o valor nutricional, as propriedades físicas e o comportamento do cereal quando processado. Os valores aproximados na composição do milho são 61-78% de amido, 6-12% de proteína, 2-4% de fibra, 3-6% de lipídios e 1-4% de minerais, mas essas porcentagens não são fixas e podem variar entre diferentes tipos de variedades e condições de produção (Belitz et al., 2009).

Carboidratos e Amido

Sobre os carboidratos do grão de milho, Hamaker, Tuncil e Shen (2019) dividiram em dois tipos, o amido do endosperma e os polissacarídeos não amiláceos presentes nas paredes celulares. Segundo os autores, o amido representa aproximadamente 85% da massa do endosperma e cerca de 72% da massa total do grão. Isso explica por que o milho é considerado fonte de carboidratos, bem como o motivo do seu endosperma ser a matéria-prima para farinhas, sêmolas e amidos na alimentação.

Ifie et al. (2026) relatam que o amido de milho é composto principalmente por amilose e amilopectina, polissacarídeos formados por unidades de glicose, mas com organização diferente. A amilose tem uma estrutura predominantemente linear e a amilopectina possui muitas ramificações. A porcentagem dessas moléculas difere da farinha de milho para o amido de milho e é conhecida por influenciar as propriedades do amido durante o processamento, como absorção de água, digestibilidade e formação de textura em produtos feitos com farinha ou amido de milho.

A existência de tipos genéticos torna o uso do amido mais complexo. Ai e Jane (2016) afirmam que o milho com altos níveis de amilose, proteína e conteúdo lipídico são de maior interesse na nutrição humana e que, com uma alta concentração dessa molécula, o amido resistente e as características tecnológicas do produto podem ser melhoradas (essa organização molecular pode resultar em melhor digestibilidade do amido e propriedades tecnológicas).

Fibras Alimentares

As fibras alimentares do milho são compostas em grande parte por polissacarídeos das paredes celulares. Hamaker, Tuncil e Shen (2019) identificam entre os componentes mais importantes o arabinoxilano, a celulose e pequenas quantidades de β -glucano. Ao contrário do amido, eles não formam a principal reserva de energia do endosperma, mas atuam como base para as paredes celulares. Ainda segundo os autores, a fibra alimentar do milho inclui

polissacarídeos não amiláceos e amidos que não podem ser assimilados no intestino delgado. A maior parte do amido é usada como fonte de glicose e energia, mas os polissacarídeos das paredes celulares e o amido resistente podem chegar ao cólon, onde parte deles pode ser fermentada pela microbiota intestinal.

Proteínas e Zeínas

As proteínas representam cerca de 6% a 12% da massa seca do grão. Belitz, Grosch e Schieberle (2009) explicam que a quantidade e a composição das proteínas dos cereais variam conforme fatores como material genético e condições de cultivo. As zeínas formam a principal proteína de armazenamento do milho, sendo encontradas principalmente no endosperma. Ifie et al. (2026) ligam o alto envolvimento dessas proteínas à baixa qualidade nutricional do milho, pois as zeínas têm baixos níveis de lisina e triptofano. Como os aminoácidos são essenciais e não podem ser sintetizados pelo corpo humano em quantidades suficientes, os mesmos devem ser obtidos através da dieta.

Lipídios

Os lipídios constituem cerca de 3% a 6% do grão em variedades convencionais, principalmente no gérmen. Essa localização permite que a parte oleosa seja separada durante a moagem e, assim, leva a uma redução de gordura e maior durabilidade dos produtos degermados (Ifie et al., 2026). O óleo de milho é composto principalmente por ácidos graxos insaturados, com predomínio dos ácidos linoleico e oleico. Essa composição influencia suas propriedades alimentares e sua estabilidade. A exposição ao oxigênio, à luz e ao calor pode favorecer reações de oxidação, responsáveis por mudanças no aroma, no sabor e na qualidade do produto (Ifie et al., 2026). Como cada processo concentra ou remove certos componentes do grão, o milho integral, farinha, amido e óleo apresentam diferentes características químicas e nutricionais.

Vitaminas e Minerais

O milho também contém vitaminas do complexo B, como tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina e folato, além das vitaminas E e K. Entre elas, a niacina merece atenção, pois parte desse nutriente encontra-se na forma de niacitina, um complexo ligado a carboidratos e proteínas que reduz sua biodisponibilidade para o organismo humano.

A nixtamalização pode mudar essa condição nutricional. Ifie et al. (2026) descrevem o processo como cozinhar o milho em uma solução alcalina e depois deixá-lo em repouso.

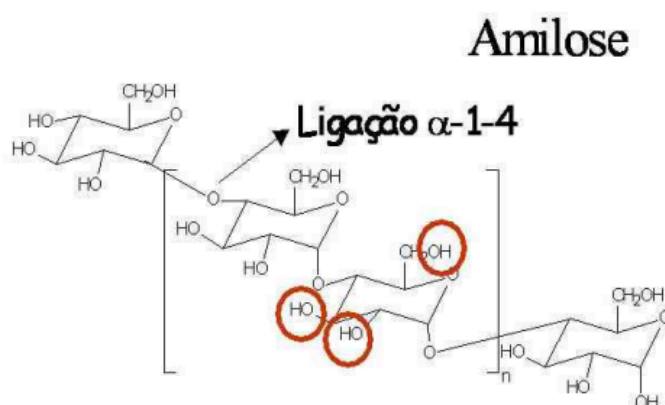
Este tratamento é mais favorável para liberar a niacina anteriormente ligada, aumentando sua biodisponibilidade.

Além disso, a adição de cálcio aumenta a quantidade deste mineral no alimento e mostra como o processamento altera a composição e a utilização dos nutrientes em alimentos à base de milho. Entre os minerais presentes no milho estão magnésio, fósforo, potássio, ferro, zinco e cálcio. Os valores dependem significativamente da variedade de milho, umidade e da parte do grão que foi preservada. Uma grande quantidade de fósforo está presa com fitato. Os humanos têm pouca capacidade de hidrolisá-lo, então parte desse fósforo tem baixa biodisponibilidade (Ifie et al., 2026). O fitato também pode formar complexos pouco solúveis com íons minerais como ferro e zinco, causando a redução de sua absorção intestinal.

2.4 O AMIDO COMO PRINCIPAL COMPONENTE DO MILHO

Como mencionado anteriormente, o amido é composto principalmente por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina (Ifie et al., 2026). Na figura 3, a amilose é representada por uma cadeia principalmente linear na qual as unidades de glicose estão principalmente ligadas por ligações glicosídicas α -(1 $\rightarrow$ 4).

Figura 3 - Representação da estrutura química da amilose

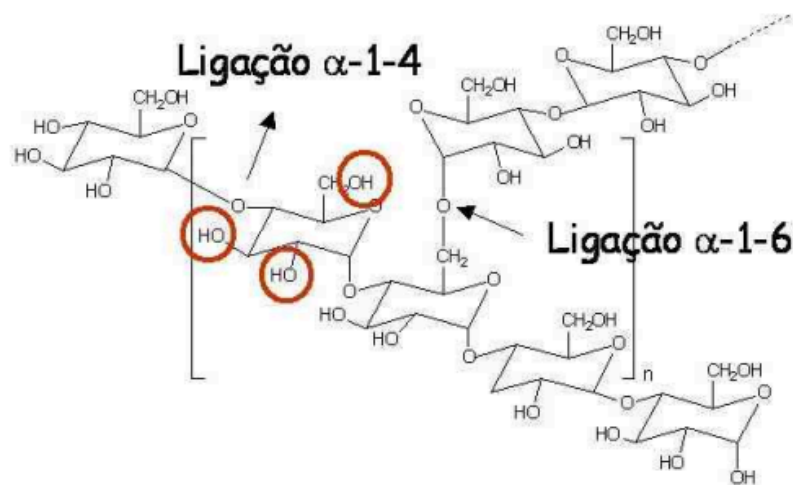


Fonte: Corradini et al., 2007.

Na figura 4, vemos a estrutura da amilopectina, que exibe o mesmo tipo de ligação ao longo de suas cadeias, no entanto possui diversos pontos de ramificação estabelecidos por ligações α -(1 $\rightarrow$ 6).

Figura 4-Representação da estrutura química da amilopectina

Amilopectina



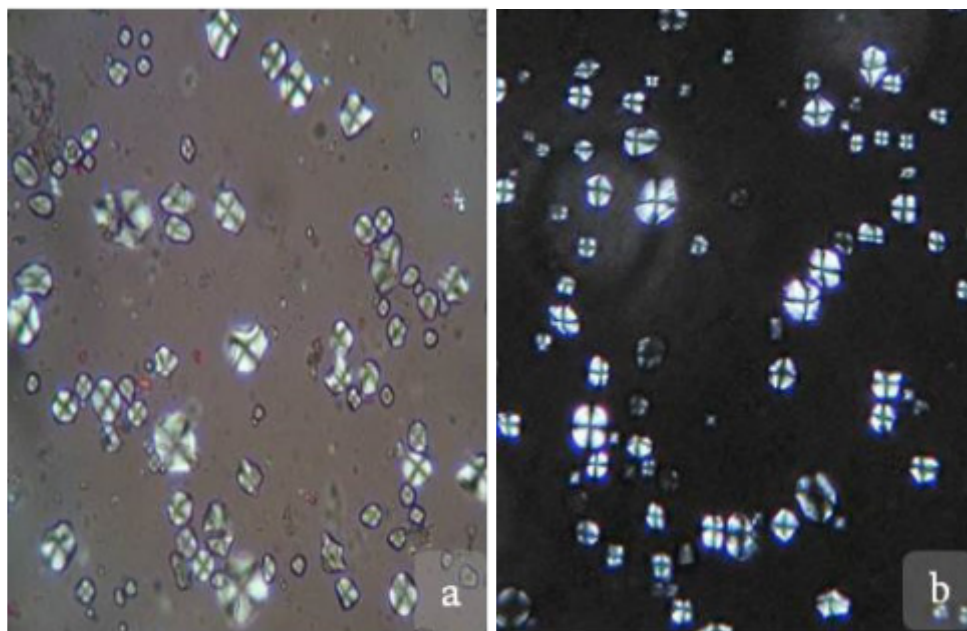
Fonte: Corradini et al., 2007.

A amilose é frequentemente considerada a parte linear do amido, mas Bertoft (2017) esclarece que algumas de suas moléculas têm um pequeno número de ramificações. Suas cadeias são muito mais longas do que as da amilopectina e podem conter centenas ou milhares de unidades de glicose. Dependendo do meio, elas podem assumir a forma de uma estrutura expandida ou helicoidal, o que limita sua interação com água, lipídios e outras moléculas. O amido é armazenado nas células vegetais na forma de grânulos organizados.

Bertoft (2017, p. 2-3) descreve esses grânulos como materiais semicristalinos com regiões cristalinas e amorfas (menos ordem molecular) distribuídas em lamelas alternadas. Além das lamelas, Bertoft (2017) também identificou camadas de crescimento e pequenos canais (que conectam a superfície às regiões internas e podem permitir a entrada de água, enzimas e outras substâncias) da superfície ao interior dos grânulos de cereais.

Quando o grânulo é observado sob luz polarizada, aparece a chamada cruz de Malta, um desenho luminoso em forma de cruz. Esse efeito é chamado de birrefringência e acontece porque as moléculas estão organizadas em direção ao centro e à superfície do grânulo. Essa descrição é consistente com as observações microscópicas de Soares et al. (2017), que examinaram os amidos de amostras de milho convencional e transgênico, a cruz foi encontrada em todas as amostras. Eles encontraram birrefringência em ambos os grupos, como mostrado na figura 5.

Figura 5 - Grânulos de amido de milho convencional sob aumento de 40x e grânulos de amido de milho transgênico sob aumento de 40x, ambos evidenciando a cruz de polarização quando vistos sob luz polarizada.



Fonte: Soares et al. (2017)

A gelatinização do amido ocorre quando os grânulos de amido são aquecidos com água. Donmez et al. (2021) explicam que a água penetra no grânulo e altera a interação das cadeias, sendo que o mesmo não é observado no amido seco. O processo é intensificado e dependente da temperatura na água limitada, pois sua disponibilidade restringe a hidratação.

Além da água e da temperatura, a matriz alimentar influencia a gelatinização. Donmez et al. (2021) sugerem que açúcares, sais, proteínas, lipídios e polissacarídeos não amiláceos podem competir por água, reduzir sua mobilidade ou interagir diretamente com as cadeias de amido. Portanto, o amido purificado em excesso de água não replica totalmente o que acontece em farinhas, massas e preparações culinárias complexas.

2.5 CIÊNCIA E SABERES CULINÁRIOS: NIXTAMALIZAÇÃO DO MILHO

A compreensão sobre a estrutura e o comportamento dos alimentos pode ser obtida a partir de diferentes tipos de conhecimento. Diez-Garcia e Castro (2011) descrevem a gastronomia como um campo em que a ciência, o conhecimento popular e as experiências desenvolvidas na prática cultural desempenham um papel.

O conhecimento culinário é formado a partir da observação, repetição e transmissão (de geração em geração), e a ciência organiza essas experiências por meio de métodos, conceitos e explicações sistematizadas. Essas formas de conhecimento estão relacionadas na preparação de alimentos e servem para interpretar os mesmos fenômenos de maneiras diferentes. Antes da explicação científica dos alimentos, muitas técnicas culinárias foram

desenvolvidas, como o controle do fogo, o uso de ingredientes, técnicas de fermentação e preservação, por comunidades a partir de experiências.

Os relatos das práticas alimentares também são úteis para entender como os alimentos foram incorporados às dietas das sociedades passadas. Kennett et al. (2020) examinaram 52 esqueletos humanos datados por radiocarbono de dois abrigos rochosos nas Montanhas Maia, Belize, onde alguns dos estudos indicaram que o milho era consumido há cerca de 4.700 anos. As pessoas usavam cerca de 30% de milho em sua dieta entre 4.700 e 4.000 anos atrás. Após 4.000 anos, os dados nos disseram que se tornou cerca de 70% da dieta naquela região. Mas o milho não entrou na dieta de qualquer maneira, ele foi selecionado para ser usado de várias formas. Foi a partir da observação, repetição e transmissão social que técnicas tradicionais foram desenvolvidas.

A relação entre alimento, processos químicos, propriedades nutricionais e cultura é encontrada por meio da nixtamalização, uma técnica ancestral de transformação do milho. A origem do nome ajuda a mostrar a relação entre o processo e a sociedade mesoamericana. Bradley (2019) associa a palavra nixtamalização à palavra *nixtamalli* (nixtamal) na língua náuatle usada para se referir ao milho tratado em meio alcalino. Tradicionalmente, os grãos eram cozidos e deixados para descansar em uma solução derivada de cinzas ou materiais ricos em cálcio, depois lavados para remover a camada externa e moídos. Foi essa matéria-prima que serviu de base para tortilhas e tamales.

No procedimento padrão de nixtamalização, o agente alcalino é hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , conhecido como cal hidratada. No entanto, cinzas de madeira ou conchas também foram usadas. Santiago-Ramos et al. (2018) descrevem o objetivo original da nixtamalização como o amolecimento do pericarpo e do endosperma para permitir a moagem. A ação da temperatura, água e do agente alcalino ao mesmo tempo altera as camadas externas e internas dos grãos, e portanto as propriedades mecânicas dos tecidos e assim a massa, que é diferente daquela da moagem do milho seco.

Do ponto de vista físico-químico, o efeito do tratamento termoalcalino começa nas camadas externas do grão. Santiago-Ramos et al. (2018) sugerem que quando o hidróxido de cálcio está presente, o aumento do pH é favorável para uma solubilização das estruturas (pectinas, lipídios e pequenas frações de amido), bem como a hidrólise e solubilização das partes estruturais do pericarpo (hemiceluloses). O meio alcalino quebra algumas ligações ésteres na matriz da parede celular que afetam as propriedades de superfície e a camada cerosa, levando à formação de microporos.

Portanto, o pericarpo é mais hidratado e menos aderido às outras estruturas do grão e pode ser quebrado enquanto lavado. Água e cálcio também podem ser incorporados ao grão durante o cozimento e maceração, mas isso nem sempre ocorre. Santiago-Ramos et al. (2018) observaram que no início deste processo o cálcio é depositado principalmente nas camadas externas do pericarpo. À medida que o tratamento alcalino modifica essa estrutura e leva a microporos, água e íons de cálcio começam a alcançar as partes externas do endosperma por difusão, acumulação e percolação. O aquecimento promove inchaço dos grânulos de amido e mudanças na matriz proteica.

Como a transferência de calor começa na superfície, Santiago-Ramos et al. (2018) mostram que a gelatinização é mais intensa nas camadas externas do endosperma e permanece apenas parcialmente gelatinizada no interior. A lavagem reduz a alcalinidade residual e remove partes destacadas do pericarpo, mas também afeta o pH, a retenção de cálcio e a qualidade final do nixtamal.

A nixtamalização tradicional requer conhecimento prático para saber o ponto de cozimento correto. Palacios-Pola et al. (2022) descobriram em seu estudo, que as mulheres das comunidades estudadas, avaliam a dureza, consistência e desprendimento do pericarpo para decidir quando retirar o milho do fogo. Os critérios sensoriais eram, até certo ponto, controle do processo e não requeriam instrumentos de laboratório para medir temperatura, umidade ou pH.

Palacios-Pola et al. (2022) também abordaram a transmissão desse conhecimento. As participantes relataram que aprenderam a nixtamalizar principalmente pela observação de familiares durante as atividades domésticas, e não por instruções formalizadas ou por uma etapa específica de ensino. A aprendizagem ocorria pela convivência com o preparo diário, pela repetição das operações e pelo desenvolvimento da capacidade de reconhecer a consistência adequada do grão.

No contexto analisado, Palacios-Pola et al. (2022) identificaram ainda uma dimensão de gênero. A produção doméstica de nixtamal, tortillas e tostadas era realizada pelas mulheres, enquanto a operação de equipamentos automáticos em espaços industriais urbanos podia ser assumida por homens. Os autores mostram que a transformação tecnológica não apenas muda os utensílios ou a escala de produção, mas também pode reorganizar quem controla o processo e quais tipos de conhecimento têm reconhecimento econômico e social.

Além das implicações sociais, a nixtamalização tem também um significado nutricional, especialmente para as pessoas cuja dieta é fortemente baseada no milho. O milho foi introduzido e se espalhou pela Europa nos séculos XVI e XVII, mas os métodos de

tratamento alcalino desenvolvidos na Mesoamérica não acompanharam sua incorporação na dieta europeia.

Nos lugares onde o cereal constituía a base das dietas das pessoas pobres, a baixa disponibilidade da niacina contribuiu para a ocorrência da pelagra. Maria e Moreira (2011) explicam que essa doença está associada à deficiência de niacina e pode ser agravada pela baixa ingestão de triptofano, uma vez que parte desse aminoácido pode ser convertida em niacina pelo organismo. Nesse contexto, a nixtamalização é cultural, tecnológica e também nutricional, já que o tratamento alcalino é usado para aumentar a disponibilidade de niacina no milho e, assim, reduzir o risco de deficiência em dietas que dependem muito desse cereal.

Além da disponibilidade de niacina, as mudanças na nixtamalização também afetam a textura e o comportamento culinário do milho. Tais mudanças permitem que o nixtamal seja usado em vários pratos. Embora a tortilla seja o produto mais associado à massa nixtamalizada, Palacios-Pola et al. (2022) também mencionam tostadas, tamales, atole, pozol e outros alimentos. A possibilidade de ajustar o tempo de cozimento, maceração e moagem permite que a mesma técnica seja usada para fazer bebidas, massas, alimentos cozidos no vapor, produtos assados ou tostados.

Desta forma, a nixtamalização pode ser entendida como uma fusão do conhecimento culinário, das mudanças físico-químicas do milho, da alimentação e da cultura. Esta tecnologia tem estado na sociedade mesoamericana por milênios e ainda é usada na produção de alimentos hoje. Desenvolvida pela observação, pela prática e pela transmissão entre gerações, a técnica facilitou o processamento do grão, ampliando suas possibilidades culinárias e nutricionais. A presença da nixtamalização tanto no preparo doméstico quanto na produção industrial mostra que o conhecimento tradicional e a ciência podem contribuir juntos para compreensão das práticas culinárias e culturais.

CAPÍTULO 3

3.1 FUNDAMENTOS LEGAIS E PEDAGÓGICOS PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

Os processos de gelatinização e nixtamalização, associados a práticas culinárias tradicionais, revelam-se como exemplos concretos da aplicação de conceitos químicos em contextos socioculturais historicamente construídos. Nesse sentido, esses processos podem assumir um potencial didático, tornando-se de grande importância integrar esses temas no ambiente educacional. Ao trazer para a sala de aula o conteúdo científico que permeia o cotidiano, busca-se despertar o interesse do aluno e diminuir a percepção de que a ciência é

um corpo de conhecimentos abstrato e distante, sem aplicações práticas (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

A proposta de integrar a química associada à culinária, exemplificada pela gelatinização e nixtamalização, ao currículo do ensino médio está alinhada às tendências e diretrizes da educação científica contemporânea no Brasil. A necessidade de tornar o ensino de Química mais significativo e relevante para a vida do estudante é um consenso na literatura educacional e nos documentos oficiais relacionados a educação.

Autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem uma abordagem contextualizada no ensino de ciências, argumentando que o conhecimento não deve ser transmitido de forma neutra e desvinculada da realidade. Para eles, a contextualização e a proposição de conteúdo em situações do cotidiano e em problemas reais, permite ao aluno atribuir sentido ao que aprende, promovendo uma aprendizagem mais efetiva e duradoura. Essa perspectiva é reforçada por Chassot (2003), que cunha o conceito de Alfabetização Científica como a capacidade de compreender e intervir no mundo, pressupondo que o cidadão esteja apto a decodificar a linguagem científica e a utilizá-la para tomar decisões. A química dos alimentos, e particularmente a nixtamalização e a gelatinização, oferece uma área rica para essa alfabetização, pois permite discutir desde a transformação da matéria até questões de saúde pública e desenvolvimento histórico-social.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, embora anteriores à BNCC, já preconizavam a importância de relacionar os conteúdos de Química com o cotidiano dos alunos. Eles sugerem explicitamente que o ensino de Química deve possibilitar “a compreensão dos processos químicos em si e a construção de um conhecimento químico em estreita ligação com o meio cultural e natural, em todas as suas dimensões, com implicações ambientais, sociais, econômicas, ético-políticas, científicas e tecnológicas” (Brasil, 2000, p. 105).

Mais especificamente, indicam que “utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência” (Brasil, 2000). É nesse sentido que os PCN de Química, em particular, ressaltam que “é fundamental que o ensino de Química possa ir além da memorização de informações e da simples reprodução de procedimentos, contribuindo para que o aluno construa uma compreensão mais elaborada dos fenômenos naturais e tecnológicos que o cercam” (Brasil, 2000), buscando a compreensão de conceitos e a aplicação em situações do dia a dia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio (Brasil, 2018) aprofunda essa visão de forma ainda mais estruturada. Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC estabelece que o ensino deve promover o desenvolvimento de competências e habilidades que propicie aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e o aprofundamento de conceitos que lhes permitam analisar e interpretar fenômenos naturais e processos tecnológicos, bem como aplicar conhecimentos para compreender e intervir na realidade social e ambiental (Brasil, 2018). A contextualização é um dos princípios pedagógicos-chave, pautando a construção de conhecimentos a partir de situações da vida cotidiana, fenômenos naturais e sociais (Brasil, 2018).

Além disso, a BNCC valoriza a interdisciplinaridade, incentivando a articulação entre os diferentes componentes curriculares (Brasil, 2018), o que é essencial para abordar temas como a nixtamalização, que podem se conectar com Química, Biologia, História e com Conhecimentos Culturais. Essa integração encoraja a formação de um estudante que perceba a ciência não como um conjunto de disciplinas isoladas, mas como uma forma de compreender a complexidade presente no dia a dia.

Dados do Censo Escolar de 2023 revelam que uma parcela significativa dos estudantes do ensino médio público enfrentam desafios como a evasão e a falta de engajamento (INEP, 2023). Um ensino que se distancia da realidade do aluno e que não demonstra a aplicabilidade dos conceitos contribui para essa desmotivação.

Nesse cenário, propostas pedagógicas que utilizam temas do cotidiano, como a culinária, podem ser estratégias eficazes para aumentar o interesse e a participação. A culinária, sendo uma parte vital da cultura e da vida familiar dos estudantes, oferece um ponto de partida familiar e relevante para a introdução de conceitos químicos.

Além disso, a proposta dialoga com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que busca formar cidadãos capazes de analisar as relações entre a ciência, a tecnologia e seus impactos na sociedade (Santos & Schnetzler, 1996). A discussão sobre a pelagra e a contribuição da nixtamalização para a saúde de populações antigas é um exemplo de como a química impacta diretamente a sociedade, evidenciando que a ciência não é neutra e tem implicações éticas e sociais.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei n.º 9.394/96), em seu artigo 35, estabelece que o ensino médio deve “aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos”, e “preparar para o trabalho e a cidadania” (Brasil, 1996). Desse modo, percebe-se como a contextualização da química através da culinária contribui diretamente para essa formação cidadã, ao mostrar

como o conhecimento científico pode auxiliar em problemas práticos e impactar a vida das pessoas.

Desta forma, o milho tem potencial para ser trabalhado como um tema bastante rico na aproximação do ensino de Química na realidade dos estudantes. Além de fazer parte da alimentação cotidiana, ele também possui importância histórica, social e cultural. A partir dele, processos como a nixtamalização e a gelatinização do amido, permitem trabalhar conceitos químicos de forma concreta, relacionando transformações da matéria, ação da temperatura, interação entre substâncias e mudanças nas propriedades dos alimentos.

Essas técnicas também ajudam a estabelecer uma ligação entre o conhecimento científico e os saberes culinários construídos ao longo do tempo. Muitas práticas tradicionais envolvem observação, repetição e controle das etapas de preparo, mesmo que tenham sido desenvolvidas fora do ambiente científico. Ao levá-las para a sala de aula, torna-se possível discutir não apenas os fenômenos químicos envolvidos, mas também seus aspectos históricos, culturais e sociais.

Assim, o uso da culinária como forma de contextualização pode tornar o ensino de Química mais próximo e compreensível da realidade do estudante. No caso do milho, seus diferentes processos de preparo mostram que a ciência está presente em práticas comuns do dia a dia e em conhecimentos transmitidos entre gerações. Essa aproximação contribui para que os conteúdos químicos sejam estudados com mais sentido e relacionados às experiências dos próprios alunos.

3.2 ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS PLANOS DE AULA EXPERIMENTAIS

Com base na fundamentação teórica desenvolvida nos capítulos anteriores, foram elaborados três planos de aula destinados à abordagem contextualizada de conceitos químicos relacionados à composição e ao processamento do milho. As propostas são baseadas na produção de um filme à base de amido, separação e identificação de uma parte enriquecida com amido, e a simulação dos efeitos do tratamento alcalino utilizado na nixtamalização. Os planos foram elaborados para estudantes do ensino médio, em particular para o 3º ano, e foram enviados para avaliação de professores de química da Grande Florianópolis.

A elaboração dos planos considerou a possibilidade de aplicação das atividades em diferentes contextos escolares, incluindo instituições que não dispõem de laboratórios equipados. Por essa razão, foram considerados materiais de baixo custo, processos de execução simples e fenômenos que os alunos pudessem observar diretamente. O tempo para

as aulas, a necessidade de preparação de alguns materiais, medidas de segurança e adaptação à infraestrutura da escola e ao número de alunos por turma também foram considerados.

Os experimentos foram organizados como situações de investigação guiada. Assim, os procedimentos são acompanhados por questões problematizadoras, levantamento de hipóteses, observação sistemática, registro de dados, comparação entre amostras e elaboração de explicações fundamentadas nos conhecimentos químicos estudados.

A organização didática das atividades consiste em três momentos principais. O primeiro momento corresponde à problematização e à identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Nessa etapa, sugere-se que o professor apresente uma questão relacionada ao fenômeno que será investigado e estimule a formulação de previsões sobre os possíveis resultados. As hipóteses iniciais podem ser registradas individualmente ou discutidas em pequenos grupos, permitindo que o professor reconheça as concepções apresentadas pela turma antes da realização do experimento.

O segundo momento corresponde à realização da atividade experimental. Os estudantes devem ser organizados preferencialmente em grupos, de maneira que possam participar do preparo das amostras, da observação das transformações e do registro dos resultados. Durante essa etapa, cabe ao professor orientar os procedimentos, garantir o cumprimento das normas de segurança e formular perguntas que auxiliem os grupos a relacionar as evidências observadas aos conceitos químicos envolvidos.

O terceiro momento consiste na discussão e na sistematização dos resultados. Após o experimento, as observações dos grupos devem ser compartilhadas e comparadas, incluindo resultados diferentes ou inesperados. Se houver, as divergências devem ser analisadas considerando fatores como quantidades utilizadas, tempo de aquecimento, temperatura, homogeneidade das misturas, características da matéria-prima e condições de armazenamento. A partir dessa discussão, o professor pode retomar as hipóteses iniciais e promover a construção de explicações que articulem os níveis macroscópico e molecular das transformações estudadas.

Em termos de avaliação, os planos são estruturados com caráter processual e formativo. Portanto, a avaliação não se limita ao resultado esperado ao final do processo, mas sim a participação nas discussões, formulação de hipóteses, manuseio cuidadoso dos materiais, qualidade dos registros, interpretação das evidências e uso dos conceitos químicos no desenvolvimento das explicações serão considerados.

As atividades incluem conteúdo procedimental (medir, comparar, filtrar, decantar, registrar e interpretar resultados) e conduta responsável no trabalho experimental, em que os

estudantes são orientados a reconhecer os riscos associados ao aquecimento, à manipulação de soluções alcalinas e à utilização de reagentes de identificação, bem como a necessidade de destinar adequadamente os resíduos produzidos.

Por fim, embora os três planos possam ser aplicados separadamente, sua organização permite que sejam desenvolvidos como uma sequência didática, onde o filme bioplástico pode ser usado para estudar as transformações do amido durante o aquecimento, gelatinização e reorganização das cadeias poliméricas durante a secagem. A separação e identificação do amido ajuda a reconhecer o amido como um dos principais componentes do endosperma do milho. O tratamento alcalino, por sua vez, amplia a abordagem ao relacionar pH, basicidade, estrutura do grão, transformações físico-químicas, bem como a práticas alimentares tradicionais.

Produção de filme à base de amido de milho

O primeiro plano de aula (apêndice I) propõe fazer um filme a partir do amido de milho, com a intenção de trabalhar polímeros naturais, gelatinização do amido, interações intermoleculares e materiais biodegradáveis. A atividade foi organizada para permitir que os alunos acompanhem as mudanças e construam explicações sobre o que observam, relacionando as partes visíveis do experimento com as teorias químicas apresentadas em aula.

A proposta se inicia a partir de uma conversa sobre a presença da Química no cotidiano, principalmente nas situações relacionadas ao preparo dos alimentos. Nesse momento, as perguntas sugeridas no plano ajudam a entender o que os estudantes já sabem sobre o tema e a identificar como eles compreendem as transformações provocadas pelo cozimento. Questões como “onde percebemos transformações químicas no preparo dos alimentos?” ou “por que cozinhar pode modificar textura, sabor e valor nutricional dos alimentos?” podem orientar a discussão inicial e aproximar o conteúdo das experiências da turma.

Esta etapa também permite introduzir a importância histórica e cultural do milho e o conhecimento que foi aprendido por diferentes povos e repassado através de gerações. O objetivo é primeiro apresentar aos alunos um ponto de partida que se aproxime da realidade deles, antes de apresentar os conceitos específicos relacionados ao amido e aos polímeros.

Na etapa de organização do conhecimento, o professor apresenta o amido como um polímero natural formado por unidades de glicose. Também são discutidas as diferenças estruturais entre a amilose e a amilopectina, componentes que influenciam o comportamento do amido durante o aquecimento. A partir dessa explicação, os estudantes podem

compreender que os polímeros estão presentes em uma grande parte dos materiais utilizados do dia a dia, bem como associado a constituição dos alimentos.

Durante o experimento, a mistura de amido e água é aquecida sob agitação. Ao longo desse processo, podem ser observadas mudanças na viscosidade, na textura e na aparência do sistema. A mistura inicialmente esbranquiçada e opaca se torna mais espessa e translúcida, formando um gel.

Quando o amido é aquecido na presença de água, ela penetra em seus grânulos e modifica as interações entre as cadeias poliméricas, favorecendo a hidratação e o inchamento do grão, e o aumento da mobilidade molecular. Com o avanço do aquecimento, ocorre a perda parcial da organização interna dos grânulos, acompanhada por alterações nas propriedades do sistema, como o aumento da viscosidade. Esse conjunto de transformações caracteriza o processo de gelatinização do amido (Donmez et al., 2021).

O glicerol atua como plastificante na formação do filme, interferindo nas interações entre as cadeias do amido e contribuindo para que o material fique mais flexível (Jiménez et al., 2012). A presença desse componente permite discutir como a composição de uma mistura influencia as propriedades do produto obtido. Caso fossem utilizadas quantidades diferentes de glicerol, por exemplo, o filme poderia apresentar mudanças em sua flexibilidade, resistência ou textura.

O vinagre é outro participante da mistura, e contribui para o processo de formação do material. Sua presença pode ser discutida de acordo com o nível de aprofundamento esperado para a turma, relacionando o meio ácido ao comportamento das cadeias do amido durante os processos de aquecimento e a secagem.

Após a formação do gel, deve-se espalhar o material sobre uma superfície lisa, onde permanecerá em repouso até a evaporação da água. Como esse processo pode levar de vinte e quatro a setenta e duas horas, o plano prevê que o professor leve para a aula uma amostra previamente preparada, adaptando a atividade com o tempo escolar, de modo a permitir que os estudantes analisem as propriedades do filme já seco.

A partir do material produzido, os estudantes podem observar a flexibilidade, a transparência, a espessura, a textura e a resistência do filme. A análise dessas características ajuda a estabelecer relações entre a estrutura molecular do amido, a presença do glicerol e a organização das cadeias durante a secagem.

Após a análise do material, a discussão é ampliada para a questão dos plásticos convencionais e dos materiais biodegradáveis. Os estudantes podem comparar o filme

produzido com embalagens e objetos plásticos presentes em seu cotidiano, considerando aspectos como resistência, durabilidade, matéria-prima, descarte e impacto ambiental.

Nesse momento, é importante discutir as possibilidades de uso do bioplástico e as dificuldades relacionadas à sua aplicação em larga escala. O filme de amido pode apresentar vantagens por ser produzido a partir de uma fonte renovável e por ter maior facilidade de degradação em determinadas condições. Ao mesmo tempo, suas propriedades podem ser limitadas quando comparadas às de alguns plásticos sintéticos, principalmente em relação à resistência à umidade e à durabilidade.

A avaliação de aprendizagem ocorre ao longo de toda a aula. Na discussão inicial, o professor pode observar os conhecimentos prévios dos estudantes e as relações que estabelecem entre a Química e o cotidiano. Durante o experimento, podem ser avaliados o envolvimento dos grupos, o cuidado no manuseio dos materiais, a capacidade de formular hipóteses, o registro das observações e a utilização dos conceitos químicos nas explicações.

Separação e identificação de uma parte enriquecida em amido

O segundo plano de aula (apêndice II) propõe investigar a presença do amido no milho por meio de procedimentos de separação de misturas e de um teste de identificação com solução de iodo. Esta proposta vincula informações sobre biomoléculas, macromoléculas naturais, filtração, decantação, suspensões e identificação química de substâncias.

A atividade começa com uma discussão sobre a composição dos alimentos. O professor pode questionar os estudantes sobre como seria possível identificar as substâncias presentes em um alimento ou até mesmo por que determinados alimentos se tornam mais espessos quando são submetidos a alteração de temperatura, como o aquecimento. Essas perguntas ajudam a transmitir a ideia de que os alimentos são compostos por vários componentes que podem não ser visíveis. O milho, por exemplo, possui amido, proteínas, lipídios, fibras, água, vitaminas e sais minerais em sua composição.

Durante a atividade, o foco está no amido, principal responsável pela reserva de substâncias presentes no grão. Sua escolha possibilita trabalhar sua função biológica, sua estrutura química e sua importância na alimentação e na indústria.

Na organização do conhecimento, o amido é apresentado como um polissacarídeo formado por unidades de glicose. A amilose possui uma estrutura predominantemente linear, enquanto a amilopectina apresenta uma estrutura ramificada (Bertoft, 2017). Essas características ajudam a explicar o comportamento do amido em diferentes situações e sua interação com determinadas substâncias, neste caso, especificamente como o iodo.

A atividade experimental começa com a preparação de uma suspensão. Quando são utilizados grãos inteiros, a hidratação e a trituração favorecem a liberação dos componentes presentes no interior do grão. Vale ressaltar que o uso de fubá ou farinha de milho pode tornar o procedimento mais rápido e adequado ao tempo disponível para a aula.

A mistura formada apresenta uma aparência leitosa e contém partículas com diferentes tamanhos. A filtração é empregada na retenção de partículas maiores, enquanto o líquido que atravessa o filtro contém água, partes de amido disperso e outras substâncias provenientes do milho.

Essa etapa permite trabalhar a filtração como um método de separação de misturas heterogêneas, onde os estudantes podem observar o material que ficou retido no filtro e comparar com o líquido filtrado. O professor pode perguntar por que algumas partículas atravessam a peneira enquanto outras permanecem retidas, relacionando o processo ao tamanho das partículas e características do material.

Durante o repouso, parte dos grânulos sedimenta progressivamente, formando uma parte enriquecida em amido. O sobrenadante ainda pode conter açúcares, sais, proteínas, partículas finas e pequenas quantidades de amido que não sedimentaram nas condições utilizadas.

Após a retirada do sobrenadante, o sedimento pode ser lavado com água e novamente submetido ao repouso. Essa etapa contribui na diminuição de alguns constituintes solúveis, sem ter relação direta com uma etapa de purificação do amido, bem como pode ser discutido que o sedimento obtido não corresponde necessariamente ao amido puro.

A identificação pode ser realizada pela adição de uma solução diluída de iodo a uma pequena porção do sedimento. A formação de coloração azul-escura, azul-violeta ou próxima do negro está associada à interação das espécies de iodo com estruturas dos polissacarídeos, especialmente da amilose. A intensidade e a tonalidade observadas podem variar conforme a composição e a concentração da amostra (Pesek; Silaghi-Dumitrescu, 2024).

Quando houver disponibilidade, recomenda-se utilizar água como controle negativo e amido comercial como controle positivo. A comparação com amostras de comportamento conhecido permite discutir a função dos controles experimentais e os limites das conclusões obtidas. O resultado positivo indica a presença de amido, mas não determina sua quantidade nem comprova a pureza do sedimento.

Na etapa de aplicação do conhecimento, o professor pode apresentar diferentes usos do amido. Na indústria de alimentos, ele é empregado como espessante e estabilizante. Na

indústria farmacêutica, pode fazer parte da composição de comprimidos e cápsulas. Também é utilizado na fabricação de papel, adesivos, produtos têxteis e materiais biodegradáveis.

A avaliação formativa pode ser realizada por meio de um relatório experimental. Nesse registro, os estudantes descrevem os procedimentos, organizam as observações, interpretam a formação do sedimento e explicam a mudança de cor provocada pelo iodo. O relatório permite avaliar se o estudante compreendeu a finalidade de cada etapa e se consegue utilizar os conceitos químicos para justificar os resultados.

Simulação dos efeitos do tratamento alcalino na nixtamalização do milho

O terceiro plano de aula (apêndice III) aborda o conceito de pH e os efeitos de um meio alcalino sobre o grão de milho. A atividade utiliza uma simulação didática da nixtamalização, técnica tradicional de processamento do milho desenvolvida por povos originários da Mesoamérica. A proposta relaciona conteúdos químicos a aspectos históricos, culturais, culinários e nutricionais.

No início da aula, será retomado com os estudantes que o milho possui uma trajetória ligada à formação de diferentes sociedades do continente americano. Poderá ser discutido que sua domesticação ocorreu ao longo de milhares de anos, por meio da seleção de plantas consideradas mais adequadas ao cultivo e à alimentação. Isso busca mostrar que o milho utilizado na atividade experimental resulta de um longo processo de interação entre seres humanos, plantas, ambientes e formas de produção de alimentos.

Também será debatido que, em diferentes sociedades mesoamericanas, o milho esteve presente nas práticas agrícolas, na alimentação, nas cerimônias e nas narrativas sobre a origem da humanidade. Essa discussão permite que os estudantes reconheçam o cereal como parte da identidade e da memória de diferentes povos americanos. A intenção, nesse momento, é situar culturalmente o alimento antes de iniciar a explicação sobre as transformações provocadas pelo tratamento alcalino.

No próximo momento, a problematização poderá começar com a observação de grãos de milho secos e cozidos. Os estudantes serão convidados a comparar características como tamanho, textura, aparência e facilidade de remoção da camada externa. A partir dessa observação, poderão ser levantadas perguntas como: “O que faz o milho amolecer durante o cozimento?”, “Por que a casca se desprende?” e “A adição de uma substância à água pode modificar o resultado?”.

Essas perguntas têm a função de relembrar os conhecimentos prévios da turma e direcionar a atenção para as características que serão acompanhadas durante o experimento.

Elas também preparam a introdução da nixtamalização, pois permitem partir de uma situação conhecida, o cozimento do milho, para apresentar uma forma de processamento que pode ser desconhecida por parte dos estudantes.

A discussão poderá incluir as formas de preparo do milho conhecidas pela turma. Alimentos como pamonha, polenta, canjica, curau, cuscuz, bolo de milho e pipoca podem ser citados pelos próprios estudantes. O professor poderá aproveitar essas contribuições para discutir como um mesmo ingrediente participa de preparações diferentes e recebe usos e significados específicos em cada região.

Em seguida, será explicado que a nixtamalização é uma técnica desenvolvida por povos da Mesoamérica. A origem do termo poderá ser abordada, relacionando com a palavra náuatle *nixtamalli*, empregada para designar o milho submetido ao tratamento alcalino. Será apresentado que, na forma tradicional, os grãos eram cozidos e deixados em repouso em uma solução alcalina obtida cinzas ou outros materiais disponíveis nas comunidades. Depois desse período, o milho era lavado e moído, produzindo uma massa utilizada em alimentos como tortillas e tamales.

A apresentação dessas etapas permitirá discutir a nixtamalização como uma tecnologia alimentar indígena. Os estudantes serão incentivados a observar que o desenvolvimento da técnica envolveu conhecimentos sobre os materiais, o tempo de cozimento, a quantidade de água, a consistência dos grãos e o momento adequado para interromper o aquecimento. Será discutido com os estudantes que esse conhecimento foi construído pela observação, pela repetição das etapas e pela transmissão entre gerações.

Essa retomada permite trabalhar diferentes formas de produção do conhecimento. O conhecimento culinário se desenvolve durante a prática e circula por meio da convivência, da observação e da realização das tarefas. O conhecimento científico utiliza métodos sistematizados, conceitos e instrumentos para estudar os fenômenos. No caso da nixtamalização, a Química oferece explicações para uma técnica que já era utilizada e aperfeiçoada pelas comunidades mesoamericanas.

Desta forma, a nixtamalização será apresentada como uma técnica desenvolvida por meio da observação e da experiência acumulada ao longo de gerações. Seu uso provoca mudanças na textura, na estrutura externa e nas propriedades culinárias do milho. A técnica também está relacionada ao aumento da disponibilidade de determinados nutrientes, especialmente a niacina.

Depois dessa contextualização, serão contextualizados os conhecimentos químicos necessários para a interpretação da atividade. Serão introduzidos os conceitos de ácido, base e

pH. O pH pode ser apresentado como uma medida que ajuda a caracterizar o meio em que uma substância se encontra. O hidróxido de cálcio, representado pela fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$, produz um meio alcalino quando entra em contato com a água. A medição do pH da solução permite que os estudantes obtenham uma evidência sobre seu caráter básico. Podem ser utilizadas tiras indicadoras ou um indicador natural, como o extrato de repolho roxo.

Após a medição inicial do pH, os grãos são colocados em contato com a solução alcalina e submetidos ao aquecimento. O experimento reproduz, em escala escolar, algumas etapas da nixtamalização. Os estudantes observarão os grãos antes do tratamento, acompanharão seu contato com a solução alcalina e compararão amostras preparadas em condições diferentes. Recomenda-se que o professor leve uma amostra previamente aquecida e deixada em repouso, pois o tempo disponível em aula pode não ser suficiente para que todas as mudanças se tornem evidentes.

A comparação poderá incluir milho cozido apenas em água, milho aquecido na solução alcalina e milho que permaneceu por mais tempo em contato com essa solução. Os grupos poderão observar a superfície dos grãos, comparar sua textura e verificar a facilidade de retirada do pericarpo. Durante essa etapa, o professor poderá perguntar qual amostra apresentou maior desprendimento da camada externa, como o tempo de contato interferiu no resultado e quais diferenças foram percebidas entre o milho preparado em água e aquele submetido ao meio alcalino. Essas perguntas orientam os registros e ajudam os estudantes a relacionar as condições do experimento às transformações observadas.

Na sistematização, será explicado que a água, o aquecimento e o meio alcalino atuam sobre as estruturas externas do grão. O meio alcalino favorece a modificação e a solubilização parcial de componentes estruturais do pericarpo, especialmente de parcelas de hemiceluloses e de materiais associados às paredes celulares. Essas transformações contribuem para o amolecimento e para o desprendimento das camadas externas. A entrada de água e o aquecimento também provocam o inchaço e a gelatinização parcial dos grânulos de amido, principalmente nas regiões mais externas do endosperma. A extensão dessas alterações depende de fatores como concentração de hidróxido de cálcio, temperatura, tempo de cocção e duração do repouso (Santiago-Ramos et al., 2018).

Essa etapa também permitirá retomar os critérios sensoriais empregados tradicionalmente durante a nixtamalização. A dureza, a consistência e a facilidade de retirada do pericarpo serão analisadas. Os estudantes poderão perceber que a observação e o tato fornecem informações importantes sobre o desenvolvimento do processo. A medição do pH

acrescenta outra forma de acompanhamento. Enquanto os critérios sensoriais indicam mudanças no grão, o indicador fornece informações sobre as condições do meio.

Depois do aquecimento e do repouso, os grãos serão lavados para retirar parte do pericarpo e da solução alcalina presente em sua superfície. O pH da água de lavagem poderá ser medido em diferentes momentos. Espera-se que a alcalinidade diminua à medida que as lavagens forem realizadas. A medição permite que os estudantes compreendam a função dessa etapa no processamento do milho.

Após a análise das mudanças no pericarpo e no pH, será discutida a influência da nixtamalização nas propriedades culinárias do milho. O tratamento facilita a moagem e favorece a produção de uma massa com características adequadas à elaboração de diferentes alimentos. A importância nutricional será retomada nesta etapa. Será discutido com os estudantes que parte da niacina presente no milho se encontra ligada a outros componentes do grão, o que dificulta seu aproveitamento pelo organismo, podendo causar a doença pelagra. O tratamento alcalino favorece sua liberação e aumenta sua disponibilidade. A utilização de hidróxido de cálcio também pode contribuir para a incorporação de cálcio ao alimento.

A avaliação poderá ser realizada por meio de uma atividade escrita individual ou em grupo. Os estudantes poderão explicar a nixtamalização considerando as condições químicas do processo, as mudanças observadas no grão e sua importância histórica e cultural. Também poderão relacionar os critérios tradicionais de acompanhamento do preparo às observações e medições realizadas durante o experimento.

Os critérios de avaliação deverão considerar a compreensão do conceito de pH, a interpretação dos efeitos do meio alcalino, a comparação entre as amostras e a utilização das evidências na construção das explicações. A participação na discussão histórica e a capacidade de reconhecer a nixtamalização como uma tecnologia alimentar indígena também poderão ser observadas.

3.3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE PEDAGÓGICA DOS PLANOS DE AULA

Caracterização da pesquisa

Esta etapa do trabalho consistiu em uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa e quantitativa. A dimensão aplicada decorre da elaboração de uma sequência didática destinada ao ensino de Química e de sua avaliação por docentes da Educação Básica. O caráter exploratório está relacionado à investigação das percepções dos professores sobre uma proposta ainda não aplicada em sala de aula, enquanto

o caráter descritivo corresponde à apresentação e à análise das avaliações realizadas pelos participantes.

A abordagem quantitativa foi empregada na organização e na descrição das respostas às questões objetivas do questionário. A abordagem qualitativa foi utilizada na interpretação das respostas discursivas, com o objetivo de compreender as justificativas, dificuldades, possibilidades de adaptação e sugestões apresentadas pelos professores. As duas abordagens foram empregadas de maneira complementar: os dados quantitativos permitiram identificar a distribuição das avaliações, enquanto os dados qualitativos contribuíram para compreender os argumentos associados a essas avaliações.

A pesquisa não teve como objetivo medir a aprendizagem dos estudantes nem avaliar os resultados da aplicação da sequência didática em sala de aula. Seu propósito foi analisar a viabilidade pedagógica dos planos com base na opinião de professores de Química. Dessa forma, os resultados dizem respeito às percepções dos docentes participantes sobre o material elaborado.

Participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa oito professores que atuavam no ensino de Química em instituições de Educação Básica da Grande Florianópolis. A seleção dos participantes ocorreu por conveniência, considerando a disponibilidade dos docentes e sua experiência profissional com o ensino de Química.

Parte dos professores foi contatada por meio de vínculos acadêmicos e profissionais estabelecidos no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal de Santa Catarina. Os demais foram convidados a partir da rede de contatos acadêmicos do pesquisador. Foram considerados elegíveis para participar professores com experiência no ensino de Química na Educação Básica e que aceitaram avaliar os três planos de aula apresentados.

A participação foi voluntária. Antes de responder ao questionário, os professores foram informados sobre a finalidade acadêmica da pesquisa e sobre a utilização das respostas na avaliação e no aperfeiçoamento da sequência didática. Para preservar sua identidade, os participantes foram identificados pelos códigos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, definidos conforme a ordem de registro das respostas no formulário.

Em razão do número reduzido de participantes e da forma de seleção adotada, os resultados não podem ser generalizados para o conjunto dos professores de Química da Grande Florianópolis. Eles representam as percepções do grupo consultado e foram utilizados

para identificar potencialidades, limitações e possibilidades de aprimoramento dos planos de aula.

Instrumento e procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário eletrônico elaborado na plataforma Google Forms. Antes de responderem ao instrumento, os participantes receberam os três planos de aula que compõem a sequência didática: produção de filme à base de amido de milho; separação e identificação de uma fração enriquecida em amido; e análise dos efeitos do tratamento alcalino relacionado à nixtamalização. A leitura prévia dos materiais foi necessária para que os professores pudessem avaliar sua pertinência pedagógica e suas condições de aplicação.

O questionário foi constituído por dez questões, das quais cinco eram objetivas e cinco eram abertas. As questões objetivas avaliaram os seguintes aspectos: contextualização dos conteúdos químicos; potencial de interesse e engajamento dos estudantes; acessibilidade dos materiais e reagentes; contribuição dos experimentos para a compreensão de conceitos químicos e articulação da proposta com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.

As cinco questões objetivas foram organizadas em uma escala do tipo Likert com cinco opções de resposta. O valor 1 correspondia a “discordo completamente”; o valor 2, a “discordo parcialmente”; o valor 3, a uma posição intermediária; o valor 4, a “concordo parcialmente”; e o valor 5, a “concordo plenamente”.

As questões abertas solicitaram aos professores que apresentassem os aspectos considerados mais relevantes na proposta, as dificuldades previstas para sua aplicação, as adaptações necessárias às condições das escolas, uma apreciação sobre o emprego da culinária e da Química dos Alimentos no ensino e sugestões para o aprimoramento da sequência didática. Uma reprodução integral do instrumento de coleta de dados encontra-se no Apêndice IV.

Organização e análise dos dados quantitativos

As respostas às questões objetivas foram submetidas a uma análise estatística descritiva. Para cada item, foram contabilizadas as frequências absolutas, correspondentes ao número de participantes que selecionou cada alternativa, e as frequências relativas, expressas em porcentagens.

Para auxiliar a interpretação, os valores 4 e 5 foram reunidos no campo da concordância, o valor 3 foi considerado uma posição intermediária e os valores 1 e 2 foram

reunidos no campo da discordância. Os resultados foram apresentados por meio de gráficos e acompanhados por uma descrição textual da distribuição das respostas.

Não foram realizados testes estatísticos inferenciais, pois a amostra foi constituída por apenas oito participantes, selecionados por conveniência, e não possuía caráter probabilístico. Assim, os percentuais foram utilizados exclusivamente para descrever as respostas do grupo consultado, sem pretensão de generalização.

Organização e análise dos dados qualitativos

Os participantes das questões abertas foram os mesmos oito professores que responderam às questões objetivas. O corpus da análise qualitativa foi constituído pelo conjunto das respostas escritas por esses docentes nas cinco questões discursivas do questionário.

A análise foi realizada por meio de um procedimento temático-categorial. Inicialmente, todas as respostas foram lidas integralmente, buscando-se uma compreensão geral dos posicionamentos apresentados. Em uma segunda leitura, foram identificadas unidades de sentido, entendidas como palavras, expressões ou trechos relacionados aos objetivos da pesquisa. Essas unidades foram comparadas e agrupadas por aproximação temática.

As categorias não foram definidas previamente, mas elaboradas a partir dos assuntos recorrentes nas respostas. Desse processo resultaram temas como contextualização e cotidiano; experimentação e participação dos estudantes; infraestrutura e disponibilidade de materiais; segurança; tempo e organização das aulas; sustentabilidade; valorização dos conhecimentos tradicionais; e articulação entre ciência, tecnologia, cultura e sociedade.

Após a organização das categorias, as respostas foram comparadas para identificar recorrências, divergências e contribuições particulares dos participantes. Alguns excertos foram selecionados para exemplificar os temas identificados. Esses trechos foram reproduzidos entre aspas e acompanhados do código correspondente ao participante, sem identificação nominal ou institucional.

A análise qualitativa não se baseou apenas na frequência com que determinado tema foi mencionado. Também foram consideradas contribuições apresentadas por um único participante quando elas indicavam limitações relevantes, questões de segurança ou possibilidades concretas de aprimoramento dos planos. Por fim, os resultados das questões abertas foram relacionados às respostas objetivas, permitindo comparar as pontuações atribuídas pelos docentes com as justificativas e sugestões apresentadas por eles.

Aspectos éticos e delimitações da avaliação

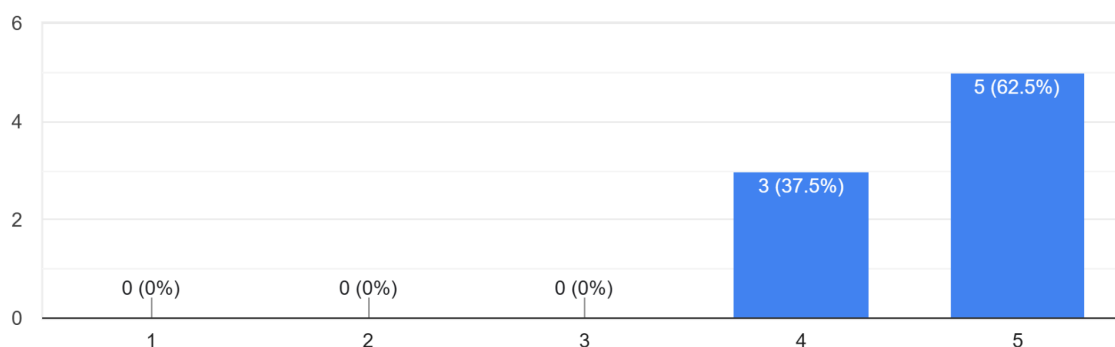
A participação dos professores foi voluntária, e as informações obtidas foram utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos. Na apresentação dos resultados, foram omitidos nomes, instituições de atuação e quaisquer outras informações que pudessem permitir a identificação dos participantes.

A avaliação realizada possui caráter de apreciação pedagógica. Como os planos não foram aplicados com estudantes, os dados não permitem afirmar que as atividades efetivamente aumentam o engajamento ou melhoram a aprendizagem. Eles permitem somente indicar que, na percepção dos professores consultados, as propostas apresentam potencial para favorecer esses aspectos. A aplicação da sequência em turmas da Educação Básica e a investigação de seus efeitos sobre a aprendizagem constituem possibilidades para estudos posteriores.

Análise e resultados das questões objetivas

A primeira questão buscou avaliar se a sequência didática apresenta os conteúdos de Química de maneira contextualizada e próxima da realidade dos estudantes. Cinco participantes marcaram a opção 5 e três marcaram a opção 4, conforme pode ser visto na figura 6. Portanto, todos concordaram que a proposta consegue relacionar os conhecimentos químicos com situações que fazem parte do cotidiano.

Figura 6 - A sequência didática apresenta conteúdos de Química de forma contextualizada e próxima da realidade dos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

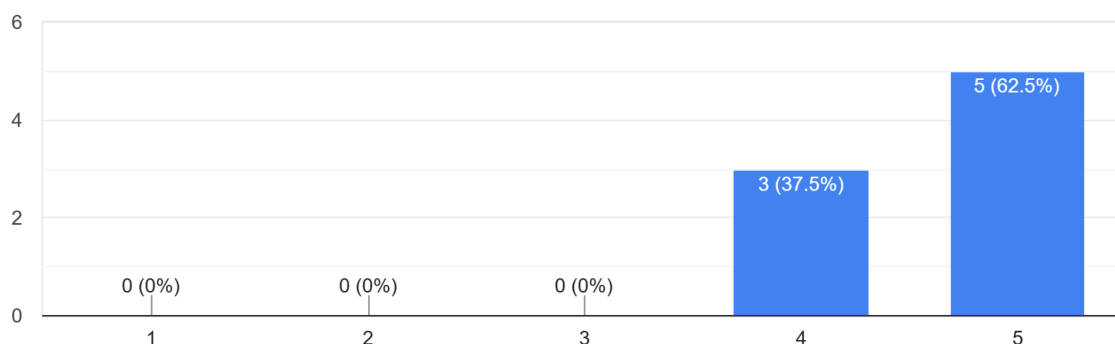
Esse resultado confirma uma das principais ideias na elaboração dos planos: utilizar a alimentação e o preparo dos alimentos como caminhos para tornar a Química mais compreensível. Em vez de apresentar conceitos como pH, polímeros, biomoléculas e transformações físico-químicas de forma isolada, as atividades partem de situações concretas,

como o cozimento do milho em meio alcalino, gelatinização do amido e a produção de um filme biodegradável.

Essa aproximação também apareceu nas respostas discursivas. P3 destacou “a ligação da química com o cotidiano”, enquanto P6 ressaltou o “diálogo direto com a realidade/cotidiano do estudante”. P1 afirmou que a proposta pode tornar a Química “um estudo mais real”. Essas falas mostram que a contextualização pode ser percebida como uma forma de chamar a atenção dos estudantes, ajudando-os a compreender onde a Química está presente e por que esse conhecimento pode ser importante.

A segunda questão avaliou o potencial dos experimentos para aumentar o interesse e o engajamento dos estudantes. Cinco professores atribuíram o valor 5 e três atribuíram o valor 4, resultando novamente em todas as respostas no campo da concordância, conforme Figura 7.

Figura 7 - Os experimentos propostos possuem potencial para aumentar o interesse e o engajamento dos alunos nas aulas de Química.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

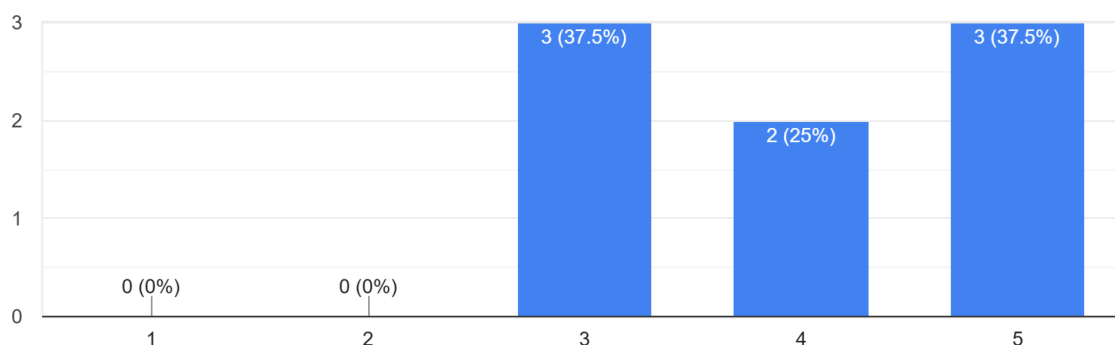
Os professores reconheceram que a experimentação, quando relacionada a situações próximas dos estudantes, pode despertar curiosidade e favorecer uma participação mais ativa. P1 utilizou justamente a expressão “provocar a curiosidade”, relacionando esse interesse à presença da Química nos alimentos. P7 também afirmou que a temática pode gerar “grande curiosidade, interesse e engajamento”, por tratar de algo fundamental à vida e presente no cotidiano.

Outro aspecto importante foi apontado por P8, que destacou a possibilidade de o aluno se tornar “protagonista das suas ações em sala de aula”. Essa participação pode ocorrer durante a participação na preparação das amostras, a formulação de hipóteses, o registro das mudanças observadas e a comparação dos resultados entre os grupos. O estudante deixa de ocupar apenas a posição de ouvinte e passa a participar da construção das explicações.

Entretanto, o engajamento não acontece automaticamente apenas porque existe um experimento. P5 chamou atenção para o risco de a atividade se transformar em uma prática de simplesmente “seguir o roteiro experimental”. Essa observação reforça a importância das perguntas problematizadoras previstas nos planos. O experimento precisa criar espaço para que os estudantes façam previsões, observem diferenças, discutam resultados e relacionem o que aconteceu aos conhecimentos químicos, sendo participantes ativos durante o experimento.

A terceira questão tratou da acessibilidade e da viabilidade dos materiais utilizados nos experimentos. Três participantes marcaram a opção 5, dois marcaram a opção 4 e três marcaram a opção 3. Embora não tenham ocorrido respostas de discordância, esse item apresentou maior dispersão e menor concordância quando comparado aos demais, como observado a partir da Figura 8.

Figura 8- Os materiais e reagentes utilizados nos experimentos são acessíveis e viáveis para aplicação em escolas de Ensino Médio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

O resultado indica que a viabilidade não depende apenas da simplicidade ou do custo dos materiais. Recursos como glicerol, hidróxido de cálcio de procedência adequada, tiras de pH, vidrarias e equipamentos de aquecimento podem não estar disponíveis em todas as instituições. Essa interpretação é reforçada pelas respostas abertas, nas quais os professores mencionaram limitações relacionadas à infraestrutura e à ausência de fontes de aquecimento nos respectivos ambientes escolares.

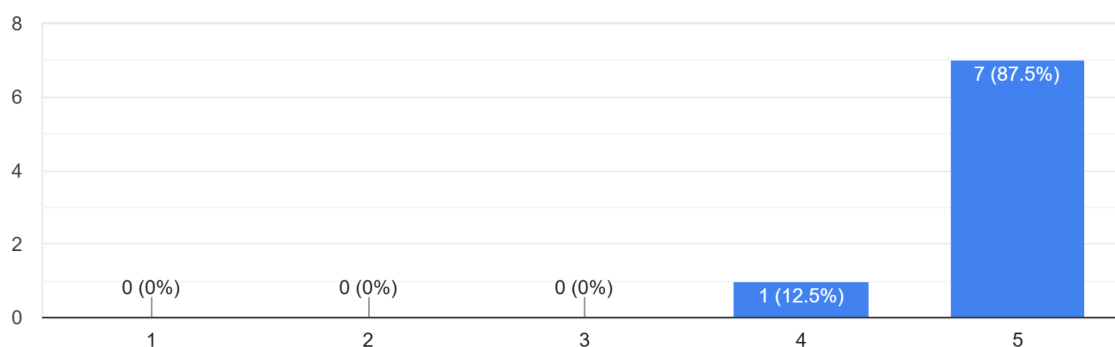
P2 observou que “há poucas escolas que possuem chapa para aquecimento” e que algumas instituições, mesmo tendo laboratório, não possuem vidrarias em quantidade suficiente. P5 afirmou que sua escola “não possui um laboratório adequado”, enquanto P7 relatou que o professor precisaria “providenciar por conta própria” parte dos materiais. P3 também mencionou a “falta de material” como uma dificuldade possível.

Essas respostas permitem ampliar a discussão para além da proposta didática. A falta de laboratórios, fontes de aquecimento, vidrarias e espaços apropriados revela uma realidade de pouca valorização das atividades experimentais nas escolas. Muitas vezes, espera-se que o professor desenvolva aulas práticas sem que existam condições mínimas para isso, ou ainda, que desenvolva aulas apenas no método tradicional dentro de sala de aula.

A escolha de materiais acessíveis é uma qualidade da proposta, pois aumenta suas possibilidades de adaptação. No entanto, essa flexibilidade não pode servir para naturalizar a falta de investimentos no ensino. Uma aula experimental não depende apenas do professor, mas também de infraestrutura, segurança, tempo de preparação e apoio da instituição.

A quarta questão avaliou se os experimentos favorecem a compreensão de conceitos como pH, polímeros, transformações físico-químicas e biomoléculas. Sete participantes marcaram a opção 5 e um marcou a opção 4. Foi o item com a avaliação mais positiva.

Figura 9 - Os experimentos apresentados favorecem a compreensão de conceitos químicos fundamentais, como pH, polímeros, transformações físico-químicas e biomoléculas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

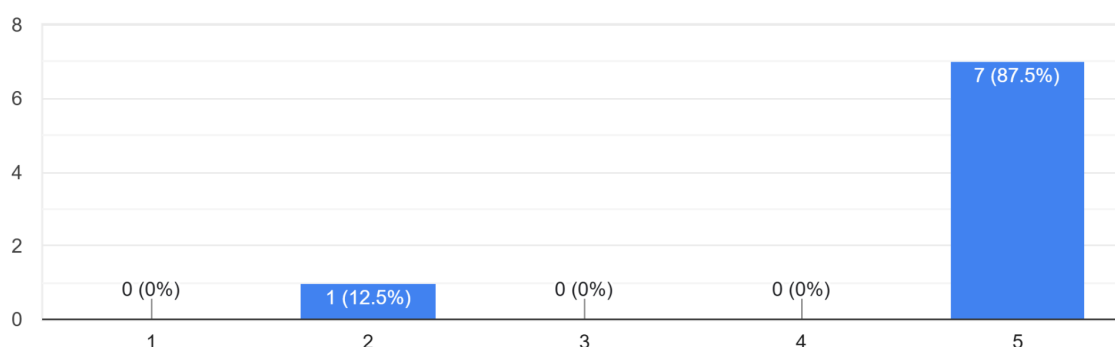
Esse resultado mostra que os professores reconheceram a relação entre os procedimentos experimentais e os conhecimentos químicos trabalhados. No primeiro plano, a produção do filme de amido possibilita discutir polímeros naturais, gelatinização, interação entre substâncias e influência do glicerol nas propriedades do material. No segundo, a separação do amido permite trabalhar misturas, filtração, decantação, sedimentação e identificação química. No terceiro, o tratamento alcalino do milho favorece discussões sobre pH, bases e transformações nas estruturas do grão.

O potencial de aprendizagem está justamente na possibilidade de observar mudanças e procurar explicações para elas. O aumento da viscosidade do amido, a formação de um sedimento, a alteração de cor provocada pelo iodo e o desprendimento da camada externa do milho são evidências visíveis que podem ajudar na compreensão de processos que, quando apresentados apenas de forma teórica, costumam parecer abstratos. P8 destacou a importância

da teoria e a prática “trabalharemos em conjunto”, pois o experimento não deve aparecer como uma atividade separada do conteúdo. Ele precisa ser utilizado para levantar questões, testar ideias e construir explicações.

A quinta questão avaliou o diálogo da sequência didática com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Sete participantes atribuíram a pontuação 5, enquanto um participante atribuiu a pontuação 2.

Figura 10 - Em sua avaliação, os planos de aula dialogam adequadamente com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), ao relacionar ciência, cultura, alimentação e cotidiano.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

A avaliação positiva da maioria pode ser relacionada à presença de temas como alimentação, cultura, sustentabilidade, saúde e conhecimentos tradicionais. Os planos não tratam os conteúdos químicos apenas como informações técnicas, mas procuram mostrar como esses conhecimentos estão relacionados a práticas sociais e a tecnologias desenvolvidas em diferentes períodos históricos.

P2 destacou a possibilidade de trabalhar diferentes culturas e afirmou que a alimentação demonstra a “identidade de um determinado povo”. P4 também valorizou o conhecimento tradicional, enquanto P5 ressaltou os aspectos “histórico-culturais” da proposta. Essas respostas mostram que a nixtamalização foi percebida como uma oportunidade de relacionar a Química às práticas alimentares e aos saberes desenvolvidos por povos mesoamericanos.

A pontuação atribuída por P7, porém, indica que essa relação pode ser aprofundada. O participante sugeriu a inclusão de questões sociais capazes de promover um “debate crítico sobre a realidade dos estudantes”. Também chamou atenção para o risco de abordar os povos originários de maneira muito geral, sem apresentar referências suficientes ou indicar grupos e contextos históricos específicos.

De modo geral, as perguntas objetivas apresentaram uma avaliação predominantemente favorável. A contextualização, o potencial de engajamento e a

contribuição para a compreensão dos conceitos químicos alcançaram 100% de respostas nos valores 4 e 5. A abordagem CTS foi reconhecida por 87,5% dos participantes, enquanto a acessibilidade dos materiais apresentou maior dispersão. Os dados sugerem, assim, o reconhecimento do potencial pedagógico das atividades e levantam questões sobre as condições disponíveis para a aplicação nas escolas.

Análise e resultados das questões discursivas

Na sexta questão, os participantes indicaram quais aspectos consideravam mais relevantes para o ensino de Química. As respostas se concentraram principalmente na contextualização, na experimentação, na sustentabilidade, na participação dos estudantes e na valorização dos conhecimentos culturais. P3 mencionou “a ligação da química com o cotidiano, a abordagem de sustentabilidade” e a realização de experimentos. P4 destacou “a experimentação em sala de aula”, a relação entre Química e alimentação e a valorização do conhecimento tradicional. P6 ressaltou novamente o diálogo com a realidade dos estudantes.

P8 chamou atenção para a participação ativa do aluno e para a união entre teoria e prática. Essa resposta está de acordo com a organização dos planos, que busca envolver os estudantes na formulação de hipóteses, na observação das mudanças e na interpretação dos resultados.

P5 considerou relevante “os aspectos de contextualização com aspectos histórico-culturais” e a utilização de processos relacionados à alimentação. Na avaliação do terceiro plano, P2 observou que o uso de diferentes culturas aproxima o conteúdo de “práticas que são realizadas em sociedade”, permitindo que os estudantes aprofundem temas que normalmente não se relacionam à sala de aula.

A sétima questão investigou as dificuldades que poderiam surgir durante a realização dos experimentos. As respostas se concentraram em quatro aspectos: infraestrutura, segurança, tempo e organização dos estudantes.

Em relação à infraestrutura, foram mencionadas a falta de laboratórios, vidrarias, reagentes e fontes de aquecimento. P2 explicou que o aquecimento pode se tornar inviável quando a escola não possui equipamentos e não autoriza a utilização da cozinha escolar. P5 também relatou dificuldades relacionadas à manipulação dos materiais e à fonte de calor.

A segurança foi destacada principalmente por P1 e por P4, que mencionou o risco ao manusear uma solução alcalina. Também é necessário considerar que o uso de equipamentos de proteção não resolve sozinho todos os problemas de segurança. A concentração das

soluções, a organização do espaço, o comportamento da turma, o tipo de recipiente utilizado e a supervisão durante o aquecimento são igualmente importantes.

O tempo foi outra dificuldade recorrente. P7 afirmou que os procedimentos podem ser demorados, e P8 lembrou que o tempo de aula é curto, sendo que parte dele utilizado na organização e no deslocamento dos estudantes.

A organização da turma foi mencionada por P3, que apontou dificuldades como o “controle dos alunos” e a participação desigual. Nesse caso, uma alternativa seria distribuir funções entre os integrantes dos grupos, como responsável pelo registro, pelos materiais, pelo controle do tempo e pela apresentação dos resultados. Essa divisão pode ampliar a participação e diminuir a concentração das tarefas em poucos estudantes.

A oitava questão solicitou sugestões para adaptar os experimentos às condições das instituições em que os professores atuavam. As respostas evidenciaram diferenças significativas entre as escolas. Enquanto dois participantes afirmaram que não seriam necessárias modificações, outros indicaram limitações relacionadas à ausência de laboratório, à disponibilidade de equipamentos e ao tempo destinado às aulas.

P5 sugeriu a utilização da cozinha da escola e afirmou que alguns equipamentos poderiam ser levados de casa. P2 também mencionou a necessidade de levar formas e outros materiais. Embora essas soluções demonstrem iniciativa e disposição dos professores, elas também mostram como a falta de estrutura pode fazer com que o docente assuma responsabilidades que deveriam ser garantidas pela instituição.

P3 sugeriu “complementar com vídeos” e utilizar materiais de mais fácil acesso. Os vídeos podem ser úteis quando determinada etapa não puder ser realizada, mas não precisam substituir completamente a experimentação. Podem ser utilizados para apresentar procedimentos, comparar resultados ou mostrar processos que exigem mais tempo e equipamentos.

P4 propôs realizar o experimento ao longo de aulas diferentes, permitindo que os estudantes acompanhem o resultado daquilo que produziram. Essa sugestão é especialmente adequada para o filme de amido e para os procedimentos que envolvem repouso ou sedimentação. Em vez de considerar o tempo de espera como um problema, ele pode se tornar parte da observação do processo.

P8 informou que sua escola possui os materiais necessários, mostrando que a proposta também pode ser aplicada integralmente em instituições mais equipadas. Por isso, os planos não precisam apresentar uma única forma de execução. Um material flexível, com

alternativas para diferentes realidades, pode atender tanto escolas com laboratório quanto instituições que utilizam espaços adaptados.

A nona questão apresentou uma avaliação amplamente favorável ao emprego da culinária e da química dos alimentos. Os participantes consideraram que essa abordagem aproxima os conteúdos da realidade dos estudantes e favorece a compreensão de conceitos que poderiam parecer abstratos quando trabalhados exclusivamente de maneira teórica.

P1 afirmou que as escolas deveriam trabalhar mais dessa forma, pois a abordagem torna a Química “um estudo mais real”. P3 explicou que, como todos têm contato com alimentos, torna-se mais fácil compreender conceitos que parecem abstratos quando apresentados apenas na teoria. P5 classificou a proposta como “enriquecedora e palpável”, destacando que muitas vezes não percebemos os conceitos e as tecnologias presentes em uma receita.

P7 também considerou a temática capaz de atrair interesse por estar relacionada a algo fundamental à vida. P8 destacou a possibilidade de discutir não apenas aditivos ou calorias, mas também o reaproveitamento do amido e a produção de um material com potencial biodegradável.

A alimentação também foi associada à identidade e à cultura. P2 afirmou: “A alimentação demonstra identidade de um determinado povo. Conhecer uma nova cultura inclui conhecer também sua culinária”. O uso da culinária possui assim a vantagem de aproximar os conhecimentos científicos dos saberes familiares e comunitários. Receitas e modos de preparo são transmitidos entre gerações e envolvem observação, controle do tempo, escolha de materiais e reconhecimento de mudanças. Essa abordagem pode contribuir para a formação cidadã quando os conhecimentos químicos são articulados às dimensões sociais e tecnológicas dos alimentos, conforme defendem Santos e Schnetzler (1996).

Na última questão, os participantes apresentaram sugestões para enriquecer a sequência didática. As contribuições envolveram segurança, organização do tempo, sustentabilidade, recursos visuais, referências históricas e aprofundamento das discussões sociais.

P2 sugeriu indicar claramente as turmas para as quais os planos são destinados, apresentar alternativas para etapas que não possam ser realizadas e reconsiderar o número de aulas. Desta forma, os planos de aula disponíveis já indicam que a proposta se adequa ao trabalho com a 3ª série do Ensino Médio.

P3 propôs ampliar a discussão sobre sustentabilidade, incluindo consumo consciente, reciclagem e impactos ambientais dos plásticos. P5 recomendou que os experimentos fossem utilizados de maneira mais investigativa, evitando que os estudantes apenas sigam instruções.

P7 apresentou as sugestões mais voltadas ao aprofundamento histórico e social, recomendando inserir mais referências, materiais sobre os povos originários e maior articulação com a educação para as relações étnico-raciais. Também sugeriu que fossem discutidas as tecnologias dominadas por esses povos há milhares de anos. Essas sugestões foram incorporadas nos planos de aula disponíveis nos apêndices.

P1 recomendou a obrigatoriedade de óculos de segurança, luvas e jaleco. Essa sugestão reforça a necessidade de inserir as orientações de segurança nas etapas em que os riscos efetivamente aparecem, especialmente durante o aquecimento e a manipulação de soluções ou mesmo do hidróxido de cálcio.

De maneira geral, as respostas mostram que a sequência didática possui potencial para aproximar os conteúdos químicos do cotidiano, estimular a participação dos estudantes e favorecer a compreensão de conceitos que muitas vezes são apresentados de forma abstrata. A relação com a culinária, a alimentação, a sustentabilidade e os conhecimentos tradicionais foi reconhecida como um ponto forte.

Ao mesmo tempo, os participantes lembraram que uma proposta didática não pode ser pensada separadamente das condições em que será aplicada. A falta de laboratórios, materiais, fontes de aquecimento e tempo adequado interfere diretamente nas possibilidades de experimentação. Essas dificuldades não são apenas obstáculos individuais dos professores, mas revelam problemas mais amplos relacionados ao espaço destinado ao ensino de Ciências nas escolas. Dessa forma, a avaliação dos professores reforçou o valor da sequência didática e, ao mesmo tempo, apontou caminhos concretos para torná-la mais segura, flexível e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática contextualizada para o ensino de Química, utilizando o milho e seus processos de transformação como ponto de partida para a aprendizagem. A pesquisa permitiu reunir aspectos históricos, culturais, botânicos, químicos e pedagógicos em torno de um alimento presente na formação das sociedades americanas e no cotidiano alimentar brasileiro.

Por meio da fundamentação teórica, observou-se que o milho pode ser compreendido como parte de um patrimônio biocultural, onde sua diversidade resulta das relações

estabelecidas entre comunidades, ambientes, práticas agrícolas e formas de preparo. O conhecimento sobre cultivo, a seleção de variedades e o preparo do grão foram transmitidos e modificados ao longo das gerações. A análise desses conhecimentos ajuda a resgatar o papel dos povos originários e das comunidades locais na criação de tecnologias alimentares que são utilizadas até hoje.

Os estudos sobre a composição do milho e o comportamento do amido foram fundamentais para a elaboração dos três planos de aula. A produção do filme à base de amido permite trabalhar polímeros naturais, gelatinização, interações intermoleculares, materiais biodegradáveis e sustentabilidade. A separação e identificação de uma parcela enriquecida em amido favorecem a abordagem de misturas, filtração, decantação, sedimentação e identificação química. O tratamento alcalino relacionado à nixtamalização possibilita discutir pH, bases, gelatinização parcial, disponibilidade de nutrientes e tecnologias alimentares desenvolvidas por povos mesoamericanos.

A avaliação realizada pelos professores de Química atuantes em instituições da Grande Florianópolis apresentou resultados favoráveis quanto à contextualização e ao potencial de engajamento das atividades. Todos os participantes concordaram que os planos aproximam os conteúdos químicos da realidade dos estudantes e podem contribuir para aumentar o interesse nas aulas. A relação entre os experimentos e a aprendizagem de conceitos como pH, polímeros, biomoléculas e transformações físico-químicas também recebeu uma avaliação positiva de todos os docentes.

A acessibilidade dos materiais apresentou respostas mais variadas. Embora não tenham sido registradas avaliações no campo da discordância, parte dos professores indicou uma posição intermediária. Nas respostas discursivas, foram mencionadas dificuldades relacionadas à falta de laboratórios, fontes de aquecimento, vidrarias, reagentes, equipamentos de proteção e tempo suficiente para a realização dos procedimentos. Esses apontamentos mostram que a aplicação de uma atividade experimental depende das condições oferecidas pelas instituições e do planejamento necessário para cada realidade escolar.

Uma possibilidade de investigação futura poderá ser o acompanhamento da realização dos experimentos com estudantes, a análise das explicações construídas durante as aulas e a verificação das adaptações necessárias em diferentes contextos escolares.

A proposta desenvolvida mostra que práticas culinárias podem servir como ponto de partida para o estudo de conceitos químicos. Processos como a gelatinização e a nixtamalização trazem para o mundo real transformações moleculares que, na maioria das

vezes, parecem abstratas demais para os estudantes. Ao reconhecer a ciência presente no preparo dos alimentos e nos conhecimentos transmitidos entre gerações, o ensino de Química pode adquirir maior proximidade com a vida dos estudantes e contribuir para uma formação científica vinculada à cultura, à sociedade e às condições concretas em que o conhecimento é produzido.

APÊNDICE I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

*Campus Universitário - Trindade – 88040-900 - Florianópolis - SC – Brasil
Fone: (048) 3721-6844 - Fax: +55 48 3721-6852 - e-mail:*

Componente curricular: Química

Ano/Série: 3º ano

Tempo previsto: 2 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT10; EM13CNT303.

Conteúdos

Polímeros naturais e macromoléculas;
Estrutura química do amido (amiloze e amilopectina);
Gelatinização do amido;
Ligações intermoleculares (ligações de hidrogênio);
Materiais biodegradáveis.

Objetivos

Compreender o processo de gelatinização do amido e sua relação com a formação de materiais poliméricos biodegradáveis; identificar o amido como uma macromolécula natural e relacionar sua estrutura às propriedades do material formado; discutir o papel dos plastificantes nas propriedades físicas do bioplástico; refletir sobre os impactos ambientais associados aos plásticos convencionais e sobre alternativas sustentáveis produzidas a partir de matérias-primas renováveis.

Estratégias didático-pedagógicas

A aula será desenvolvida a partir de uma abordagem investigativa e contextualizada, articulando conhecimentos científicos, cotidiano e práticas culturais relacionadas ao uso do milho. Serão utilizadas estratégias como problematização inicial, roda de conversa, experimentação investigativa, observação orientada e discussão coletiva dos resultados.

Problematização inicial

A aula será iniciada por meio de uma roda de conversa investigativa acerca da presença da Química no cotidiano dos estudantes, especialmente nos processos relacionados à alimentação. O professor poderá levantar questionamentos como: “Onde percebemos a química em nosso cotidiano?”, “Onde percebemos transformações químicas no preparo dos alimentos?”, “Por que cozinhar pode modificar textura, sabor e valor nutricional dos alimentos?”, “Qual a importância da Química para a produção e conservação dos alimentos?”. A partir das contribuições dos estudantes, serão discutidos aspectos históricos e culturais do milho nas civilizações originárias das Américas, destacando técnicas ancestrais associadas ao

preparo de alimentos derivados do milho e a relação entre saberes populares e conhecimento científico (Piperno et al. (2009), Melchior e Sulis (2020)).

Organização do Conhecimento

Após a problematização inicial, será introduzido o conceito de polímeros naturais, destacando um material comum do cotidiano: o amido de milho. Será brevemente contextualizada a presença de polímeros na vida cotidiana, destacando a ampla utilização de plásticos e os problemas ambientais associados ao seu descarte. Em seguida, introduz-se o amido como um polímero natural formado por unidades de glicose organizadas nas estruturas de amilose e amilopectina (Bertoft, 2017). Explica-se que, quando aquecidos em meio aquoso, os grânulos de amido sofrem gelatinização, processo em que ocorre a absorção de água, o rompimento parcial da estrutura cristalina do grânulo e o rearranjo das cadeias poliméricas. Esse processo aumenta a mobilidade das cadeias e permite que novas interações intermoleculares ocorram, especialmente ligações de hidrogênio. A presença de glicerol na mistura atua como plastificante, reduzindo as interações entre cadeias de amido e proporcionando maior flexibilidade ao material resultante. Ao final da evaporação da água, forma-se um filme polimérico sólido que pode ser comparado a materiais plásticos convencionais. Ao final da atividade, os estudantes analisarão as propriedades do filme formado, relacionando aspectos macroscópicos às transformações moleculares ocorridas no sistema.

Materiais e reagentes para o experimento:

- Amido de milho (maizena);
- Água destilada ou filtrada;
- Glicerol (glicerina bidestilada);
- Ácido acético (vinagre);
- Panela ou béquer resistente ao calor;
- Fonte de aquecimento (fogão ou placa elétrica);
- Colher ou bastão para agitação;
- Forma rasa, assadeira de vidro ou placa de Petri;
- Medidores volumétricos simples (colher e copo medidor).
- Roteiro experimental impresso.
- Amostra de filme bioplástico previamente produzida e seca para observação e análise das propriedades do material.

Roteiro do experimento

Para a realização do experimento, inicia-se preparando uma suspensão homogênea de amido em água. Em um recipiente resistente ao calor, adicionam-se aproximadamente uma colher de sopa de amido de milho, correspondente a cerca de dez a quinze gramas, e cem mililitros de água. Em seguida, acrescentam-se cerca de cinco mililitros de glicerol e a mesma quantidade de vinagre branco. A mistura é agitada cuidadosamente até que o amido esteja completamente disperso, formando uma suspensão esbranquiçada e opaca. Essa aparência é característica da presença de grânulos de amido ainda intactos e não gelatinizados. Após a homogeneização, o sistema é submetido ao aquecimento em fogo médio-baixo sob agitação constante. Durante o aquecimento, observam-se progressivamente o aumento da viscosidade

da mistura e a alteração de sua aparência. À medida que a temperatura se eleva, os grânulos de amido absorvem água e começam a inchar, fenômeno associado ao processo de gelatinização. Esse processo provoca a ruptura parcial da organização cristalina do amido e o aumento da mobilidade das cadeias poliméricas, fazendo com que a mistura passe gradualmente de opaca para translúcida. O aquecimento deve ser mantido até que se forme um gel homogêneo e viscoso, sem grumos visíveis. Nesse momento, o gel ainda quente é cuidadosamente vertido sobre uma superfície lisa e limpa, como uma placa de Petri ou uma assadeira de vidro. O material deve ser espalhado de maneira uniforme, formando uma camada fina. A espessura dessa camada influencia diretamente as propriedades do filme obtido, pois camadas mais finas tendem a produzir materiais mais flexíveis e com menor tempo de secagem. Após a distribuição do gel, o material deve permanecer em repouso em local seco e ventilado para que ocorra a evaporação gradual da água. Esse processo de secagem pode levar entre vinte e quatro (24) e setenta e duas (72) horas, dependendo das condições ambientais. Para que a aula possa ser realizada em um único encontro, recomenda-se levar previamente uma amostra de filme bioplástico já seca, obtida pelo mesmo procedimento. Após a observação da amostra seca, cada grupo deverá comparar as características do material obtido com as hipóteses formuladas no início da atividade, discutindo questões como flexibilidade, transparência, resistência ao manuseio e possíveis aplicações do filme produzido. O professor poderá estimular a comparação entre grupos cujos materiais apresentem diferenças de espessura ou aparência, incentivando os estudantes a propor explicações para essas variações com base nos conceitos químicos estudados.

Considerações de segurança

Utilizar obrigatoriamente jaleco, óculos de segurança e luvas durante a realização da atividade experimental.

Manter atenção durante o aquecimento para evitar queimaduras.

Utilizar recipientes e utensílios resistentes ao calor.

Evitar o contato direto com o gel aquecido.

O professor deverá acompanhar continuamente o aquecimento da mistura, orientando os estudantes durante todas as etapas do procedimento.

Aplicação do Conhecimento

Após a produção e análise do bioplástico, os estudantes discutirão possibilidades de utilização de materiais biodegradáveis como alternativa aos plásticos convencionais. Serão incentivados a comparar propriedades do filme produzido com materiais plásticos presentes no cotidiano, refletindo sobre sustentabilidade, consumo e descarte de resíduos. Os grupos poderão propor aplicações para o bioplástico produzido e debater limites e potencialidades desse tipo de material na redução de impactos ambientais.

Avaliação da aprendizagem

Avaliação diagnóstica:

Será realizada no início da aula, por meio da participação dos estudantes na roda de conversa e no levantamento de conhecimentos prévios acerca da presença da Química no cotidiano, especialmente nos processos culinários e alimentares.

Avaliação processual:

Ao longo da atividade experimental serão observados a participação, o envolvimento dos estudantes, a capacidade de levantar hipóteses e de relacionar as transformações observadas aos conceitos químicos discutidos.

Sugestões de adaptação para diferentes realidades escolares:

Caso não seja possível realizar todas as etapas experimentais durante a aula, recomenda-se que o professor prepare previamente amostras em diferentes estágios do processo, permitindo que os estudantes acompanhem as transformações ocorridas. Recursos audiovisuais também podem ser utilizados para complementar etapas cuja execução seja inviável, sem substituir a observação direta dos materiais disponíveis.

Referências do plano de aula:

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. **Food chemistry**. 4. ed. Berlin; Heidelberg: Springer, 2009.

BERTOFT, Eric. Understanding starch structure: recent progress. **Agronomy**, Basel, v. 7, n. 3, art. 56, 2017. DOI: 10.3390/agronomy7030056.

DONMEZ, Dila et al. Osvaldo H. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 39, p. 103–109, jun. 2021. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.12.018.

MELCHIOR, Myriam; SULIS, Marcella. Grãos sacralizados: notas sobre a difusão popular do milho a partir do seu uso simbólico em rituais religiosos. **Revista Ingesta**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 118–136, 2020. DOI: 10.11606/issn.2596-3147.v2i1p118-136.

PIPERNO, Dolores et al. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 106, n. 13, p. 5019–5024, 2009. DOI: 10.1073/pnas.0812525106.

APÊNDICE II



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Campus Universitário - Trindade – 88040-900 - Florianópolis - SC – Brasil
Fone: (048) 3721-6844 - Fax: +55 48 3721-6852 - e-mail:

Componente curricular: Química

Ano/Série: 3º série do Ensino Médio

Tempo previsto: 2 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT10; EM13CNT303.

Conteúdos

Biomoléculas e macromoléculas naturais;

Amido como polissacarídeo de reserva vegetal;

Separação de misturas heterogêneas (filtração e decantação);

Identificação química de biomoléculas;;

Propriedades físico-químicas de suspensões e sistemas coloidais.

Objetivos

Investigar experimentalmente a presença do amido no milho; compreender processos simples de separação de misturas; relacionar mudanças visuais observadas experimentalmente às propriedades químicas do amido; compreender o princípio químico da reação entre iodo e amido; reconhecer a importância do amido na alimentação e na indústria.

Estratégias didático-pedagógicas

A aula será conduzida por meio de uma abordagem experimental investigativa, baseada na observação, formulação de hipóteses e interpretação de fenômenos químicos presentes nos alimentos. Os estudantes participarão ativamente das etapas experimentais e da discussão coletiva dos resultados obtidos.

Problematização Inicial

A aula será iniciada com uma discussão sobre os alimentos consumidos diariamente e os componentes químicos presentes neles. O professor poderá levantar questões como: “Como os cientistas identificam substâncias presentes nos alimentos?”, e “Por que alguns alimentos apresentam textura mais espessa quando aquecidos?” “O que acontece quando aquecemos o milho para fazer pamonha ou polenta?” Essas perguntas auxiliarão os alunos a perceber que quase todos os alimentos que consumimos passam por algum tipo de processamento. Por isso, a cozinha acaba sendo o melhor lugar para observarmos a Química na prática, já que ela acontece diariamente. Citar fatores que influenciam, como o calor, o movimento da água e as mudanças na estrutura dos ingredientes, são os grandes responsáveis por definir a textura, o sabor e a aparência de tudo o que é preparado. A partir dessa ideia, os estudantes serão incentivados a compartilhar o que já sabem sobre o uso do milho no dia a dia, direcionando a

conversa para a presença do amido no milho, bem como a sua importância para a culinária e para a indústria (Diez-Garcia e Castro, 2011).

Organização do Conhecimento

Com base nas discussões iniciais, serão apresentados os conceitos relacionados às biomoléculas e ao amido como polissacarídeo de reserva vegetal. O professor explicará a composição química do milho, destacando o amido como um polissacarídeo formado por unidades repetidas de glicose organizadas em estruturas helicoidais de amilose e estruturas ramificadas de amilopectina (Ifie et al., 2026). Em seguida, os estudantes realizarão a preparação de uma suspensão de milho em água, seguida de etapas de filtração e decantação para separação parcial do amido. Após a sedimentação do material, será realizado o teste químico com solução de iodo, permitindo a identificação do amido pela formação de coloração azul-escura. Durante a atividade serão discutidas as relações entre estrutura molecular e propriedades químicas das biomoléculas. Em meio aquoso, quando o milho é triturado ou disperso, o amido pode ser liberado para a suspensão juntamente com outros componentes do grão. Utilizando métodos simples de separação de misturas, como filtração e decantação, torna-se possível isolar parcialmente esse componente. Posteriormente, a presença de amido pode ser confirmada por meio de um teste químico clássico que utiliza solução de iodo. Nessa reação, o iodo interage com a estrutura helicoidal da amilose formando um complexo de inclusão que apresenta coloração azul-escura característica. A atividade experimental permite discutir a relação entre propriedades estruturais das macromoléculas e as reações que permitem sua identificação.

Materiais e reagentes

- Milho seco (preferencialmente milho para canjica) ou fubá/farinha de milho (alternativa para reduzir tempo)
- Água (filtrada ou destilada)
- Liquidificador (quando usado milho em grão)
- Peneira fina e/ou pano limpo (tipo “pano de prato”)
- Bacias ou potes transparentes (para decantação)
- Copos béqueres ou recipientes pequenos para teste
- Conta-gotas
- Solução de iodo (tintura de iodo 2% diluída)
- Roteiro experimental impresso.

Sugestão de preparo do iodo: diluir a tintura de iodo em água até obter coloração semelhante a “chá fraco”, para facilitar a visualização do teste.

Roteiro do experimento

Para iniciar o experimento, prepara-se uma suspensão contendo os componentes do milho em meio aquoso. Caso sejam utilizados grãos inteiros de milho, recomenda-se que eles tenham sido previamente deixados em molho por pelo menos oito horas, pois isso facilita sua trituração e acelera a liberação dos constituintes do grão. Os grãos hidratados são então transferidos para um liquidificador juntamente com água suficiente para permitir a trituração,

formando uma suspensão espessa e esbranquiçada conhecida informalmente como “leite de milho”. Alternativamente, pode-se utilizar fubá ou farinha de milho, o que torna o procedimento mais rápido e viável para a execução da aula em um único encontro. Nesse caso, o material é misturado diretamente com água em um recipiente, sendo agitado até formar uma suspensão homogênea de aparência leitosa. Após a preparação da suspensão, procede-se à separação das partículas sólidas maiores por filtração. A mistura é vertida sobre uma peneira fina ou um pano limpo colocado sobre uma bacia, permitindo que o líquido atravessasse o filtro enquanto fibras e partículas maiores permanecem retidas. O líquido obtido, que contém amido disperso e outros componentes solúveis do milho, é então transferido para um recipiente transparente e deixado em repouso para que ocorra o processo de decantação. Durante esse período, que pode durar aproximadamente trinta a sessenta minutos, observa-se a formação de uma camada branca no fundo do recipiente. Essa camada corresponde ao amido sedimentado, que se separa da fase líquida devido à maior densidade de suas partículas. A fase superior permanece turva por conter proteínas e açúcares solúveis. Para tornar o amido mais evidente, a fase líquida pode ser cuidadosamente descartada, adicionando-se água limpa ao sedimento e repetindo o processo de decantação uma ou duas vezes para reduzir impurezas. Uma pequena porção do material sedimentado é então transferida para um recipiente de teste. Sobre essa amostra adicionam-se algumas gotas de solução diluída de iodo. Caso haja presença de amido, ocorre imediatamente uma mudança de coloração para azul-escuro ou violeta intenso, evidenciando a formação do complexo iodo-amido. Essa mudança visual permite aos estudantes relacionar o resultado observado com a estrutura molecular do polissacarídeo e compreender como determinadas reações químicas podem ser utilizadas como testes de identificação de substâncias.

Considerações de segurança

Utilizar jaleco durante toda a realização da atividade e, sempre que possível, óculos de segurança e luvas durante o manuseio da solução de iodo.

A solução de iodo pode manchar pele, roupas e superfícies, devendo ser manipulada com cuidado.

Evitar a ingestão dos reagentes e dos materiais utilizados durante o experimento.

Manter o ambiente limpo e organizado, descartando adequadamente os resíduos produzidos ao final da atividade.

Aplicação do Conhecimento

Após a identificação do amido, os estudantes serão convidados a analisar como métodos químicos simples podem ser utilizados para identificar substâncias em alimentos e materiais do cotidiano. Também poderão discutir aplicações industriais do amido nas áreas alimentícia, farmacêutica e de materiais biodegradáveis.

Avaliação formativa:

Os estudantes deverão preencher um relatório contendo descrição do procedimento realizado, registros das observações experimentais, interpretação dos resultados obtidos e relação entre o teste de identificação e a estrutura molecular do amido.

Sugestões de adaptação para diferentes realidades escolares:

A proposta pode ser desenvolvida em laboratórios ou em salas de aula adaptadas, desde que sejam garantidas condições adequadas de organização e segurança. Quando não houver liquidificador disponível, recomenda-se utilizar fubá ou farinha de milho, reduzindo o tempo necessário para a preparação da suspensão. Caso o tempo de aula seja insuficiente para a etapa de decantação, o professor poderá preparar previamente uma amostra em repouso, permitindo que os estudantes observem o sedimento formado e realizem normalmente o teste com solução de iodo. Recursos audiovisuais também podem ser utilizados para complementar etapas que não possam ser executadas durante a aula, preservando o caráter investigativo da atividade.

Referências do plano de aula:

DIEZ-GARCIA, Rosa Wanda; CASTRO, Inês Rugani Ribeiro de. A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 91–98, jan. 2011. DOI: 10.1590/S1413-81232011000100013.

IFIE, Sandra Etumah et al. Nutritional composition of *Zea mays* L.: a comprehensive review of macronutrients, micronutrients, and bioactive compounds. **Open Research Africa**, [S. l.], v. 8, art. 15, versão 2, 2026. DOI: 10.12688/openresafrica.16056.2.

SOARES, Juliane dos Santos et al. Análise microscópica do amido extraído de milho (*Zea mays* L.) convencional e transgênico. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 76, e1718, p. 1–7, 2017. DOI: 10.53393/rial.2017.v76.33537.

APÊNDICE III



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

*Campus Universitário - Trindade – 88040-900 - Florianópolis - SC – Brasil
Fone: (048) 3721-6844 - Fax: +55 48 3721-6852 - e-mail:*

Plano de aula III - Teste de pH e Efeito da Cal no Processo de Nixtamalização

Componente curricular: Química

Ano/Série: 3º série do Ensino Médio

Tempo previsto: 2 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT10; EM13CNT303.

Conteúdos

pH e caráter ácido-base das soluções;

Hidróxidos e soluções alcalinas;

Interação de bases com biomateriais;

Transformações físico-químicas em alimentos;

Nixtamalização do milho;

Relação entre química, cultura e alimentação.

Objetivos

Compreender o conceito de pH e o comportamento químico de soluções alcalinas; investigar os efeitos do meio básico sobre a estrutura externa do milho; relacionar transformações químicas presentes na nixtamalização às propriedades nutricionais e culinárias do alimento; discutir a relação entre práticas culturais ancestrais e conhecimento científico.

Estratégias didático-pedagógicas

A aula será desenvolvida por meio de experimentação contextualizada, discussão coletiva e análise investigativa dos fenômenos observados. Busca-se promover a articulação entre ciência, cultura alimentar e cotidiano, valorizando conhecimentos tradicionais associados ao preparo do milho.

Problematização inicial

A aula será iniciada com uma conversa sobre diferentes formas de preparo de alimentos e sobre mudanças observadas durante o cozimento dos alimentos. O professor poderá apresentar alguns grãos de milho secos e cozidos, incentivando os estudantes a comparar textura, aparência e facilidade de remoção da casca. A partir dessa observação, poderão ser levantadas questões como: “Por que o milho muda depois de ficar muito tempo cozinhando?”, “Por que alguns grãos ficam mais macios que outros?”, “O que faz a casca do

milho se soltar?” e “Será que adicionar alguma substância na água altera o alimento?”. Em seguida, o professor mostrará que, em algumas culturas, o milho é cozido com cal, induzindo uma conversa sobre diferentes formas culturais de preparo do milho em sociedades indígenas e mesoamericanas. A discussão buscará relacionar conhecimentos científicos e saberes tradicionais associados à alimentação (Bradley, 2019)

Organização do Conhecimento

A aula será conduzida por meio de uma atividade experimental contextualizada que simula, em escala didática, o processo tradicional de nixtamalização. Inicialmente discute-se o conceito de pH e o comportamento químico de substâncias básicas, introduzindo o hidróxido de cálcio como um composto capaz de produzir soluções alcalinas em água. Explica-se que a nixtamalização consiste no cozimento do milho em meio alcalino, processo tradicional em diversas culturas da Mesoamérica (Santiago-Ramos et al., 2018). Nesse ambiente básico ocorrem transformações físico-químicas no pericarpo do grão, como a degradação parcial de hemiceluloses e pectinas, o que facilita a remoção da casca e altera propriedades culinárias e nutricionais do milho. Além disso, o tratamento alcalino contribui para a liberação da niacina presente no grão, aumentando sua biodisponibilidade (Ifie et al., 2026). Durante a atividade experimental, os estudantes observam o comportamento do milho em meio alcalino, analisam o pH da solução utilizada e discutem como a química explica as transformações observadas.

Materiais e reagentes

- Grãos de milho seco (preferencialmente milho de canjica)
- Água
- Cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) em pequena quantidade
- Recipiente para preparo da solução (copo ou béquer)
- Panela ou béquer para aquecimento
- Fonte de aquecimento
- Tiras indicadoras de pH ou indicador natural (extrato de repolho roxo)
- Peneira/escorredor para lavagem
- Luvas e óculos de proteção
- Roteiro experimental impresso.

Observação: Caso o uso de cal apresente restrições de segurança ou obtenção, pode-se realizar uma simulação com bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Contudo, deve-se explicitar que se trata de uma base mais fraca e que os efeitos sobre o pericarpo tendem a ser menos pronunciados do que com $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Roteiro do experimento

O experimento inicia-se com a preparação de uma solução alcalina de hidróxido de cálcio, conhecida popularmente como “água de cal”. Para isso, adiciona-se aproximadamente uma colher de chá de cal hidratada em cerca de quinhentos mililitros de água, misturando-se bem o sistema e deixando-o em repouso por alguns minutos para que o excesso de sólido não dissolvido se deposite no fundo do recipiente. A fração mais límpida da solução é então utilizada para o experimento, reduzindo a presença de partículas sólidas em suspensão. Antes

do contato com o milho, mede-se o pH da solução utilizando tiras indicadoras ou um indicador natural, como extrato de repolho roxo. Espera-se observar valores de pH elevados, típicos de soluções básicas. Em seguida, os grãos de milho seco são adicionados a uma panela contendo a solução alcalina, sendo aquecidos em fogo baixo ou médio. Durante o aquecimento, observa-se gradualmente alterações na superfície dos grãos. À medida que o processo avança, o pericarpo começa a se desprender, podendo ser removido ao esfregar os grãos entre os dedos. Esse fenômeno ocorre devido à ação da base sobre componentes estruturais da camada externa do grão. O aquecimento deve ser mantido até que esse desprendimento seja perceptível, evitando o cozimento excessivo que poderia desintegrar o grão. Após o cozimento, o milho pode permanecer em repouso na própria solução alcalina por algumas horas, pois esse período intensifica a ação do meio básico e facilita a remoção da casca. Para viabilizar a realização da aula em um único encontro, recomenda-se que o professor leve uma amostra previamente cozida e deixada em repouso, permitindo que os estudantes comparem o milho preparado durante a aula com aquele que passou por um período maior de exposição ao meio alcalino. Em seguida, os grãos são lavados em água corrente para remover o pericarpo desprendido e parte da solução alcalina residual. A água de lavagem pode ser novamente testada com tiras indicadoras de pH para observar a redução gradual da alcalinidade à medida que o material é lavado. Durante essa etapa, os estudantes registram observações relacionadas à textura do grão, à facilidade de remoção da casca e às mudanças perceptíveis no material.

Considerações de segurança

Utilizar jaleco, óculos de segurança e, sempre que possível, luvas durante toda a atividade experimental.

O hidróxido de cálcio deverá ser manipulado com cuidado, evitando contato direto com a pele, olhos e mucosas.

O aquecimento das soluções deverá ocorrer sob acompanhamento constante do professor.

Evitar a ingestão dos materiais utilizados durante o experimento.

Ao final da atividade, realizar o descarte adequado dos resíduos e higienizar os materiais empregados.

Aplicação do Conhecimento

Após a atividade experimental, os estudantes discutirão as transformações observadas no milho durante o contato com o meio alcalino, relacionando-as aos conceitos de pH, soluções básicas e alterações físico-químicas nos alimentos. A turma será incentivada a analisar como diferentes práticas culinárias envolvem transformações químicas, refletindo sobre a presença da Química no cotidiano e sobre a relação entre conhecimentos tradicionais e conhecimento científico.

Avaliação da aprendizagem

Avaliação somativa:

A avaliação será realizada por meio de uma atividade escrita individual ou em grupo, na qual os estudantes deverão analisar situações relacionadas ao preparo de alimentos e identificar transformações químicas envolvidas nesses processos. A atividade poderá incluir comparação

entre diferentes formas de preparo do milho, interpretação das mudanças observadas durante a nixtamalização e utilização dos conceitos de pH e meio alcalino para explicar os fenômenos estudados em aula.

Critérios avaliativos:

- Compreensão dos conceitos químicos trabalhados;
- Capacidade de relacionar Química e cotidiano;
- Interpretação dos fenômenos observados experimentalmente;
- Utilização de argumentos científicos para explicar situações do cotidiano;
- Participação nas discussões propostas.

Sugestões de adaptação para diferentes realidades escolares:

A atividade poderá ser desenvolvida em laboratórios ou em outros espaços da escola que ofereçam condições adequadas de segurança para o aquecimento das soluções. Quando não for possível realizar integralmente o experimento, recomenda-se que o professor prepare previamente amostras submetidas aos diferentes tratamentos, permitindo que os estudantes observem e comparem os resultados obtidos. Como complemento, podem ser utilizados vídeos, fotografias ou esquemas ilustrativos do processo de nixtamalização, possibilitando a discussão das transformações químicas mesmo em contextos com infraestrutura limitada.

Referências do plano de aula:

BARHAM, Peter et al. Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 4, p. 2313–2365, 2010. DOI: 10.1021/cr900105w.

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. **Food chemistry**. 4. ed. Berlin; Heidelberg: Springer, 2009.

BRADLEY, Robert Charles. Innovative use of alkalis in the ancient Americas. **Anthropology of Food**, [S. l.], 2019. DOI: 10.4000/aof.10377.

DIEZ-GARCIA, Rosa Wanda; CASTRO, Inês Rugani Ribeiro de. A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 91–98, jan. 2011. DOI: 10.1590/S1413-81232011000100013.

DONMEZ, Dila et al. Osvaldo H. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 39, p. 103–109, jun. 2021. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.12.018.

IFIE, Sandra Etumah et al. Nutritional composition of *Zea mays* L.: a comprehensive review of macronutrients, micronutrients, and bioactive compounds. **Open Research Africa**, [S. l.], v. 8, art. 15, versão 2, 2026. DOI: 10.12688/openresafrica.16056.2.

SANTIAGO-RAMOS, David et al. Physical and chemical changes undergone by pericarp and endosperm during corn nixtamalization: a review. **Journal of Cereal Science**, [S. l.], v. 81, p. 108–117, maio 2018. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.04.003.

Questionário de Avaliação de Proposta Didática em Ensino de Química

O ensino de Química ainda é frequentemente percebido pelos estudantes como abstrato e distante do cotidiano. Nesse contexto, torna-se importante desenvolver propostas pedagógicas que aproximem os conceitos científicos das vivências culturais dos alunos, favorecendo uma aprendizagem mais significativa.

A culinária constitui um espaço rico para essa contextualização, pois envolve diferentes transformações químicas presentes no preparo dos alimentos. Entre elas, destaca-se a nixtamalização do milho, técnica ancestral desenvolvida por povos originários da Mesoamérica, baseada no cozimento do milho em meio alcalino, promovendo alterações físicas, químicas e nutricionais no alimento.

A partir dessa perspectiva, foi desenvolvida, no âmbito deste Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química - UFSC, uma sequência didática que utiliza os processos de gelatinização do amido e nixtamalização como eixo contextualizador para o ensino de Química no Ensino Médio.

Sua participação neste formulário é de grande importância para a avaliação da viabilidade pedagógica da proposta e para o aprimoramento dos materiais didáticos desenvolvidos.

A sequência didática constitui-se em 3 planos de aula e pode ser acessada no seguinte link: <https://docs.google.com/document/d/1hm6uw2O3YgoSDArVDjfTgVAfgiq6amVxC2cnhJzMKsE/edit?usp=sharing>

Após a leitura dos materiais, solicita-se, gentilmente, o preenchimento do questionário a seguir, considerando sua percepção acerca da clareza, aplicabilidade e potencial pedagógico da proposta.

A participação é voluntária e você poderá interrompê-la a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. As informações fornecidas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, preservando-se a confidencialidade e o sigilo dos dados pessoais. Os resultados poderão ser apresentados em trabalhos acadêmicos e publicações científicas, sem identificação dos participantes.

Ao prosseguir com o preenchimento deste formulário, você declara que leu e compreendeu as informações apresentadas e concorda em participar voluntariamente desta pesquisa.

Agradeço sua participação. Qualquer dúvida estou à disposição.

E-mail: jordaomonteirobaltazar@gmail.com

Atenciosamente,

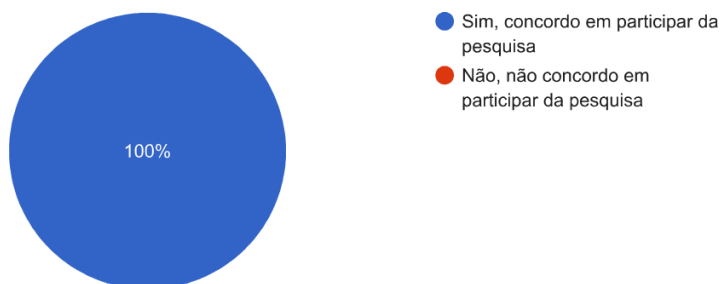
Jordão Monteiro Baltazar

Licenciando em química

Após a leitura das informações apresentadas, você declara estar ciente dos objetivos desta pesquisa e concorda voluntariamente em participar, autorizando o uso das respostas exclusivamente para fins acadêmicos e científicos?

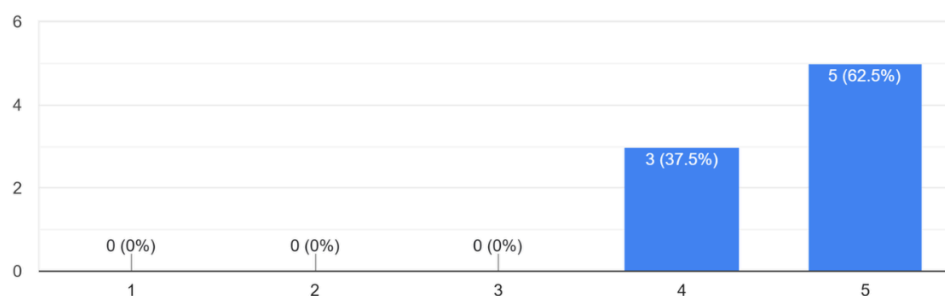
 Copy chart

8 responses



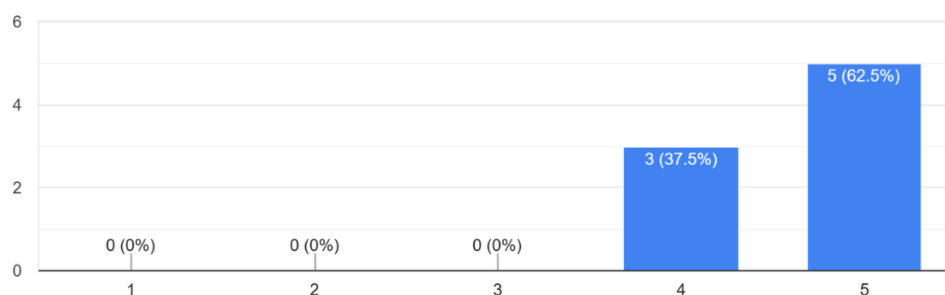
A sequência didática apresenta conteúdos de Química de forma contextualizada e próxima da realidade dos estudantes.

8 responses



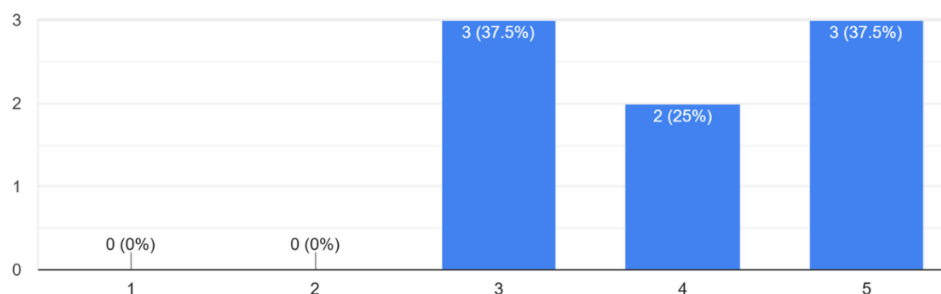
Os experimentos propostos possuem potencial para aumentar o interesse e o engajamento dos alunos nas aulas de Química.

8 responses



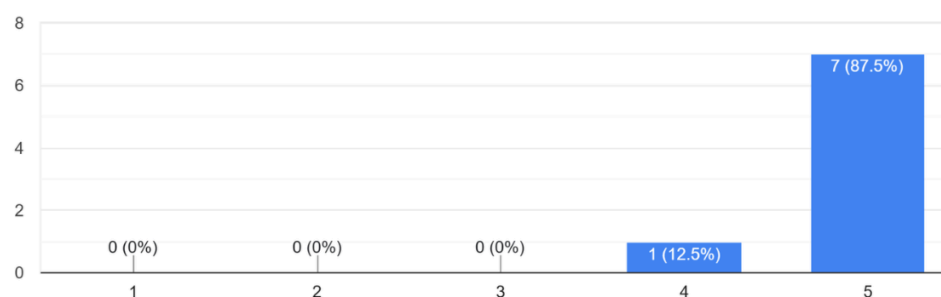
Os materiais e reagentes utilizados nos experimentos são acessíveis e viáveis para aplicação em escolas de Ensino Médio.

8 responses



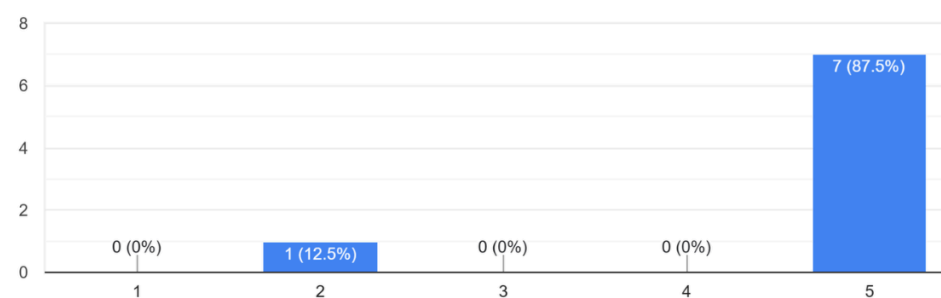
Os experimentos apresentados favorecem a compreensão de conceitos químicos fundamentais, como pH, polímeros, transformações físico-químicas e biomoléculas.

8 responses



Em sua avaliação, os planos de aula dialogam adequadamente com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), ao relacionar ciência, cultura, alimentação e cotidiano.

8 responses



Quais aspectos da sequência didática você considera mais relevantes para o ensino de Química?

Provocar a curiosidade no saber da química em nosso cotidiano, principalmente com referência aos alimentos. Isso pode mudar a forma como alimentamos propiciando um incremento na saúde e modificando até escolhas.

No terceiro plano de aula, utilizar diferentes culturas e o que é feito alia o conteúdo com práticas que são realizadas em sociedade, fazendo com que os estudantes possam ir mais a fundo em algo que eles não comumente ligam com a sala de aula. Considero interessante também, no segundo plano de aula, utilizar o que se é utilizado para fazer um "link" com métodos de identificação de substâncias em alimentos, como o trigo para pessoas celíacas, ou lactose para os intolerantes. No primeiro plano, se põe em holofote a busca atualmente em materiais com uma aparência "bio", ou seja, materiais que são biodegradáveis, ou que tem uma "pegada mais green". Há várias escolas colocando a temática de "Sustentabilidade" em alta, o que seria interessante para aplicar em itinerários.

A ligação da química com o cotidiano, a abordagem de sustentabilidade, a realização de experimentos.

A experimentação em sala de aula, a relação entre química e alimentação e a valorização do conhecimento tradicional.

Eu considero relevante os aspectos de contextualização com aspectos histórico-culturais e além disso por ser um amante da culinária e dos processos científicos envolvidos à alimentação. Considero também que as atividades experimentais são essenciais para desenvolver conteúdos de ensino de química, e experimentos com alimentos com equipamentos e materiais de fácil aquisição ou disponíveis nas escolas (muitas são deficientes em laboratórios e materiais) torna esses experimentos exequíveis

O diálogo direto com a realidade/cotidiano do estudante, o que vem a enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

A relação entre as transformações químicas e atividades cotidianas, como o cozimento dos alimentos.

O que considero importante na sequência didática é a participação do aluno de uma forma mais ativa, no qual ele se torna o protagonista das suas ações em sala de aula, tanto com atividades teóricas (como uma pesquisa, por exemplo) quanto práticas. Um ponto importante também é a teoria e a prática trabalharem em conjunto, sendo que muitas vezes não é tão fácil.

Que dificuldades você acredita que poderiam surgir durante a aplicação dos experimentos em sala de aula?

Local adequado, laboratórios nas escolas, para realização dos experimentos.

Aquecimento de soluções é algo fácil de ser feito em laboratórios de Institutos Federais ou em colégios que contém uma estrutura favorável ao ensino de Química. Há poucas escolas que possuem chapa para aquecimento, fazendo com que experimentos que envolvam aquecer a amostra tenham que ser feitos na cantina escolar (quando há liberação), ou se torna algo inviável de ser feito. Além, as quantidades de reagentes e vidrarias para realizar as atividades, assim como o primeiro ponto levantado, apesar de ter laboratório, algumas escolas não possuem vidraria suficiente para todos, e se uma prática utilizar muitas vidrarias, inviabiliza outros grupos de também realizarem a prática ao mesmo tempo.

Controle dos alunos durante os experimentos, falta de material, participação desigual dos alunos, dificuldade dos alunos de conectar os conteúdos de química com a prática

Falta de equipamento para aquecer as soluções e intoxicação ou contato com a cal. Particularmente, em aulas de ciência, falta de uma base de conhecimentos dos estudantes para compreender as transformações químicas.

Dos experimentos, as principais dificuldades que possam aparecer seriam em torno da manipulação dos materiais, ou da compreensão do teste de lodo, e testes com pH. Dificuldades com a manipulação dos equipamentos (por exemplo, manipular a fonte de aquecimento) mas que podem ser realizados pelo professor para evitar riscos

Pensando em um contexto de educação pública, penso que uma dificuldade que pode vir a ocorrer é a falta de algum material específico para a realização das experimentações.

São materiais simples, mas os procedimentos podem ser mais demorados. Então, o tempo para execução e discussão pode ser um dificultador.

Uma das dificuldades é o tempo do experimento, pois uma aula tem 45 minutos e até direcionar os alunos para o laboratório já irá consumir uma parte da aula.

Você teria alguma sugestão para adaptar os experimentos à realidade da escola em que atua?

Melhorar o ambiente de laboratório e regras de seguranças gerais, como exemplo o uso obrigatório de EPI por todos os envolvidos

Nas escolas que atuo eu teria que realizar boas adaptações, principalmente em relação aos equipamentos que precisariam ser utilizados, alguns deles teriam que ser trazidos de casa para realizar na escola, como formas e etc.

Complementar com videos, utilizar material de mais fácil acesso

Em minhas turmas de 9º ano (que possuem 3 aulas semanais) faria o experimento em uma aula faixa e levaria o resultado na 3ª aula, para que não haja necessidade de preparo prévio e que os estudantes percebam que o resultado é diretamente aquilo que viram acontecer em sala.

A minha escola não possui um laboratório adequado para tais práticas, seja por falta dos materiais e equipamentos de laboratório muito deficitários. A adaptação da prática poderia ser realizada em apoio, se possível, da cozinha da escola e seus equipamentos. Alguns outros equipamentos poderiam ser levados de casa pelo professor, ou solicitar que alguns estudantes ou outros profissionais da escola tragam também

Não, consigo realizar sem problemas.

A escola em que atuo não possui a maior parte dos materiais necessários, então a/o professora deveria providenciar por conta própria. De um modo geral, são materiais simples e fáceis de providenciar. Um fator que pode ser dificultador é a fonte de calor, principalmente em escolas onde não há espaço disponível para laboratório de ciências da natureza. É uma sequência didática longa para a realidade das escolas.

Não, pois a escola é bem equipada com relação aos materiais e reagentes listados.

Como você avalia o uso da culinária e da química dos alimentos como estratégia de contextualização no ensino de Química?

Acho excelente, as escolas deveriam focar mais nesse aspecto pois torna a química um estudo mais real

De grande importância, uma vez que a alimentação demonstra identidade de um determinado povo. Conhecer uma nova cultura inclui conhecer também sua culinária, e nada melhor do que trazer diferentes culturas para dentro de sala com base nessa temática.

Acho que usar a culinária e a química dos alimentos nas aulas de Química é uma estratégia muito interessante, porque aproxima os conteúdos da realidade dos alunos. Como todos têm contato com alimentos no dia a dia, fica mais fácil entender conceitos que muitas vezes parecem abstratos quando são apresentados apenas na teoria.

Muito boa, talvez a melhor possível. Infelizmente nem todos os estudantes cozinham ou tem contato com o alimento, principalmente no contexto urbano. Muito menos são aqueles que pensam na relação entre cultura e alimentação, fazendo da abordagem antropológica essencial para a valorização dos saberes tradicionais.

Muito enriquecedora e palpável, visto que a culinária e alimentação está em nosso cotidiano e muitas vezes não nos damos conta das tecnologias e conceitos por trás de uma receita

Com bastante potencial de aplicação.

Eu considero muito interessante e costuma atrair o interesse dos estudantes também. Por ser algo fundamental à nossa vida, presente no nosso cotidiano e de extrema importância, é um assunto que pode gerar grande curiosidade, interesse e engajamento.

Eu avalio como uma proposta de trabalho excelente porque a Química está relacionada não só com a parte dos aditivos alimentares ou calorias, mas também em como podemos reaproveitar o amido de milho, neste caso, para a produção de um bioplástico que é uma alternativa sustentável e não agride ao meio ambiente. Essa estratégia mostra que o aluno possa ter um outro olhar e analise criticamente como podemos ajudar a natureza.

Há alguma sugestão de melhoria, conteúdo adicional ou modificação que poderia enriquecer a proposta didática?

Sempre cuidar com os aspectos da segurança. Alunos do Ensino Médio são curiosos e podem ocasionar acidentes em laboratório. O uso de óculos de segurança, luvas e jaleco devem ser sempre de uso obrigatório.

Senti falta das turmas em que poderiam ser aplicados os experimentos, nos três planos de aula não contém a turma que poderia ser aplicado. Dos três, acredito que o primeiro só possa ser passado a partir da segunda série, sem que haja tanto déficit em conhecimento dos alunos com base nos conceitos químicos. No plano, acredito que também seja necessário conter formas diferentes para realizar o experimento, como um backup caso haja um passo que não possa ser feito. As aulas realmente poderiam ser feitas em somente dois momentos? Acredito que, pela possível complexidade, três aulas talvez sejam necessárias, talvez uma hora/aula teórica para duas horas/aula práticas.

De resto, tudo ótimo!

Achei que a proposta está bem estruturada, uma sugestão é aumentar discussão sobre sustentabilidade, abordando não apenas os bioplásticos, mas também questões relacionadas ao consumo consciente, à reciclagem e aos desafios ambientais associados à produção de materiais plásticos.

Não

É uma sequência muito completa, mas eu apenas organizaria diferente, utilizaria das atividades experimentais primeiro antes de introduzir os conceitos, ou introduzindo os conceitos enquanto vão surgindo dúvidas durante a atividade prática, para que não fique uma atividade experimental de simplesmente "seguir o roteiro experimental" e que os estudantes possam anotar suas observações e discutir com o grupo e com o professor se estão no caminho certo

Não

Primeiramente, parabéns pelo trabalho! É uma Sequência didática bem detalhada e estruturada, com abordagem temática muito relevante. Deixarei alguns comentários que fui pensando durante a leitura da SD: Se a ideia da Sequência Didática é ser um material de referência para pessoas professoras de Química, é importante disponibilizar materiais de referências para as discussões propostas. Por exemplo, na Problemática Inicial do Plano de Aula I são citados aspectos históricos e culturais do milho nas civilizações originárias das Américas, mas nas referências não consta nenhum material sobre o assunto. Além disso, talvez seja interessante relacionar essa discussão com a implementação da Lei 11.645/11, evitando a propagação de visões preconceituosas ou estereotipadas. Muitas referências estão em inglês. Recomendo a disponibilização de materiais em Língua Portuguesa e de fácil acesso. Para aprofundar a abordagem CTS, sugeriria o envolvimento de questões sociais que promovam um debate crítico sobre a realidade dos estudantes. Também, os povos originários das Américas foram citados algumas vezes, porém com pouco aprofundamento. Se o seu interesse for abordar discussões das Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER), sugiro disponibilizar mais materiais de referências, bem como direcionar a discussão para um debate crítico, evitando superficializações, generalizações, preconceitos, estereótipos, etc. Uma sugestão é indicar algum povo/etnia que tem esse aspecto cultural de trabalhar com o milho. Nesse sentido, para relacionar com a abordagem CTS, poderia discutir sobre as tecnologias que esses povos dominam há milhares de anos.

Eu aproveitaria para fazer uma análise da degradação do bioplástico e de um plástico comum (uma sacola de supermercado), analisando o impacto ambiental de cada material quando deixados em um solo úmido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AI, Yongfeng; JANE, Jay-Lin. Macronutrients in corn and human nutrition. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 3, p. 581–598, maio 2016. DOI: 10.1111/1541-4337.12192.
- BARHAM, Peter et al. Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 4, p. 2313–2365, 2010. DOI: 10.1021/cr900105w.
- BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. **Food chemistry**. 4. ed. Berlin; Heidelberg: Springer, 2009.
- BERTOFT, Eric. Understanding starch structure: recent progress. **Agronomy**, Basel, v. 7, n. 3, art. 56, 2017. DOI: 10.3390/agronomy7030056.
- BEVILÁQUA, Gilberto Antônio Peripolli et al. Agricultores guardiões de sementes e ampliação da agrobiodiversidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 99–118, jan./abr. 2014. DOI: 10.35977/0104-1096.cct2014.v31.19445.
- BRADLEY, Robert Charles. Innovative use of alkalis in the ancient Americas. **Anthropology of Food**, [S. l.], 2019. DOI: 10.4000/aof.10377.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Básica 2023: notas estatísticas**. Brasília, DF: Inep, 2024.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, ano 134, n. 248, p. 27833–27841, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2000.
- CHASSOT, Áttilio Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.
- CHEUNG, Peter Chi Keung; MEHTA, Bhavbhuti (org.). **Handbook of Food Chemistry**. Berlin: Springer, 2015.
- COSTA, Flaviane Malaquias et al. Maize dispersal patterns associated with different types of endosperm and migration of indigenous groups in lowland South America. **Annals of Botany**, Oxford, v. 129, n. 6, p. 737–751, 2022. DOI: 10.1093/aob/mcac049.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DE MARIA, Carlos Alberto Bastos; MOREIRA, Ricardo Felipe Alves. A intrigante bioquímica da niacina: uma revisão crítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 10, p. 1739–1752, 2011. DOI: 10.1590/S0100-40422011001000007.
- DIEZ-GARCIA, Rosa Wanda; CASTRO, Inês Rugani Ribeiro de. A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 91–98, jan. 2011. DOI: 10.1590/S1413-81232011000100013.

DONMEZ, Dila et al. Osvaldo H. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 39, p. 103–109, jun. 2021. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.12.018.

EL HOSRY, Leina et al. Maillard reaction: mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: a review. **Foods**, v. 14, n. 11, art. 1881, 2025. DOI: 10.3390/foods14111881.

FERNANDES, Gabriel Bianconi. Conservação dinâmica do milho crioulo por famílias agricultoras de Minas Gerais, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, Montevideu, v. 26, n. esp. 3, e959, 2022. DOI: 10.31285/AGRO.26.959.

GARCÍA-LARA, Silverio et al. Development and structure of the corn kernel. In: SERNA-SALDIVAR, Sergio O. (org.). **Corn: chemistry and technology**. 3. ed. Duxford: Woodhead Publishing; AACC International Press, 2019. p. 147–163. DOI: 10.1016/B978-0-12-811971-6.00006-1.

GUZZON, Filippo et al. Conservation and use of Latin American maize diversity: pillar of nutrition security and cultural heritage of humanity. **Agronomy**, Basel, v. 11, n. 1, art. 172, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11010172.

HAMAKER, Bruce R.; TUNCIL, Yunus Emre; SHEN, Xinyu. Carbohydrates of the kernel. In: SERNA-SALDIVAR, Sergio O. (org.). **Corn: chemistry and technology**. 3. ed. Duxford: Woodhead Publishing; AACC International Press, 2019. p. 305–318. DOI: 10.1016/B978-0-12-811971-6.00011-5.

IFIE, Sandra Etumah et al. Nutritional composition of *Zea mays* L.: a comprehensive review of macronutrients, micronutrients, and bioactive compounds. **Open Research Africa**, [S. l.], v. 8, art. 15, versão 2, 2026. DOI: 10.12688/openresafrica.16056.2.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: estatística da produção agrícola: dezembro 2025. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. 183 p. (Indicadores IBGE).

JIMÉNEZ, Alberto; FABRA, María José; TALENS, Pau; CHIRALT, Amparo. Edible and biodegradable starch films: a review. **Food and Bioprocess Technology**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 2058–2076, 2012. DOI: 10.1007/s11947-012-0835-4.

KENNETT, Douglas J. et al. Early isotopic evidence for maize as a staple grain in the Americas. **Science Advances**, [S. l.], v. 6, n. 23, eaba3245, 2020. DOI: 10.1126/sciadv.aba3245.

LOZANO, Eduardo do Valle et al. Híbridos de milho afetam a quantidade de etanol produzida no Cerrado do Centro-Oeste paulista. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 9, n. 1, p. 424–438, 2020. DOI: 10.21664/2238-8869.2020v9i1.p424-438.

MELCHIOR, Myriam; SULIS, Marcella. Grãos sacralizados: notas sobre a difusão popular do milho a partir do seu uso simbólico em rituais religiosos. **Revista Ingesta**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 118–136, 2020. DOI: 10.11606/issn.2596-3147.v2i1p118-136.

NEVES, Giovani Felipe de Oliveira et al. Morphophysiological and developmental parameters of maize varieties. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 3, p. 261–271, 2022. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n3.neves.

OLIVEIRA, Alini Nunes de; CALVENTE, Maria del Carmen Matilde Huertas. As múltiplas funções das festas no espaço geográfico. **Interações**, Campo Grande, v. 13, n. 1, p. 81–92, jan./jun. 2012. DOI: 10.1590/S1518-70122012000100008.

PALACIOS-POLA, Gabriela et al. Nixtamal techniques for different maize races prepared as tortillas and tostadas by women of Chiapas, Mexico. **Journal of Ethnic Foods**, [S. l.], v. 9, art. 2, 2022. DOI: 10.1186/s42779-022-00116-9.

PÉREZ-MARTIN, Candelaria et. al. Plants of the Popol Vuh, the sacred book of the Maya. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 45, n. 2, p. 271–276, 2022. DOI: 10.35196/rfm.2022.2.271.

PESEK, Szilárd; SILAGHI-DUMITRESCU, Radu. The iodine/iodide/starch supramolecular complex. **Molecules**, Basel, v. 29, n. 3, art. 641, 2024. DOI: 10.3390/molecules29030641.

PIPERNO, Dolores et al. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 106, n. 13, p. 5019–5024, 2009. DOI: 10.1073/pnas.0812525106.

RISTIC, Dusan et al. Towards a definition of food processing: conceptualization and relevant parameters. **Food Production, Processing and Nutrition**, [S. l.], v. 6, art. 79, 2024. DOI: 10.1186/s43014-024-00256-2.

SANTIAGO-RAMOS, David et al. Physical and chemical changes undergone by pericarp and endosperm during corn nixtamalization: a review. **Journal of Cereal Science**, [S. l.], v. 81, p. 108–117, maio 2018. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.04.003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28–34, nov. 1996.

SHARMA, Ranjana et al. Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. **Fermentation**, v. 6, n. 4, art. 106, 2020. DOI: 10.3390/fermentation6040106.

SILVA, Luiz Eduardo Bezerra et al. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 5, n. 3, p. 1636–1657, jul./set. 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-869.

SOARES, Juliane dos Santos et al. Análise microscópica do amido extraído de milho (*Zea mays* L.) convencional e transgênico. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 76, e1718, p. 1–7, 2017. DOI: 10.53393/rial.2017.v76.33537.

STEINBERG, Michael K. Maize diversity and cultural change in a Maya agroecological landscape. **Journal of Ethnobiology**, Flagstaff, v. 19, n. 1, p. 127–139, 1999.

STALLER, John E.; TYKOT, Robert H.; BENZ, Bruce F. (org.). **Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and**

evolution of maize. 1. ed. Abingdon; New York: Routledge, 2016. DOI: 10.4324/9781315427331.

WRIGHT, Stephen I. et al. The effects of artificial selection on the maize genome. **Science**, Washington, DC, v. 308, n. 5726, p. 1310–1314, 2005. DOI: 10.1126/science.1107891.

YIDA, Vanessa; SILVA, Greize Alves da. Designações para curau/canjica sem coco e a transição entre os falares nortista, nordestino e **centro-oestino**: uma comparação entre os dados do ALiB e do ALiTETTO. **Working Papers em Linguística**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 272–289, 2022. DOI: 10.5007/1984-8420.2022.e78569.

ZHANG, Canchuan et al. Effects of culinary procedures on concentrations and bioaccessibility of Cu, Zn, and As in different food ingredients. **Foods**, v. 12, n. 8, art. 1653, 2023. DOI: 10.3390/foods12081653.