

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ÉRICA FERNANDA MOURA DA CUNHA**

**QUANDO A QUÍMICA ENCONTRA OS SABORES: MAILLARD,  
CARMELIZAÇÃO E O ENSINO INVESTIGATIVO NAS EXPERIÊNCIAS  
SENSORIAIS**

**MEDIANEIRA**

**2025**

**ÉRICA FERNANDA MOURA DA CUNHA**

**QUANDO A QUÍMICA ENCONTRA OS SABORES: MAILLARD,  
CAMELIZAÇÃO E O ENSINO INVESTIGATIVO NAS EXPERIÊNCIAS  
SENSORIAIS**

**WHEN CHEMISTRY ENCOUNTERS FLAVORS: MAILLARD, CAMELIZATION,  
AND INVESTIGATIVE TEACHING THROUGH SENSORY EXPERIENCES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Licenciado em Nome do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Ana Cristina Trindade Cursino.  
Coorientador: Ismael Laurindo Costa Junior

**MEDIANEIRA**

**2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ÉRICA FERNANDA MOURA DA CUNHA**

**QUANDO A QUÍMICA ENCONTRA OS SABORES: MAILLARD,  
CARMELIZAÇÃO E O ENSINO INVESTIGATIVO NAS EXPERIÊNCIAS  
SENSORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do  
título de Licenciado em Química da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 05 / Dezembro / 2025

---

Ana Cristina Trindade Cursino  
Titulação Doutorado  
Universidade Federal Tecnológica do Parana

---

Juliane Maria Bergamin Bocardi  
Titulação Doutorado  
Universidade Federal Tecnológica do Parana

---

Tainara Orlando  
Titulação Doutorado  
Universidade Federal Tecnológica do Parana

**MEDIANEIRA  
2025**

Dedico este trabalho a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, cuja proteção, força e orientação me acompanharam ao longo de esta jornada. Dedico também a mim mesma, pelo comprometimento, pela coragem de enfrentar os desafios e pela determinação em seguir adiante mesmo nos momentos mais exigentes. Esta conquista reflete tanto a fé que me sustenta quanto a dedicação que empenhei para chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de muitos sonhos, lutas e amor, e dedico a cada pessoa que, de maneira única, esteve ao meu lado nessa jornada.

À minha mãe, Sueli, que com mãos incansáveis e um coração gigante, nunca deixou faltar nada. Mesmo em meio às dificuldades, sua força e dedicação nos ensinaram o verdadeiro valor do trabalho árduo e do amor incondicional. Tudo que conquistei carrega um pedaço do seu sacrifício e da sua coragem e por isto dedico todo e qualquer sucesso meu a ela.

Aos meus sogros, Helena e Zeca, que com tanto carinho e generosidade cuidaram do meu filho Nicolás, para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Vocês foram mais que um apoio, foram um alicerce em minha vida, permitindo que eu seguisse em frente.

Ao meu marido, Marciano, meu companheiro de todas as horas, que com paciência, compreensão e amor, esteve ao meu lado em cada momento dessa trajetória. Sua presença me deu forças quando pensei em desistir e me lembrou, todos os dias, que não estava sozinha, a você uma vida de conquistas.

E, ao meu filho Nicolás, minha luz no fim do túnel, que dá sentido a tudo o que faço. Cada sorriso seu me lembra o porquê de seguir em frente, e este trabalho também é para você, que é o meu maior motivo para lutar. A todos vocês, meu amor eterno e gratidão infinita.

É claro que também não poderia deixar de dedicar estas linhas a você, minha querida orientadora Profa Dra Ana Cristina Trindade Cursino, que foi muito mais que uma orientadora: foi uma grande parceira nesta jornada. Seu conhecimento, paciência e generosidade transformaram cada desafio em aprendizado e cada dúvida em crescimento. Nossa cumplicidade fez com que o trabalho em equipe fosse leve, mesmo nos momentos mais desafiadores. Você não somente me guiou academicamente, mas também me mostrou o valor da dedicação, da resiliência e, acima de tudo, da humanidade na ciência. Admiro profundamente a professora que você é, a pesquisadora incansável e, especialmente, a pessoa calorosa que sempre me recebeu com palavras de incentivo e um sorriso sincero. Essa conexão que construímos vai além das páginas deste trabalho; ela fica guardada como um dos

maiores presentes dessa trajetória; muito obrigado por acreditar em mim, mesmo quando eu mesmo duvidava.

Ao Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior, meu coorientador, agradeço profundamente pela orientação dedicada, pelas valiosas contribuições ao longo desta jornada e por acreditar no potencial deste trabalho. Sua generosidade intelectual, paciência e incentivo constante foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Sinto-me honrada por contar com seu apoio ao longo deste processo. Além disso, registro minha gratidão pelo papel essencial que desempenhou em diversas etapas do curso, sempre coordenando, orientando e oferecendo suporte com atenção e profissionalismo. Sua disposição em auxiliar, esclarecer dúvidas e acompanhar de perto cada fase deste percurso acadêmico foi e continua sendo indispensável para que eu me fortaleça enquanto estudante e pesquisadora. Meu agradecimento é imenso por toda dedicação, cuidado e acompanhamento oferecidos ao longo dessa caminhada.

Este TCC é também de vocês, com todo o meu carinho e gratidão.

“A gastronomia molecular é o estudo científico dos fenômenos que ocorrem durante o cozimento dos alimentos, transformando a cozinha em um laboratório onde ciência e arte se encontram”

(This, 2006)

## RESUMO

Este trabalho apresentou uma proposta pedagógica de natureza aplicada, com abordagem exploratória e experimental, fundamentada no desenvolvimento de uma prática educativa interdisciplinar e sensorial que integra a Química e a Gastronomia. O objetivo foi desenvolver e aplicar um material didático experimental multissensorial voltado ao ensino de conceitos químicos fundamentais (pH, Leis Ponderais e Cinética Química) a partir da contextualização das reações de caramelização e de Maillard. A pesquisa foi desenvolvida com uma turma da 1ª série do Ensino Médio em um colégio estadual localizado no município de Medianeira, Paraná. A metodologia adotada foi de natureza mista, com abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório e experimental. A implementação foi estruturada em quatro encontros articulados entre teoria e prática. No primeiro, foi proposto um questionário diagnóstico, seguido de uma aula expositiva e dialogada, a fim de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e introduzir os conceitos teóricos de pH, Leis Ponderais e transformações químicas. Nos segundo e terceiro encontros, ocorreram as oficinas experimentais multissensoriais, nas quais os alunos participaram ativamente da preparação de alimentos, observando e analisando os processos de caramelização e de reação de Maillard sob uma perspectiva investigativa e interdisciplinar. Por fim, no quarto encontro, foi proposto um questionário avaliativo, destinado a comparar as percepções iniciais e finais, bem como evidenciar os avanços conceituais alcançados por meio da proposta. Os resultados sugerem que as práticas investigativas e sensoriais no Ensino de Química, favorecem a discussão e percepção dos fenômenos reacionais, o desenvolvimento da curiosidade científica e a valorização do conhecimento construído em contextos reais.

Palavras-chave: ensino de química; interdisciplinaridade; reação de Maillard; caramelização; experimentação sensorial.

## ABSTRACT

This study presented an applied pedagogical proposal with an exploratory and experimental approach, grounded in the development of an interdisciplinary and sensorial educational practice that integrates Chemistry and Gastronomy. The main objective was to develop and implement a multisensory experimental teaching material designed to teach fundamental chemical concepts (pH, Ponderal Laws, and Chemical Kinetics) through the contextualization of caramelization and Maillard reactions. The research was carried out with a 1st-year high school class from a state school located in the municipality of Medianeira, Paraná, Brazil. The project was structured in four pedagogical meetings that combined theoretical and practical moments. In the first step, a diagnostic questionnaire is followed by a dialogic lecture to identify students' prior knowledge and introduce theoretical concepts related to pH, Ponderal Laws, and chemical transformations. The second and third meetings involved multisensory experimental workshops in which students actively participated in preparing foods, observing and analyzing caramelization and Maillard processes from an investigative and interdisciplinary perspective. Finally, in the fourth meeting, a final questionnaire was applied to compare initial and final perceptions, evidencing conceptual progress and meaningful learning achieved through the proposed methodology. The adopted methodology was a combination of qualitative and quantitative approaches, with both exploratory and experimental characteristics. The results highlighted the potential of investigative and sensorial practices in Chemistry teaching, enhancing the understanding of chemical phenomena, fostering scientific curiosity, and valuing the construction of knowledge in real school contexts.

Keywords: chemistry education; interdisciplinarity; maillard reaction; caramelization; sensorial experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação das principais etapas da ocorrência da Reação de Maillard em alimentos.....	22
Figura 2 - Esquema do Mecanismo de formação do HMF via ocorrência de Caramelização.....	23
Figura 3 - Representação das etapas da Reação de Maillard destacando o HMF.....	24
Figura 4 - Etapas do preparo e caramelização das amostras B (básica) e A (ácida).....	37
Figura 5 - Amostras de frango após o processo de cocção, evidenciando as diferenças de coloração entre os meios ácido, neutro e básico.....	38
Figura 6 - Observação do início da caramelização das soluções de sacarose a diferentes temperaturas (120 °C, 140 °C e 160 °C).....	40
Figura 7 - Comparação entre as soluções de sacarose de diferentes concentrações (40%, 60% e 80%) após o processo de caramelização.....	41
Figura 8 - Etapas do experimento de verificação da Lei da Conservação das Massas durante a caramelização do açúcar.....	42
Figura 9 - Amostras de suspiros preparados em diferentes proporções (1:1, 1:2 e 1:3), na 1 – proporção 1:2, 2 - proporções 1:3 e 1:1 respectivamente, destacando as variações de textura e estabilidade do suspiro.....	43
Figura 10 - Amostras dos suspiros preparados na proporção 1:2, escolhida pelos alunos para degustação.....	44
Figura 11 - Questão “O que é o pH?” do questionário diagnóstico.....	47
Figura 12 - Compreensão sobre a Reação de Maillard questionário final.....	48
Figura 13 - Reconhecimento da Lei de Lavoisier e da conservação da massa.....	48
Figura 14 - Percepção sensorial da Química antes das atividades experimentais.....	49
Figura 15 - Percepção sensorial da Química após as atividades experimentais.....	50
Figura 16 - Compreensão da Química por meios das práticas experimentais.....	50
Figura 17 - Avaliação geral das práticas experimentais pelos alunos.....	52

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Oficinas planejadas, objetivos e conteúdos.....</b>	<b>30</b>
<b>Quadro 2 - Materiais, utensílios, equipamentos e recursos.....</b>	<b>31</b>
<b>Quadro 3 - Condução das Oficinas.....</b>	<b>32</b>
<b>Quadro 4 - Instrumentos de coletas de dados utilizados.....</b>	<b>32</b>
<b>Quadro 5 - Trechos representativos das falas dos alunos.....</b>	<b>45</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Ensino de Química.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Abordagens Pedagógicas e Interdisciplinaridade no Ensino de Química.....	15
3.1.2 Metodologia de experimentação Sensorial.....	17
<b>3.2 Experimentação Investigativa.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Química e Gastronomia.....</b>	<b>20</b>
3.3.1 Caramelização e Reação de Maillard.....	21
3.3.2 Química na Caramelização e Reação de Maillard.....	23
3.3.3 Leis Ponderais, pH e Cinética.....	26
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 O planejamento e a elaboração das Oficinas pedagógicas.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 A implementação das oficinas.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Construção dos dados da pesquisa.....</b>	<b>32</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
5.1 Descrição dos Módulos e Experimentos.....	34
<b>5.1.1 Módulo 1: Investigando o Efeito do pH nas Reações de Escurecimento..</b>	<b>34</b>
<b>5.1.2 Módulo 2: Cinética Química na Caramelização.....</b>	<b>34</b>
5.1.3 Módulo 3: Verificando as Leis Ponderais por Meio da Confeitaria.....	35
5.2 Descrição da implementação das oficinas.....	35
5.2.1 Desenvolvimento das atividades investigativas.....	37
5.3 Análises comparativas do questionário diagnóstico e questionário final.....	46
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>62</b>

<b>APÊNDICE B - SLIDES DA AULA EXPOSITIVA.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE C - CONJUNTO DIDÁTICO EXPERIMENTAL E MULTISSENSORIAL</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE D - FICHAS EXPERIMENTAIS DOS ALUNOS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE F - REGISTROS PESSOAIS DAS FALAS E OBSERVAÇÕES DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES.....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE G - REGISTROS FOTOGRÁFICOS.....</b>	<b>87</b>
<b>G2 - FOTOGRAFIA DURANTE AS ATIVIDADES DO MÓDULO 1.....</b>	<b>88</b>
<b>G3 - FOTOGRAFIAS DAS ATIVIDADES DO MÓDULO 2.....</b>	<b>89</b>
<b>G4 - FOTOGRAFIA DURANTE AS ATIVIDADES DO MÓDULO 3.....</b>	<b>90</b>
<b>G5 - MATERIAIS UTILIZADOS.....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE H - ANOTAÇÕES, OBSERVAÇÕES E COMENTÁRIOS DOS ALUNOS</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da alquimia, a observação sensorial foi uma ferramenta essencial na identificação de substâncias. Os antigos alquimistas utilizavam seus sentidos para analisar cores vibrantes, odores característicos e até sabores, construindo, com base empírica, um saber que fundamentaria a futura química moderna (Holmyard, 1990). Essa abordagem prática e observacional formou os alicerces do que, atualmente, é conhecido como análise qualitativa.

Mesmo com o avanço dos métodos científicos no século XIX, cientistas renomados como Humphry Davy e Marrie Curie ainda recorriam à percepção sensorial em suas descobertas. Nos registros dos estudos com elementos radioativos, Curie descreveu, por exemplo, o brilho azulado do rádio, evidenciando como fenômenos físicos podiam ser percebidos sensorialmente antes mesmo de serem plenamente compreendidos em termos teóricos (Curie, 1961; Brock 1992).

A química analítica clássica, desenvolvida com base nesses princípios observacionais, consolidou-se por meio de testes qualitativos que utilizavam mudanças de cor, liberação de gases ou formação de precipitados como indicadores da presença de íons específicos (Skoog *et al.*, 2014). Esse tipo de abordagem ainda é amplamente empregado em áreas aplicadas: na química de alimentos, por exemplo, a análise sensorial é indispensável para o desenvolvimento e controle de qualidade de novos produtos; já na engenharia de aromas, o olfato humano continua sendo uma ferramenta insubstituível na identificação de compostos voláteis complexos (Belitz; Grosch; Schieberle, 2009).

No contexto do Ensino de Química, os experimentos sensoriais desempenham papel fundamental, ao permitirem transformar conceitos abstratos em experiências concretas. Quando o aluno observa a mudança de cor de um indicador ou sente o calor, ou a liberação de gases de uma reação exotérmica, ele vivencia diretamente os efeitos das transformações químicas, favorecendo uma contextualização significativa. Estudos recentes evidenciam que abordagens que envolvem visão, tato, olfato e outros sentidos auxiliam na compreensão conceitual dos fenômenos, tornando a aprendizagem mais acessível, concreta e contextualizada (Silva, 2021; Galvão; Andrade; Pires, 2024; Portugal; Almeida; Esteve -Souza, 2024).

Essa relação entre química e percepção humana pode ser ilustrada por dois fenômenos de grande impacto sensorial: a caramelização e a reação de Maillard. Embora distintas em seus mecanismos (a primeira consistindo na decomposição térmica de açúcares e a segunda envolvendo reações entre aminoácidos e carboidratos redutores), ambas geram compostos aromáticos e pigmentos responsáveis por sabores e aromas característicos de alimentos cozidos, assados ou tostados (Damodaran; Parkin; Fennema, 2010). Do pão dourado ao aroma de um doce caramelizado, esses processos exemplificam como a química se manifesta no cotidiano de forma direta e sensorial.

A relevância científica desta proposta manifesta-se ao integrar rigor conceitual com práticas experimentais acessíveis, favorecendo a aprendizagem significativa por meio da observação de fenômenos reais. A utilização de reações como caramelização e Maillard permite articular conteúdos fundamentais como pH e leis ponderais, com conceitos de maior complexidade, como a cinética química. Essa perspectiva dialoga diretamente com autores que defendem a experimentação como eixo estruturante da compreensão conceitual e da relação entre teoria e cotidiano no ensino de ciências (Hodson, 1994; Giordan, 1999). Do ponto de vista social, trata-se de uma proposta de baixo custo e fácil implementação, especialmente adequada para instituições com limitações de infraestrutura, promovendo a democratização do ensino de ciências.

Além de favorecer a aprendizagem, essa abordagem recupera a dimensão empírica da química, revelando como princípios moleculares complexos estão presentes em experiências familiares. Ao conectar ciência, alimentação e cotidiano, a proposta não somente enriquece o processo educativo, como também pode despertar o interesse dos alunos pela investigação científica, mostrando que a química é uma disciplina viva, sensorial é essencial para compreender o mundo que nos cerca.

Assim, este trabalho teve como propósito desenvolver um material didático, utilizando as reações de caramelização e de Maillard como recursos pedagógicos para o ensino dos conceitos de pH, Leis Ponderais e Cinética Química, de forma sensorial, inclusiva e contextualizada.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver e implementar um conjunto didático experimental e multissensorial sobre as reações de Caramelização e Maillard com os alunos do ensino médio, abordando conceitos de pH, Leis Ponderais e Cinética Química, e a sua relação com o cotidiano alimentar, estimulando o interesse pela Química por meio da experimentação ativa.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar um conjunto didático experimental e multissensorial que possibilite a visualização e/ou a vivência sensorial dos conceitos de pH, Leis Ponderais e Cinética Química, a partir de reações envolvidas nos processos de Caramelização e Reação de Maillard;
- Implementar o material elaborado junto a estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública situada no município de Medianeira–PR, como material piloto;
- Registrar e documentar as transformações físico-químicas observadas, por meio de fotografias e descrições detalhadas das percepções sensoriais (visuais, olfativas e táteis) relatadas durante a execução das atividades;
- Relatar e discutir as concepções químicas dos estudantes antes e após a implementação do material.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Ensino de Química

O Ensino de Química na educação básica brasileira tem passado por modificações, alinhadas às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que preconiza a formação de um pensamento científico crítico, capaz de compreender fenômenos naturais e tecnológicos do cotidiano, além de promover o uso consciente da Ciência para a valorização da vida e tomada de decisões responsáveis (Brasil, 2018). Essa perspectiva demanda a superação do modelo tradicional, centrado na memorização de fórmulas e reações, em favor de abordagens que privilegiam a construção ativa do conhecimento pelos estudantes.

Nesse contexto, o processo de aprendizagem torna-se relevante quando os conhecimentos científicos são apresentados de forma contextualizada e relacionados às experiências reais dos estudantes, ideia defendida por Hodson (1994), ao apontar que a aproximação com situações do cotidiano favorece a compreensão dos conceitos científicos e a utilização da experimentação contribui para que os alunos possam observar e interpretar fenômenos concretos, estabelecendo conexões entre observação e explicação teórica (Giordan, 1999). Essa abordagem contribui para a compreensão e aplicação dos conhecimentos, por estabelecer conexões entre as novas informações e aquelas já existentes.

Além disso, o desenvolvimento da compreensão científica não se limita à memorização, envolvendo também a análise crítica dos processos, limitações e impactos sociais e éticos da ciência, em uma perspectiva de alfabetização científica que amplia a capacidade de interpretação e tomada de decisões em contextos reais (Santos; Mortimer, 2001). O uso de estratégias multissensoriais e experimentais é fundamental para ampliar o acesso e a participação de estudantes com diferentes necessidades e formas de aprender. Abordagens que mobilizam sentidos como o tato, visão, audição e olfato diversificam as vias de percepção e favorecem o engajamento, permitindo que os fenômenos químicos sejam explorados de maneira mais concreta.

A literatura destaca que a aprendizagem é fortalecida quando se respeitam diferentes estilos de aprendizagem e múltiplas formas de interação com o

conhecimento (Fleming; Mills, 1992; Gardner, 1995); essa abordagem não somente desperta a curiosidade, mas também promove o engajamento com o conteúdo.

Nesse processo, o papel do professor é essencial, devendo priorizar metodologias que posicionem o estudante como agente ativo na construção do conhecimento. Essa visão supera a concepção tradicional de educação como mera transmissão de informações, substituindo-a por uma relação dialógica na qual o questionamento da realidade e a produção coletiva do saber são fundamentais (Freire, 1996).

### 3.1.1 Abordagens Pedagógicas e Interdisciplinaridade no Ensino de Química

Integrar o Ensino de Química a outras áreas do conhecimento constitui uma abordagem pedagógica que amplia o alcance e a relevância dos conteúdos escolares diante da complexidade do mundo contemporâneo. Tal articulação entre saberes distintos propõe a superação da compartimentalização tradicional das disciplinas, favorecendo práticas educativas mais próximas da realidade dos estudantes (Fazenda, 1993).

Ao conectar diferentes perspectivas, permite-se ao aluno interpretar o mundo à sua volta com maior profundidade, essa forma de ensinar estimula também o pensamento crítico e a resolução colaborativa de problemas, já que a análise de fenômenos complexos demanda múltiplos olhares e saberes complementares (Hora, 2018). A BNCC enfatiza a importância de propostas curriculares que privilegiam temas transversais e promovam a interação entre áreas do saber, orientando-se por projetos comuns e práticas educativas contextualizadas (Brasil, 2018).

Apesar de, em alguns contextos, ser tratada como uma tendência pedagógica efêmera, a proposta integradora interdisciplinar exige uma postura comprometida com a construção coletiva do conhecimento (Japiassu, 1976). No espaço escolar, essa atuação integrada se materializa por meio de estratégias que respeitam a complexidade do processo educativo e favorecem uma aprendizagem mais orgânica e contextualizada (Morin, 2000). Nesse cenário, o papel do professor na seleção de conteúdos e práticas pedagógicas se explica pelo fato de que sua atuação é orientada por um conjunto plural de saberes (provenientes da formação, da experiência e das interações cotidianas) que influenciam diretamente suas escolhas

didáticas e o modo como considera os aspectos afetivos, sociais e relacionais dos alunos (Almeida; Biajone 2007).

Por fim, a interdisciplinaridade escolar é um mecanismo que articula universidade e demandas sociais, conforme destacado por Coimbra (2000, p. 58): “[...] um tema, objeto ou abordagem em que duas ou mais disciplinas intencionalmente estabelecem nexos e vínculos entre si para alcançar um conhecimento mais abrangente, ao mesmo tempo, diversificado e unificado”. Dessa forma, se mostra indispensável para um Ensino de Química atual, inclusivo e transformador, capaz de formar sujeitos reflexivos, éticos e conscientes de seu papel na sociedade.

Essa abordagem pedagógica que prioriza o questionamento e a investigação autônoma permite que estudantes participem ativamente de processos científicos (como levantar questões, investigar problemas, formular hipóteses, planejar experimentos e analisar dados de maneira crítica) contribuindo para a construção ativa de conhecimentos científicos na educação básica (Carvalho; Miranda; De-Carvalho, 2020).

Ao contrário dos roteiros fechados, que apresentam resultados previsíveis, a experimentação investigativa estimula o desenvolvimento do pensamento científico e a capacidade de resolver problemas complexos. Essa metodologia integra-se a outras abordagens ativas que vêm revolucionando o ensino de Química. A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), por exemplo, desafia os estudantes a aplicar conhecimentos químicos em contextos reais, promovendo aprendizagem significativa (Savery, 2006).

A sala de aula invertida, por sua vez, reorganiza o tempo pedagógico, transferindo o estudo conceitual para momentos extraclasse e dedicando às aulas presenciais à discussão aprofundada (Bergmann; Sams, 2012). Complementando essas estratégias, a gamificação introduz elementos lúdicos que aumentam o engajamento discente (Deterding *et al.*, 2011). A carência de laboratórios devidamente equipados e de recursos tecnológicos básicos em muitas escolas brasileiras, um problema acentuado em contextos socioeconomicamente vulneráveis; compromete a implementação de práticas pedagógicas inovadoras e a equidade no acesso à educação de qualidade (Ferreira *et al.*, 2024; INEP, 2020). Além disso, a formação docente muitas vezes não acompanha essas inovações, mantendo abordagens centradas na transmissão de conteúdos (Santos; Sá, 2022).

Nesse contexto, o papel do professor exige novas competências para atuar como mediador do processo de aprendizagem, uma vez que o docente deixa de ser mero transmissor de conteúdos para facilitar a construção ativa de saberes pelos alunos (Conceição; Siqueira; Zucolotto, 2025; Oliveira; Araujo, 2016). Além disso, em práticas de ensino investigativo bem implementadas, o educador assume uma postura orientadora ao estimular os estudantes a questionar, refletir e desenvolver suas próprias formas de raciocínio, promovendo maior autonomia intelectual (Araujo; Justina, 2022; Benchimol *et al.*, 2024).

### 3.1.2 Metodologia de experimentação Sensorial

A experimentação sensorial destaca-se como uma estratégia que aproxima os conteúdos químicos da experiência concreta dos estudantes, já que o uso de sentidos como olfato, tato e paladar favorece a compreensão de fenômenos de forma mais significativa. Pesquisas evidenciam que a incorporação de cheiros e sabores nas atividades didáticas aumenta o engajamento e facilita a construção de conceitos ao permitir que os alunos vivenciem diretamente os fenômenos estudados (Edelsztejn; Tarzi; Galagovsky; 2020).

No contexto brasileiro, a experimentação, quando articulada ao cotidiano e planejada com intencionalidade pedagógica, constitui uma prática promotora de aprendizagens. Essa perspectiva ressalta que atividades com mudanças perceptíveis, tais como variações de cor, textura, odor ou estado físico, facilitam a articulação entre teoria e prática e estimulam a autonomia investigativa dos estudantes (Chaves; Morte; Cabral; 2024).

A contribuição da experimentação sensorial torna-se ainda mais expressiva quando relacionada à Educação Inclusiva. Pesquisas voltadas a estudantes com deficiência visual demonstram que recursos multissensoriais, como materiais táteis e estímulos olfativos, possibilitam maior participação e engajamento, compensando limitações impostas por abordagens excessivamente visuais; essa abordagem evidencia a importância de práticas acessíveis que ampliem a participação de todos os estudantes (Galvão; Andrade; Pires; 2024).

Materiais didáticos táteis também têm se mostrado relevantes para o ensino de conceitos tradicionalmente abstratos, como aqueles relacionados à cinética

química. Ao utilizar gráficos sensoriais manipuláveis, é possível favorecer a compreensão da variação da velocidade de reação e de outros elementos fundamentais da área, contribuindo para uma aprendizagem mais concreta e intuitiva, conforme destacam Borges e Cardoso (2019).

O papel da multissensorialidade também encontra respaldo nos aportes da psicologia cognitiva, que destacam que a aprendizagem se torna mais eficaz quando o estudante interage com informações por meio de diferentes representações e estímulos perceptivos, favorecendo a consolidação de conceitos e a formação de modelos mentais mais robustos, discussão amplamente reconhecida em pesquisas sobre processamento de múltiplas representações e integração cognitiva (Ainsworth, 2008).

Atividades que envolvem experimentação sensorial associada a fenômenos presentes no cotidiano reforçam a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de Química; exploração de transformações reais, como oxidação, reações com alimentos ou alterações perceptíveis durante processos de decomposição, permite que os alunos desenvolvam explicações mais aprofundadas sobre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico (Pereira; Sampaio; 2022).

A utilização de experimentos multissensoriais no Ensino de Química tem se mostrado uma abordagem relevante para promover o engajamento e favorecer a compreensão dos conceitos científicos. Essa prática amplia as possibilidades de aprendizagem ao envolver simultaneamente diferentes modalidades perceptivas, oferecendo ao estudante oportunidades concretas de observar, sentir, interpretar e relacionar fenômenos químicos ao seu cotidiano; essa perspectiva é reforçada por pesquisas que evidenciam como circuitos sensoriais, recursos táteis e estímulos visuais podem potencializar a construção do conhecimento ao integrar múltiplos sentidos de forma intencional (Portugal; Almeida; Souza, 2024).

Além de promover maior participação, a experimentação multissensorial estimula a autonomia e o protagonismo discente, especialmente quando associada a práticas investigativas e atividades que valorizam a observação minuciosa de aromas, texturas, sons e variações térmicas. Ao vivenciarem essas experiências, os estudantes têm a possibilidade de estabelecer relações entre o fenômeno observado e os modelos teóricos abordados em sala de aula (Galvão; Andrade; Pires ; 2024).

A neuroeducação também contribui para fundamentar essa abordagem ao demonstrar que a estimulação de múltiplos sentidos favorece tanto a memorização

quanto a elaboração conceitual, auxiliando os estudantes a lidarem com abstrações típicas do ensino de Química. Nesse sentido, o uso de modelos moleculares físicos e digitais, combinado a materiais manipuláveis, amplia a capacidade de visualização e compreensão das estruturas químicas, fortalecendo a aprendizagem conceitual por meio do envolvimento sensorial (Silva; Fonseca; 2021).

Adicionalmente, propostas de ensino inclusivas têm evidenciado que atividades baseadas em percepção tátil, olfativa e sonora não apenas democratizam o acesso ao conhecimento científico, mas também fortalecem a participação de estudantes com necessidades específicas, sem comprometer o rigor científico das atividades. Abordagens como o uso de materiais acessíveis na cromatografia, adaptados para percepção tátil e visual, demonstram que experiências multissensoriais podem viabilizar um ensino de Química inclusivo e contextualizado (Darim et al.; 2024).

Assim, a experimentação multissensorial consolida-se como uma prática pedagógica inovadora e necessária no Ensino de Química contemporâneo, por integrar conceitos, promover a inclusão, ampliar o engajamento e transformar o aprendizado em uma experiência concreta, significativa e acessível a diferentes perfis de estudantes.

### **3.2 Experimentação Investigativa**

A experimentação investigativa é concebida como uma estratégia pedagógica que transforma o papel do laboratório escolar, deslocando-o de um espaço de simples verificação de conteúdos para um ambiente de construção ativa de conhecimento por meio de situações problematizadoras e investigação pelos estudantes. Essa perspectiva rompe com o modelo tradicional de ensino experimental, que frequentemente se limita à execução mecânica de procedimentos com resultados previsíveis e direcionados, propondo em seu lugar atividades no qual os alunos formulam perguntas, elaboram hipóteses, planejam estratégias experimentais e discutem criticamente os resultados (Santos; Baldaquim; Leal, 2018).

Ancorada nos princípios da investigação científica escolar, a investigação adapta os métodos da Ciência ao contexto educativo, transcendendo a mera

transmissão de conhecimentos prontos para proporcionar uma vivência autêntica do fazer científico (Silva e Mortimer, 2017).

O processo investigativo em educação científica favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas nos alunos, como análise sistemática, síntese criativa e avaliação crítica, por meio da resolução de problemas autênticos e do engajamento em atividades que exigem reflexão sobre o próprio pensamento. Ademais, práticas investigativas também promovem competências metacognitivas essenciais à alfabetização científica, pois incentivam os estudantes a monitorar e regular seu raciocínio e aprendizagem ao lidar com fenômenos naturais e desafios reais (Oliveira; Miranda Júnior, 2024; Crivelaro; Zompero; Vilaça, 2024).

Neste contexto, as oficinas interdisciplinares emergem como estratégia didática ao permitirem a convergência de diferentes áreas do conhecimento na abordagem integrada de temas complexos. Estas atividades combinam dimensões práticas, reflexivas e socializadoras, facilitando a articulação entre teoria e prática, saberes escolares e experiências cotidianas.

Quando adequadamente implementada, a experimentação investigativa estimula o engajamento dos estudantes e favorece o desenvolvimento de habilidades científicas, tais como observação cuidadosa, elaboração e comparação de ideias e reflexão sobre evidências, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e para a construção de uma compreensão científica crítica (Trindade; Silva; Coelho, 2017).

### **3.3 Química e Gastronomia**

A relação entre Química e Gastronomia configura-se como uma estratégia pedagógica inovadora. A ciência dos alimentos, enquanto campo multidisciplinar, investiga a composição, estrutura e transformações químicas que ocorrem durante o processamento e preparo de ingredientes (Belitz; Grosch; Schieberle, 2009).

A cozinha, enquanto ambiente familiar e acessível, transforma-se em um laboratório ideal para a exploração didática de reações químicas. Processos como caramelização, fermentação e a reação de Maillard, responsável pelo aroma e cor característicos de alimentos assados, permitem discutir conceitos fundamentais como cinética química, equilíbrio e transformações de energia (Mcgee, 2004). A gastronomia molecular, por sua vez, evidencia os princípios científicos subjacentes

às técnicas culinárias, demonstrando a presença da química em atividades cotidianas (This, 2006).

Do ponto de vista pedagógico, favorece uma aprendizagem ativa, na qual os estudantes podem observar e interpretar mudanças de cor, textura e aroma durante o preparo dos alimentos. Por exemplo, processos como a fermentação do pão podem ser usados para discutir conceitos de bioquímica e transformações químicas, enquanto a caramelização do açúcar exemplifica reações de decomposição térmica e outras transformações químicas presentes no cotidiano (Santos; Reis, 2025), o estudo do pH em marinadas ou da ação de catalisadores em receitas proporciona uma compreensão contextualizada de tópicos como acidez e cinética química.

Essa perspectiva interdisciplinar também contribui para a formação cidadã, estimulando reflexões sobre nutrição e segurança alimentar; ao compreender as transformações químicas envolvidas no preparo e na composição dos alimentos, os alunos desenvolvem uma postura mais crítica e consciente em relação à sua alimentação (Rangel, 2014).

A abordagem gastronômica no ensino de Química, portanto, não somente facilita a mediação de conceitos, mas também promove o letramento científico, articulando saberes técnicos com questões socioculturais relevantes. Dessa forma, a integração entre Química e Gastronomia consolida-se como uma ferramenta didática, que alia rigor científico à aprendizagem. Ao transformar a cozinha em espaço de investigação, os educadores podem despertar o interesse dos estudantes pela Ciência, demonstrando sua relação com o cotidiano.

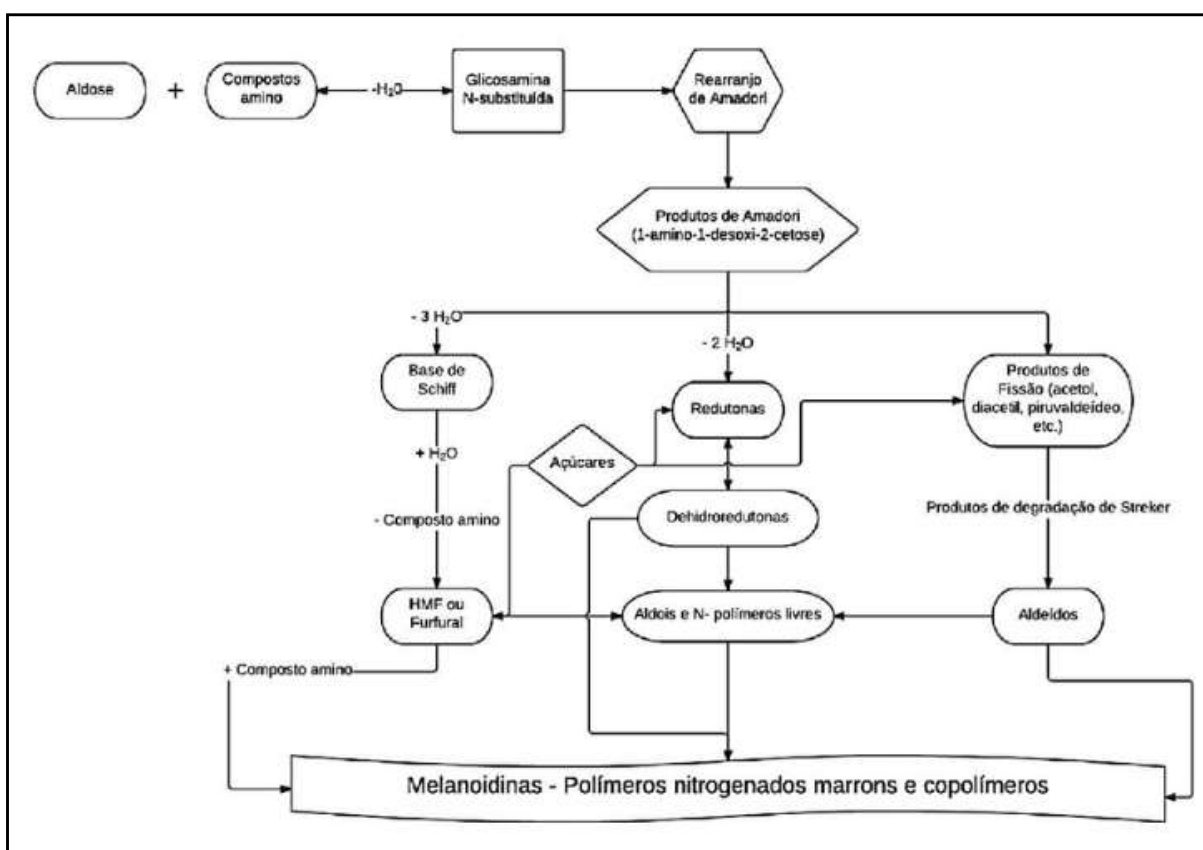
### 3.3.1 Caramelização e Reação de Maillard

A caramelização e a reação de Maillard representam dois importantes processos de escurecimento não enzimático que ocorrem durante o preparo de alimentos, com relevância tanto para a Química quanto para a Gastronomia. A caramelização é um processo de degradação térmica de açúcares que ocorre quando eles são aquecidos a altas temperaturas, geralmente acima de cerca de 160 °C, levando à quebra das moléculas de açúcar e à formação de compostos coloridos e aromáticos que conferem cor e sabor característicos a alimentos como caldas e doces (Sengar; Sharma, 2014). Esse fenômeno envolve reações de

desidratação, isomerização e polimerização de carboidratos, gerando estruturas químicas complexas que conferem coloração dourada e sabores distintos aos alimentos.

Por outro lado, a reação de Maillard é uma série complexa de transformações químicas não enzimáticas que ocorre entre grupos carbonila de açúcares redutores e grupos amino de aminoácidos ou proteínas durante o aquecimento de alimentos, produzindo compostos coloridos e aromáticos responsáveis pelo sabor e coloração dos alimentos dourados e assados (figura 1), comumente observada em temperaturas mais elevadas, tipicamente iniciando-se acima de cerca de 140 °C e prosseguindo até aproximadamente 165 °C (Francisquini et al., 2017). Essa reação produz melanoidinas, pigmentos marrons e uma variedade de compostos voláteis que contribuem para o aroma e sabor característicos de alimentos assados, grelhados ou torrados, como pães, carnes, café e chocolate.

**Figura 1 – Representação das principais etapas da ocorrência da Reação de Maillard em alimentos.**



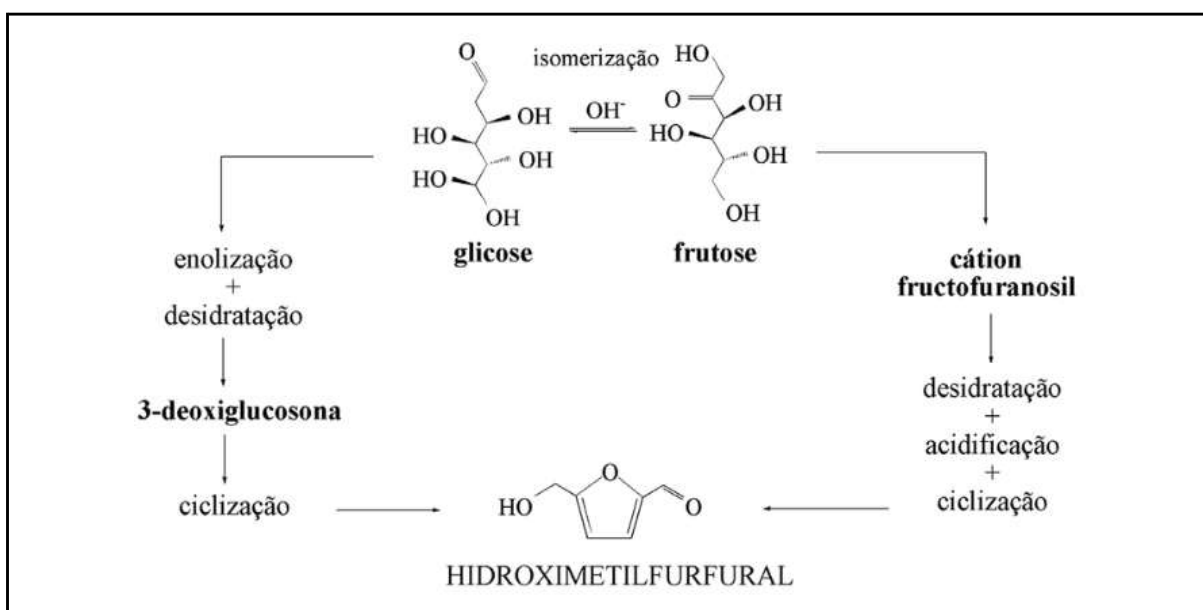
Fonte: Francisquini et al. (2017).

Ambos os processos (a reação de Maillard e a caramelização) são reações de escurecimento não enzimático que desempenham um papel essencial no desenvolvimento de atributos sensoriais como cor, aroma e sabor em alimentos, sendo altamente valorizados tanto em aplicações culinárias como em produtos da indústria alimentícia, influenciando características organolépticas e a aceitação do consumidor (Ding; Bai; Rose, 2025; Shibao; Bastos, 2011). Do ponto de vista químico, essas reações envolvem transformações estruturais profundas nas moléculas orgânicas, sendo influenciadas por fatores como temperatura, tempo de exposição ao calor, umidade e pH.

### 3.3.2 Química na Caramelização e Reação de Maillard

A caramelização é um processo químico complexo que envolve a transformação térmica de açúcares em uma variedade de compostos aromáticos e pigmentos escuros. Quando submetidos a temperaturas elevadas, especialmente acima de cerca de 150 °C, monossacarídeos como glicose e frutose podem sofrer desidratação, levando à formação de intermediários reativos como o 5-hidroxiacetilfurfural (HMF); (figura 2).

**Figura 2 – Esquema do mecanismo de formação do HMF via ocorrência de caramelização.**



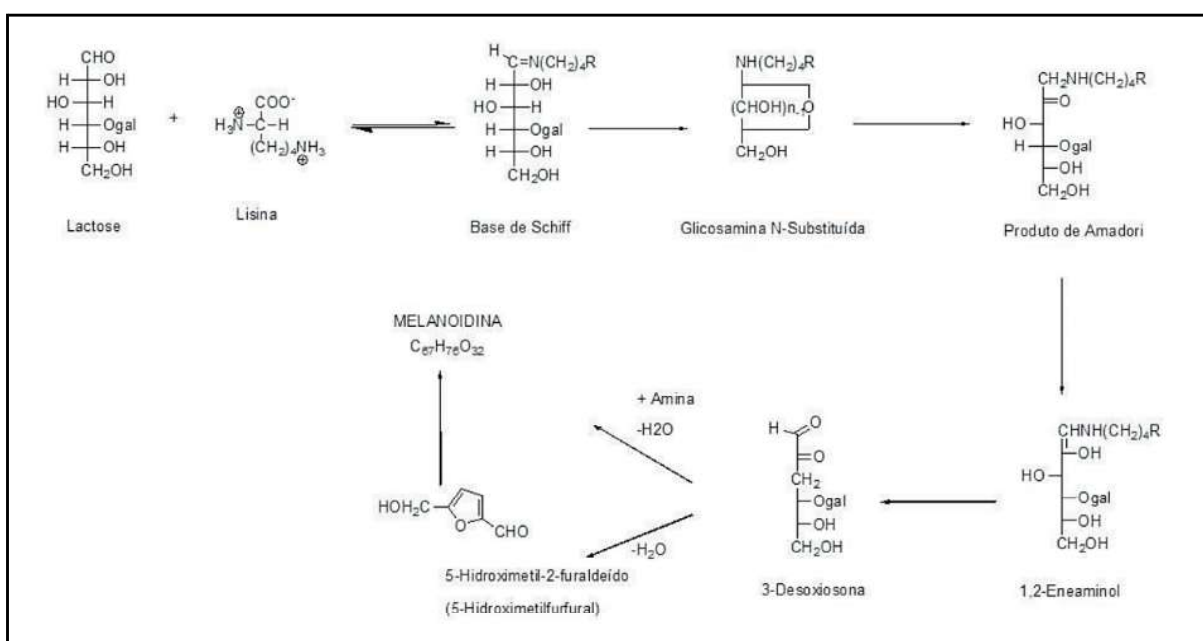
Fonte: Lemos *et al.* (2020).

Que é um composto orgânico formado a partir da desidratação de açúcares que ocorre tanto em processos de escurecimento não enzimático quanto em caramelização, sendo utilizado como marcador de aquecimento térmico em alimentos processados (Martins *et al.*, 2022).

Esses intermediários, por sua instabilidade, participam de reações subsequentes, incluindo desidratação, fragmentações, condensações aldólicas e ciclizações, que levam à formação de uma grande diversidade de compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do caramelo, bem como de polímeros escuros de alto peso molecular (como caramelanos, caramelenos e caramelinas) que conferem a coloração típica observada em produtos caramelizados (Sengar; Sharma, 2014, Chan; Mokhtar; Hong, 2025).

Diversos fatores influenciam significativamente o desenvolvimento da caramelização, como o tipo de açúcar utilizado, o pH do meio, o teor de umidade e a temperatura aplicada, os quais alteram tanto a velocidade quanto os caminhos reacionais das transformações térmicas dos açúcares; um controle rigoroso dessas variáveis é essencial, pois condições inadequadas podem favorecer a formação de subprodutos indesejáveis, incluindo alguns compostos com potencial de preocupação toxicológica, como furanos (incluindo 5-hidroxiacetilfurfural) e outros produtos de degradação térmica, conforme na figura 3 que ilustra as etapas da reação de Maillard destacando o HMF (Kocadağlı; Gökmen, 2018).

**Figura 3 – Representação das etapas da reação de Maillard destacando o HMF**



Fonte: Francisquini *et al.* (2017)

A compreensão detalhada desses parâmetros permite otimizar processos na indústria alimentícia, além de apoiar o desenvolvimento de práticas culinárias mais seguras e eficientes. Do ponto de vista molecular, a caramelização envolve uma série de transformações químicas que começam com a decomposição térmica de açúcares e incluem desidratação, fragmentação de estruturas carbonadas, formação de anéis aromáticos e polimerização subsequente, resultando na geração de compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico e de polímeros coloridos típicos do caramelo; essas etapas são mediadas por intermediários reativos como deoxyosones e furanos formados por enolização e eliminação de água dos açúcares (Chan; Mokhtar; Hong, 2025, Kroh, 1994).

Esse conjunto de reações ilustra como mudanças químicas aparentemente simples resultam em alterações profundas nas propriedades sensoriais dos alimentos, ressaltando o papel fundamental da química no contexto gastronômico.

Quimicamente, a Reação de Maillard inicia-se com a condensação do grupo carbonila de um açúcar redutor com o grupo amino de um aminoácido, formando uma base de Schiff que sofre rearranjo para compostos de Amadori; estes compostos seguem por várias reações subsequentes, como desidratação, ciclização e polimerização, resultando na formação de compostos voláteis aromáticos, pigmentos marrons (melanoidinas) e outros produtos de reação (Andrade, 2024, El Hosry *et al.*, 2025).

Além das implicações sensoriais, alguns produtos da reação de Maillard, especialmente melanoidinas e compostos intermediários, têm sido associados à atividade antioxidante e outros potenciais efeitos biológicos positivos, enquanto outros produtos ou intermediários formados durante o processamento térmico podem apresentar efeitos adversos à saúde, como redução do valor nutricional e associação com processos patológicos (Iriando-dehond *et al.*, 2020, Delgado-andrade, 2014, Shibao; Bastos, 2011)

Fatores como o pH, o tempo de aquecimento, a concentração de reagentes e a atividade de água exercem influência direta sobre a cinética e os produtos finais da reação. Ambientes ligeiramente alcalinos podem favorecer o desenvolvimento da reação de Maillard, já que a dependência de pH sobre as constantes de velocidade afeta a velocidade das etapas reacionais, enquanto a redução da atividade de água tende a intensificar as reações ao limitar a diluição e aumentar a frequência de

colisões entre as moléculas reagentes (Almeida, 2013, Martins; Jongen; Van Boekel, 2001).

A aplicação industrial da Reação de Maillard é explorada na produção de alimentos como café, pães, carnes curadas e laticínios, contribuindo para o desenvolvimento de sabores e cores desejáveis.

### 3.3.3 Leis Ponderais, pH e Cinética

As transformações químicas obedecem a princípios rigorosos e quantitativos que permitem compreender tanto a conservação de massa quanto a velocidade com que as reações ocorrem e como o meio afeta essas transformações. Um dos conceitos centrais na descrição das reações químicas é a conservação de massa, que estabelece que, em um sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos, implicando que a matéria não é criada nem destruída, somente reorganizada entre diferentes espécies químicas. Esse princípio fundamenta toda a estequiometria e é tratado com profundidade em textos clássicos de físico-química, que explicam como balancear equações químicas e calcular relações quantitativas entre reagentes e produtos (Atkins; De Paula, 2002).

A partir dessa base, surge a ideia de que os átomos se combinam em proporções definidas, sustentando os cálculos estequiométricos e as leis ponderais. Leis como a das proporções definidas e a das proporções múltiplas, junto à conservação de massa, explicam por que fórmulas químicas e relações massa-massa permanecem constantes em qualquer reação observada (Laidler, 1987). Esse arcabouço é essencial para entender como quantidades de reagentes determinam quantidades de produtos, sendo fundamental em sínteses químicas de precisão e processos industriais que dependem de balanços rigorosos de massa.

Ao se analisar o comportamento de soluções aquosas, o pH se torna um fator determinante, representando o potencial hidrogeniônico e expressando, de forma logarítmica, a concentração de íons hidrogênio na solução. O pH influencia diretamente os equilíbrios ácido-base e a reatividade de espécies em solução, alterando mecanismos e deslocando equilíbrios. Pequenas variações no pH podem modificar significativamente o comportamento reacional em sistemas biológicos, ambientais e industriais (Atkins; De Paula, 2018; Melo de Oliveira; Saron, 2019).

A cinética química complementa essa análise ao estudar não apenas se uma reação pode ocorrer, mas também quanto tempo ela leva para acontecer e como diferentes condições físicas e químicas influenciam essa velocidade. A cinética abrange as leis de velocidade, ordens de reação e dependência de parâmetros como concentração, temperatura e presença de catalisadores, permitindo modelar matematicamente a evolução temporal das reações (Espenson, 2002; Chang, 2005).

Estudos contemporâneos confirmam a relevância desses conceitos em experimentos práticos, como demonstrado na análise da cinética da reação de Landolt em função do pH, evidenciando que a acidificação do meio altera significativamente tanto a velocidade quanto a ordem da reação (Melo de Oliveira; Saron, 2019). Assim, a integração das leis ponderais, do pH e da cinética química proporciona um quadro coerente e abrangente para compreender reações químicas tanto em termos quantitativos quanto dinâmicos, sendo indispensável para a pesquisa científica e aplicações industriais.

A aplicação conjunta desses conceitos químicos na gastronomia permite desenvolver abordagens científicas no preparo de alimentos. O cálculo estequiométrico adequado, associado ao controle rigoroso de pH e temperatura, possibilita reproduzir resultados culinários e prever modificações nas propriedades sensoriais dos alimentos.

Estudos têm explorado a utilização da Gastronomia como ferramenta didática no Ensino de Ciências e Química, com o objetivo de tornar os conteúdos mais atrativos e contextualizados aos estudantes. Entre os temas abordados, destacam-se as reações de Maillard e a caramelização, processos químicos amplamente presentes no cotidiano alimentar, mas ainda pouco utilizados integradamente em propostas educacionais.

Um exemplo relevante é o trabalho de Igartúa e Sceni (2023), que propôs uma abordagem experimental para o ensino da reação de Maillard. O estudo foi dividido em duas etapas: uma prática simplificada, com tubos de ensaio, e outra com preparo real de biscoitos, variando variáveis como tipo de açúcar, pH, tempo e temperatura. Embora o trabalho seja bem estruturado do ponto de vista químico, ele possui um caráter técnico e voltado ao ensino superior, sem explorar dimensões sensoriais nem promover a investigação ativa por parte dos alunos.

Semelhantemente, Lynch (2023) propôs uma abordagem didática prática publicada na plataforma *Pedagogue*, voltada ao ensino básico, onde os estudantes

comparam alimentos preparados de formas distintas, como vegetais assados e fervidos, para reconhecer visualmente a reação de Maillard. A proposta inclui momentos de discussão e construção de material didático pelos alunos. Contudo, limita-se ao aspecto visual da reação, não abrangendo a experiência sensorial completa (paladar, tato, aroma) e tampouco a caramelização.

No Brasil, o trabalho de Reis (2022), propõe a utilização dos processos culinários como recurso para o ensino contextualizado da Química. O estudo discute conceitos como defumação, secagem e cristalização com base em revisão bibliográfica, valorizando a interdisciplinaridade. No entanto, não apresenta uma aplicação prática em sala de aula nem aborda as reações de Maillard ou a caramelização diretamente.

Outro projeto que merece destaque é o "*Maillard Reaction and Caramelization PBL Project*", da *Ascend Learning* (EUA). Essa proposta é estruturada em torno da Aprendizagem por Projetos (PBL) e culmina na preparação de uma sopa de cebola francesa, permitindo aos estudantes observar as diferenças entre caramelização e Maillard. Embora a atividade ofereça uma vivência prática interessante, ela não apresenta sistematização conceitual aprofundada nem instrumentos pedagógicos que favoreçam a construção ativa do conhecimento científico pelos alunos.

Diante dessas produções, observa-se que, apesar do reconhecimento crescente do potencial pedagógico da gastronomia, ainda existem lacunas importantes a serem preenchidas nas propostas existentes. A maioria delas foca em uma única reação, ignora a dimensão multissensorial do aprendizado e limita-se à aplicação de procedimentos já definidos, sem promover a investigação ativa dos estudantes.

## **4 PERCURSO METODOLÓGICO**

Este trabalho possui natureza aplicada, com abordagem exploratória e experimental, fundamentado na proposta de desenvolver uma prática educativa interdisciplinar e sensorial, centrada na relação entre a Química e a Gastronomia.

Nesse contexto, adotou-se uma abordagem qualitativa, voltada à compreensão dos fenômenos educacionais a partir das experiências vivenciadas pelos estudantes no ambiente escolar. Tal perspectiva é adequada para o desenvolvimento, implementação e análise de intervenções didáticas, permitindo investigar como os alunos constroem conhecimentos em sala de aula e em espaços experimentais(Lüdke; André, 1986).

Assim, a pesquisa está estruturada nas etapas de: (1) Elaboração das oficinas pedagógicas baseadas em atividades de experimentação sensorial e (2) implementação do material junto aos estudantes.

### **4.1 O Contexto da pesquisa e os participantes**

O contexto de proposição e implementação das atividades experimentais sensoriais ocorreu no ano letivo de 2025, junto a estudante da 1ª série do Ensino Médio, composta por 25 sujeitos com idades entre 15 e 16 anos, em um colégio público localizado no município de Medianeira, Paraná.

As atividades ocorreram no componente curricular de Química e tomou como recorte a revisão de conteúdos relacionados às reações químicas, pH e estequiometria trabalhados durante o ano letivo. As ações ocorreram em dois espaços: a sala de aula, destinada às discussões teóricas e reflexões conceituais, e o laboratório/cozinha experimental (anexo A), utilizado para a realização das oficinas práticas e observação dos fenômenos químicos em situações contextualizadas.

### **4.2 O planejamento e a elaboração das Oficinas pedagógicas**

As atividades propostas neste trabalho pautaram-se na experimentação sensorial, integrando princípios da investigação científica escolar e das metodologias ativas, com o propósito de estimular a curiosidade, a autonomia e o protagonismo dos estudantes. A experimentação sensorial possibilita aos alunos observar,

perceber e analisar fenômenos químicos por meio dos sentidos (visão, tato, olfato, audição e paladar), favorecendo a construção de conceitos de maneira concreta, contextualizada e significativa.

Assim, utilizou-se a abordagem da investigação científica escolar, associada às oficinas interdisciplinares teórico-práticas por meio da qual os estudantes foram incentivados a levantar hipóteses, observar fenômenos, registrar dados, interpretar resultados e comunicar suas descobertas, aproximando-se do modo de pensar e agir característico da prática científica.

A estruturação de oficinas interdisciplinares demanda um planejamento colaborativo entre os docentes, com definição de objetivos comuns, elaboração de atividades práticas integradoras e adoção de instrumentos avaliativos que acompanhem e valorizem o processo de aprendizagem, alinhados às concepções contemporâneas de ensino e aprendizagem centradas no estudante (Ostermann; Cavalcanti, 2011).

O desenvolvimento ocorreu em quatro etapas principais: (1) problematização inicial, em que se apresenta uma questão motivadora, vinculada ao cotidiano ou a desafios sociais; (2) investigação, na qual os alunos, guiados por roteiros ou desafios, realizam experimentos, pesquisas ou análises para explorar o tema; (3) sistematização, momento de organização e discussão dos conhecimentos construídos, relacionando-os às diferentes disciplinas envolvidas; e (4) socialização, no qual os resultados são compartilhados por meio de apresentações, relatórios ou produções criativas, promovendo aprendizagem contextualizada, argumentação baseada em evidências e integração de saberes (Sasseron, 2018; Vo; Simmie, 2025; Fazenda, 1993).

O Quadro 1 sistematiza as oficinas planejadas e o Apêndice C contém as atividades.

**Quadro 1 - Oficinas planejadas, objetivos e conteúdos**

<b>Oficinas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conteúdos</b>
<b>Módulo 1: Investigando o Efeito do pH nas Reações de Escurecimento</b>	Analisar a influência do pH nos processos de escurecimento não enzimático, explorando as reações de caramelização e de Maillard	Efeito do pH nas reações
<b>Módulo 2: Cinética Química na Caramelização</b>	Investigar os fatores que influenciam o início de uma reação química, utilizando a caramelização como fenômeno visual e sensorial de referência	Efeito da concentração e temperatura nas reações Cinética Química

<b>Módulo 3: Verificando as Leis Ponderais por Meio da Confeitar</b>	Explorar, de forma prática e contextualizada, as Leis Ponderais da Química, por meio da confecção e análise de doces tradicionais.	Leis Ponderais
--	--	----------------

**Fonte: A autoria própria (2025)**

Os materiais empregados no conjunto didático experimental e multissensorial foram organizados com base nos experimentos propostos, considerando-se tanto a viabilidade técnica quanto a segurança dos participantes. A seleção priorizou itens de baixo custo e de fácil acesso, com o intuito de possibilitar a replicação das atividades em diferentes contextos escolares, inclusive em instituições com infraestrutura limitada (anexo F).

Essa escolha contribui para tornar a proposta pedagógica acessível, sustentável e adaptável à realidade das escolas públicas, valorizando o uso de recursos simples para a promoção de aprendizagens significativas por meio da experimentação (Quadro 2).

**Quadro 2 - Materiais, utensílios, equipamentos e recursos**

<b>Materiais Alimentares</b>	<b>Utensílios e Equipamentos</b>	<b>Recursos pedagógicos e tecnológicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Açúcar refinado e açúcar cristal (para experimentos de caramelização);</li> <li>• Leite, manteiga, carne (cozida ou grelhada), (para reações de Maillard);</li> <li>• Alimentos com diferentes pHs, como suco de limão, vinagre de álcool, bicarbonato de sódio e leite;</li> <li>• Água destilada.</li> <li>• Sal, temperos (ervas finas), ovos, essência de baunilha, leite condensado e coco ralado seco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panelas antiaderentes e frigideiras pequenas;</li> <li>• Colheres de aço inoxidável, espátulas de silicone e fuê;</li> <li>• Fogareiros portáteis elétricos ou de indução (seguros e transportáveis);</li> <li>• Termômetro culinário (faixa de 0 °C a 200 °C);</li> <li>• Placas de Petri, tubos de ensaio, provetas e béqueres para testes complementares de pH e observações, cadinho para aquecimento;</li> <li>• Indicadores de pH (tiras universais ou soluções naturais como suco de repolho roxo);</li> <li>• Cronômetros e relógios digitais para medição do tempo de reação.</li> <li>• Balança, formas de assar, papel manteiga, plástico filme, medidora 250 mL, luvas térmicas, ralador, 3 <i>bowls</i>, fósforos, e sacos de bico de confeiteiro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides explicativos com imagens e conceitos sobre as reações químicas;</li> <li>• Câmera fotográfica ou celular com boa resolução (para registros visuais dos experimentos);</li> <li>• Fichas de observação para registro das transformações sensoriais (visão, aroma, textura);</li> <li>• Questionários-Google (diagnóstico e avaliativo final);</li> <li>• Computador e projetor multimídia para apoio às explicações teóricas.</li> </ul>

**Fonte: A autoria própria (2025)**

Todos os procedimentos foram realizados com atenção às normas de segurança alimentar e de laboratório, incluindo o uso de aventais, toucas e, quando

necessário, luvas térmicas; e o manuseio da docente quando a prática era de risco. Também foi solicitada autorização prévia dos responsáveis para a realização e registro das atividades práticas com os estudantes.

### 4.3 A implementação das oficinas

As ações destinadas à implementação das oficinas ocorreram em quatro encontros, organizados para integrar momentos teóricos, investigativos e experimentais (Quadro 3).

**Quadro 3 - Condução das Oficinas**

<b>Encontros</b>	<b>Ações</b>	<b>Recursos</b>
<b>1</b>	Questionário inicial (Apêndice A) Aula expositiva e dialogada sobre os conteúdos (Apêndice B)	Formulário Slides
<b>2</b>	Implementação das Oficinas 1 e 2	Slides Ficha experimental (Apêndice D) Registros e relatos
<b>3</b>	Implementação da Oficina 3	Slides Ficha experimental (Apêndice D) Registros e relatos
<b>4</b>	Socialização das atividades Questionário final (Apêndice E)	Formulário Slides Registros e relatos

**Fonte: Autoria própria (2025)**

### 4.4 Construção dos dados da pesquisa

Os dados produzidos foram de natureza formativa e qualitativa, sendo coletados de forma contínua, processual e sistemática ao longo de todo o desenvolvimento da intervenção pedagógica. Essa abordagem possibilitou a contextualização das atividades desenvolvidas, considerando o ambiente de aplicação, a dinâmica das aulas e as interações estabelecidas durante a execução da proposta. O acompanhamento das interações, participações e manifestações dos estudantes foi realizado por meio de diferentes instrumentos de coleta de dados, os quais permitiram uma análise descritiva, interpretativa e reflexiva acerca do desenvolvimento da intervenção e de sua adequação ao contexto educacional investigado. Além disso, os registros obtidos contribuíram para situar as ações pedagógicas, evidenciando aspectos relacionados à organização, à participação e

às condições de realização das atividades. Os procedimentos adotados e os instrumentos utilizados encontram-se sistematizados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Instrumentos de coletas de dados utilizados e seus objetivos**

<b>Instrumentos</b>	<b>Objetivo</b>
Questionário diagnóstico inicial	Identificar as concepções prévias dos alunos e possíveis lacunas em seus conhecimentos sobre os conceitos químicos abordados (Apêndice A).
Questionário final	Voltado à análise da compreensão dos conteúdos, das percepções sobre a experiência pedagógica e do nível de engajamento dos alunos com a metodologia proposta (Apêndice E).
Relato de observação	Realizada durante as oficinas experimentais, considerados aspectos como participação, colaboração, curiosidade científica e capacidade de argumentação (Apêndice F).
Registros fotográficos	Produzidos durante as atividades, mediante autorização dos responsáveis, com o intuito de documentar o processo educativo e subsidiar a análise qualitativa dos resultados (Apêndice G).
Registros escritos dos alunos	Compostos por anotações, esquemas, relatos e reflexões elaboradas durante as atividades experimentais, servindo como fonte de evidências sobre o envolvimento e a construção do conhecimento científico (Apêndice H).

**Fonte: Autoria própria (2025).**

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Descrição dos Módulos e Experimentos

#### 5.1.1 Módulo 1: Investigando o Efeito do pH nas Reações de Escurecimento

O primeiro módulo do conjunto didático experimental teve como objetivo analisar a influência do pH nos processos de escurecimento não enzimático, explorando as reações de caramelização e de Maillard, por meio de dois experimentos. O primeiro experimento foi desenvolvido com o propósito de investigar a influência do pH sobre a cinética da reação de caramelização. A atividade consiste na preparação de balas de coco banhadas em caldas de açúcar submetidas a diferentes condições de pH: uma amostra ácida (com adição de vinagre) e outra levemente básica (com bicarbonato de sódio). O segundo experimento visa analisar a influência do pH na reação de Maillard, observando o escurecimento e a retenção de água em amostras de frango marinadas em diferentes soluções. Durante o processo, os alunos devem observar a coloração da crosta, o tempo de escurecimento e a perda de massa após o cozimento.

#### 5.1.2 Módulo 2: Cinética Química na Caramelização

O segundo módulo do conjunto didático experimental teve como propósito investigar os fatores que influenciam o início de uma reação química, utilizando a caramelização como fenômeno visual e sensorial de referência. Nesta etapa, os estudantes analisaram de forma prática e contextualizada como a temperatura e a concentração do reagente (sacarose) determinam o ponto de início da reação, permitindo discutir fundamentos essenciais da Cinética Química relacionados à energia de ativação e à frequência de colisões, por meio do experimento “A Corrida do Açúcar: Investigando o Ponto de Caramelização em Diferentes Concentrações”. O experimento foi desenvolvido com o intuito de identificar a temperatura mínima na qual soluções de sacarose com diferentes concentrações (40%, 60% e 80%) iniciam a caramelização, observada pela primeira mudança de cor para o amarelo-âmbar.

Em vez de analisar o tempo de reação, esta atividade concentrou-se em verificar a influência da temperatura e da concentração no momento de início da reação, permitindo aos estudantes comparar como a quantidade de soluto e a energia térmica disponível afetam o desencadeamento do processo de caramelização.

### 5.1.3 Módulo 3: Verificando as Leis Ponderais por Meio da Confeitaria

O terceiro módulo do conjunto didático experimental teve como objetivo explorar, de forma prática e contextualizada, as Leis Ponderais da Química, por meio da confecção e análise de doces tradicionais. A proposta visou consolidar o entendimento das Leis de Lavoisier e de Proust, relacionando-as aos fenômenos observáveis durante o preparo culinário, promovendo a discussão dessas leis a partir da experimentação sensorial em dois momentos.

O experimento “O Doce que Desapareceu? Pesquisando a Conservação da Massa no Caramelo”. Foi desenvolvido com o propósito de verificar a Lei da Conservação das Massas, formulada por Lavoisier, analisando a possível variação de massa durante a caramelização do açúcar em um sistema aberto.

A “Receita Perfeita do Suspiro: Proporções Definidas na Formação de uma Espuma Estável” foi o segundo experimento do módulo teve como finalidade demonstrar a Lei das Proporções Definidas, formulada por Proust, utilizando a preparação de suspiros como modelo para a análise da proporção entre os reagentes (claras e açúcar).

## 5.2 Descrição da implementação das oficinas

No primeiro encontro, foi realizado um questionário diagnóstico (Apêndice A), contendo questões fechadas, visando identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos envolvidos, tais como pH, cinética química, Leis Ponderais e as reações de caramelização e Maillard.

Essa etapa inicial permitiu compreender as concepções prévias dos alunos e direcionar as ações pedagógicas subsequentes. Por fim, realizou-se uma aula expositiva dialogada, apoiada em recursos visuais (Apêndice B), com o propósito de

retomar e aprofundar os conceitos fundamentais relacionados aos conteúdos químicos abordados. Essa etapa teve como meta preparar os alunos para as atividades experimentais do segundo encontro, consolidando as bases teóricas necessárias para a compreensão prática dos fenômenos.

No segundo encontro, iniciou-se a condução do conjunto didático experimental e multissensorial (Apêndice C), correspondendo aos Módulos 1 e 2 e a realização dos registros fotográficos (Apêndice G). Nessa etapa os alunos receberam guias experimentais (Apêndice D) para a realização das oficinas, sendo separados em grupos para realizarem os preparos dos alimentos. A atividade foi conduzida de forma investigativa, incentivando os alunos a formular hipóteses, registrar observações e identificar as alterações visuais, olfativas e texturais que ocorreram durante o aquecimento dos ingredientes.

Dando continuidade à sequência experimental, foi desenvolvido o terceiro encontro com o Módulo 3 do conjunto didático (Apêndice G). Nessa etapa, os estudantes prosseguiram com a observação e a análise multissensorial dos alimentos preparados, identificando com maior precisão as diferenças entre os processos de caramelização e de reação de Maillard. Durante a atividade, foram estimuladas as análises visuais, olfativas e, quando possível, gustativas, de modo a consolidar o entendimento sobre as transformações químicas envolvidas.

No quarto e último encontro, foi realizada uma conversa sobre as considerações das práticas experimentais, onde os alunos compartilharam suas anotações pessoais e o que eles retratam de cada módulo. Essa retomada permitiu comparar as percepções iniciais e finais. Em seguida, foi aplicado um questionário final (Apêndice E) visando avaliar os avanços na contextualização dos conteúdos, as percepções dos alunos acerca da experiência pedagógica e o impacto da abordagem interdisciplinar e sensorial na aprendizagem.

A implementação do conjunto didático experimental e multissensorial permitiu analisar, sob diferentes perspectivas, o potencial da experimentação como estratégia promotora de aprendizagem significativa no ensino de Química. As atividades realizadas evidenciaram o envolvimento dos estudantes, a ampliação do interesse pelo conteúdo e o desenvolvimento de habilidades investigativas e cognitivas relacionadas à observação, análise e interpretação de fenômenos químicos.

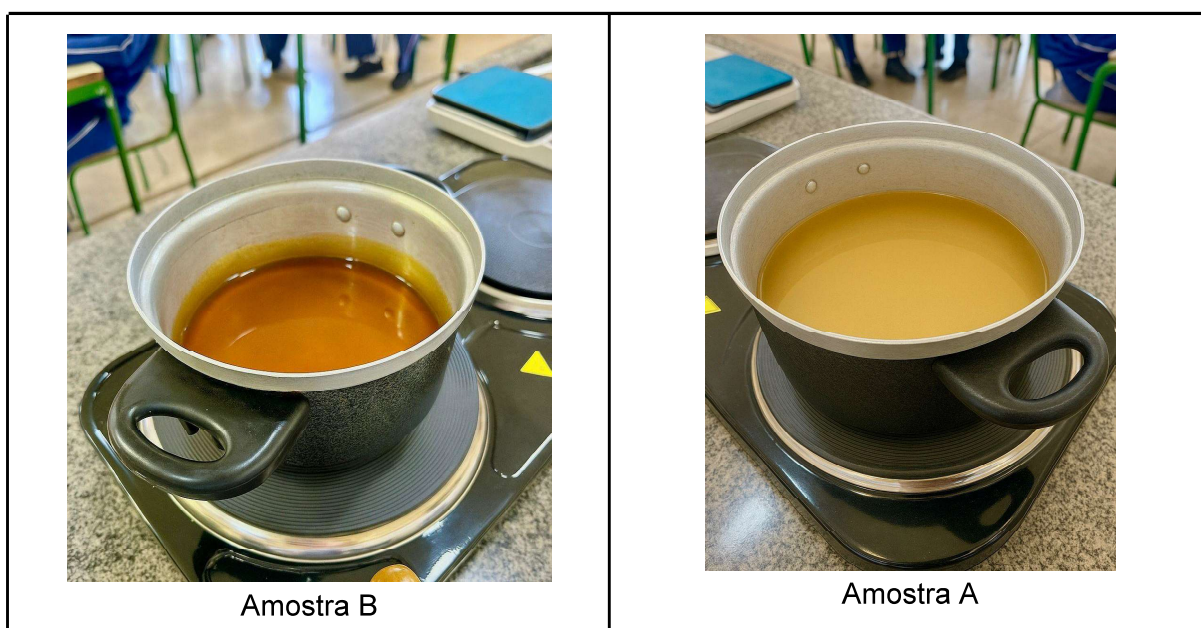
### 5.2.1 Desenvolvimento das atividades investigativas

A análise qualitativa das falas e registros dos alunos ao longo das oficinas permitiu identificar avanços nas habilidades investigativas, evidenciados pela formulação de hipóteses, observação sistemática dos fenômenos e argumentação baseada em evidências empíricas. As falas coletadas durante as discussões e nas fichas de acompanhamento refletem como a abordagem sensorial favoreceu a compreensão de conceitos químicos complexos, mediando a transição entre o concreto (as percepções sensoriais) e o abstrato (as propriedades e transformações químicas).

Durante o desenvolvimento do módulo 1, os estudantes acompanharam visualmente e olfativamente o processo de caramelização do açúcar em diferentes condições de pH, relacionando o tempo de reação e as alterações de cor e aroma à presença de catalisadores ácidos ou básicos e também os alunos compararam o efeito do meio ácido (vinagre) e básico (bicarbonato) na coloração e textura da carne durante a reação de Maillard.

Os estudantes registraram diferenças na coloração, textura e aroma entre as amostras. A calda ácida apresentou tonalidade âmbar mais clara e aroma doce característico, enquanto a calda básica exibiu cor mais escura e sabor ligeiramente amargo (Figura 4).

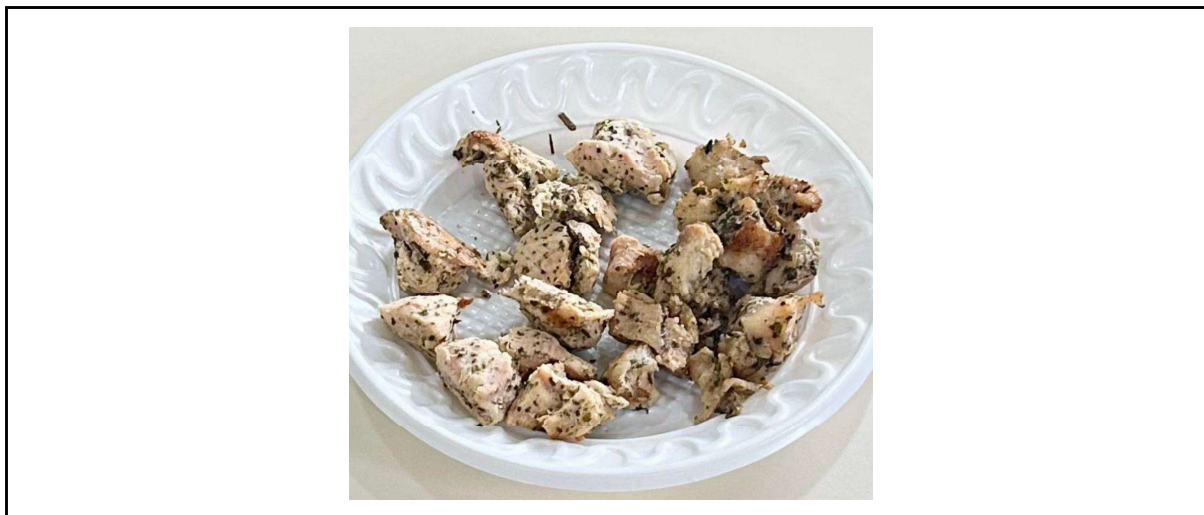
**Figura 4 – Etapas do preparo e caramelização das amostras B (básica) e A (ácida).**



Fonte: Autoria própria (2025)

A amostra alcalina (amostra B) apresentou coloração dourada mais intensa e formação de crosta mais espessa, enquanto a amostra ácida resultou em superfície mais pálida e textura mais macia (Figura 5).

**Figura 5 – Amostras de frango após o processo de cocção, evidenciando as diferenças de coloração entre os meios ácido e básico.**



**Fonte: autoria própria (2025)**

Essas observações demonstram como os alunos articularam percepções sensoriais (cor, aroma e tempo de reação) com conceitos abstratos de cinética química e catalisadores, construindo explicações coerentes com base empírica.

No Experimento 1.1, verificou-se que o pH exerce influência direta sobre a velocidade e o resultado da caramelização, atuando como catalisador da reação. Os meios ácidos aceleraram o início da decomposição da sacarose, enquanto os meios alcalinos favorecem vias alternativas de degradação, resultando em compostos de coloração mais intensa (Kroh, 1994).

A atividade, organizada como uma oficina experimental multissensorial, permitiu aos alunos observar de forma prática como o pH afeta a velocidade das reações químicas envolvidas na caramelização, estimulando simultaneamente visão, olfato e tato. Dessa forma, acompanharam as mudanças de coloração, aroma e textura do açúcar submetido a condições ácidas, neutras e básicas.

Durante o experimento, os estudantes notaram que as amostras em meio ácido escureciam mais rapidamente, enquanto as em meio básico apresentavam maior lentidão para atingir a tonalidade âmbar. Essas diferenças sensoriais geraram questionamentos e discussões sobre o motivo da variação no tempo de reação,

conduzindo à reflexão sobre o papel das substâncias ácidas e básicas como catalisadoras ou inibidoras.

Na mediação docente, esclareceu-se que mudanças sensoriais mais rápidas (como surgimento de cor, aroma e alteração de textura) são indicadores diretos da velocidade de uma reação química. A professora explicou que, quando uma substância antecipava essas mudanças, ela atuava como catalisador, e acelerando a reação. Assim, os alunos compreenderam que suas percepções sensoriais constituíam evidências científicas da variação na velocidade das reações.

As falas dos estudantes reforçaram essa compreensão, com interpretações como: *“o limão faz o açúcar mudar de cor mais rápido”* e *“a base demorou mais, então a reação ficou mais lenta”*. As respostas demonstraram que conseguiram relacionar fenômenos observáveis a conceitos abstratos, construindo entendimento sólido sobre a influência do meio reacional na cinética das transformações químicas. Dessa maneira, a abordagem experimental multissensorial mostrou-se altamente eficaz para aproximar teoria e prática, favorecendo a contextualização dos conceitos de catalisadores, cinética e estrutura molecular.

No Experimento 1.2, constatou-se que o pH básico favoreceu a Reação de Maillard, acelerando o escurecimento e intensificando o aroma característico do processo. A atividade permitiu aos alunos observar, por meio de análise sensorial, como o pH interfere nas transformações químicas associadas à formação de cor, textura e aroma dos alimentos.

As amostras submetidas a meio básico apresentaram escurecimento mais intenso e rápido, enquanto aquelas tratadas em meio ácido exibiram reação parcialmente inibida, com crosta mais clara e textura mais macia devido à desnaturação proteica. Durante a oficina, os alunos participaram ativamente da manipulação dos ingredientes e da observação das mudanças sensoriais, o que despertou curiosidade, engajamento e capacidade de análise.

As discussões mediadas após o experimento evidenciaram que compreenderam que o pH altera o ambiente químico da reação, interferindo tanto na velocidade quanto na formação dos produtos. Comentários como *“a carne com bicarbonato ficou mais dourada porque reagiu mais rápido”* e *“o limão deixou mais macia, então mudou a proteína”* evidenciaram que os estudantes conseguiram relacionar as transformações visuais e táteis com conceitos de cinética, estrutura molecular e propriedades das proteínas.

A abordagem multissensorial e contextualizada favoreceu significativamente a construção do conhecimento, pois os alunos puderam ver, cheirar e tocar os resultados das reações, compreendendo que fenômenos cotidianos, como o preparo de carnes e pães, envolvem processos químicos reais e explicáveis pela ciência. Essa vivência prática reduziu a abstração dos conteúdos, aumentou o interesse pela Química e reforçou a percepção da presença da ciência no cotidiano.

Assim, o conjunto dos experimentos se destacou não somente pelo caráter demonstrativo, mas também pelo impacto formativo que gerou nos estudantes, ao integrar construção conceitual, sensibilização sensorial e reflexão científica. Ambos os experimentos consolidaram a compreensão do papel do pH nas transformações químicas dos alimentos e demonstraram o potencial pedagógico das atividades investigativas multissensoriais para a contextualização em Química.

No módulo 2, os alunos compararam como diferentes concentrações de açúcar e faixas de temperatura influenciam o início da caramelização, observando as mudanças visuais que indicam o ponto exato na qual a reação começa. Verificou-se que, nas temperaturas mais elevadas, a coloração âmbar se formou mais rapidamente, evidenciando a aceleração da reação (Figura 6). Além disso, soluções mais concentradas de sacarose apresentaram menor tempo de reação e aroma mais intenso, resultando em caramelos de coloração mais escura e textura mais viscosa (Figura 7).

**Figura 6 – Observação do início da caramelização das soluções de sacarose em diferentes concentrações (40%, 60% e 80%).**



Fonte: autoria própria (2025)

**Figura 7 – Comparação entre as soluções de sacarose de diferentes concentrações (40%, 60% e 80%) após o processo de caramelização.**



Fonte: autoria própria (2025)

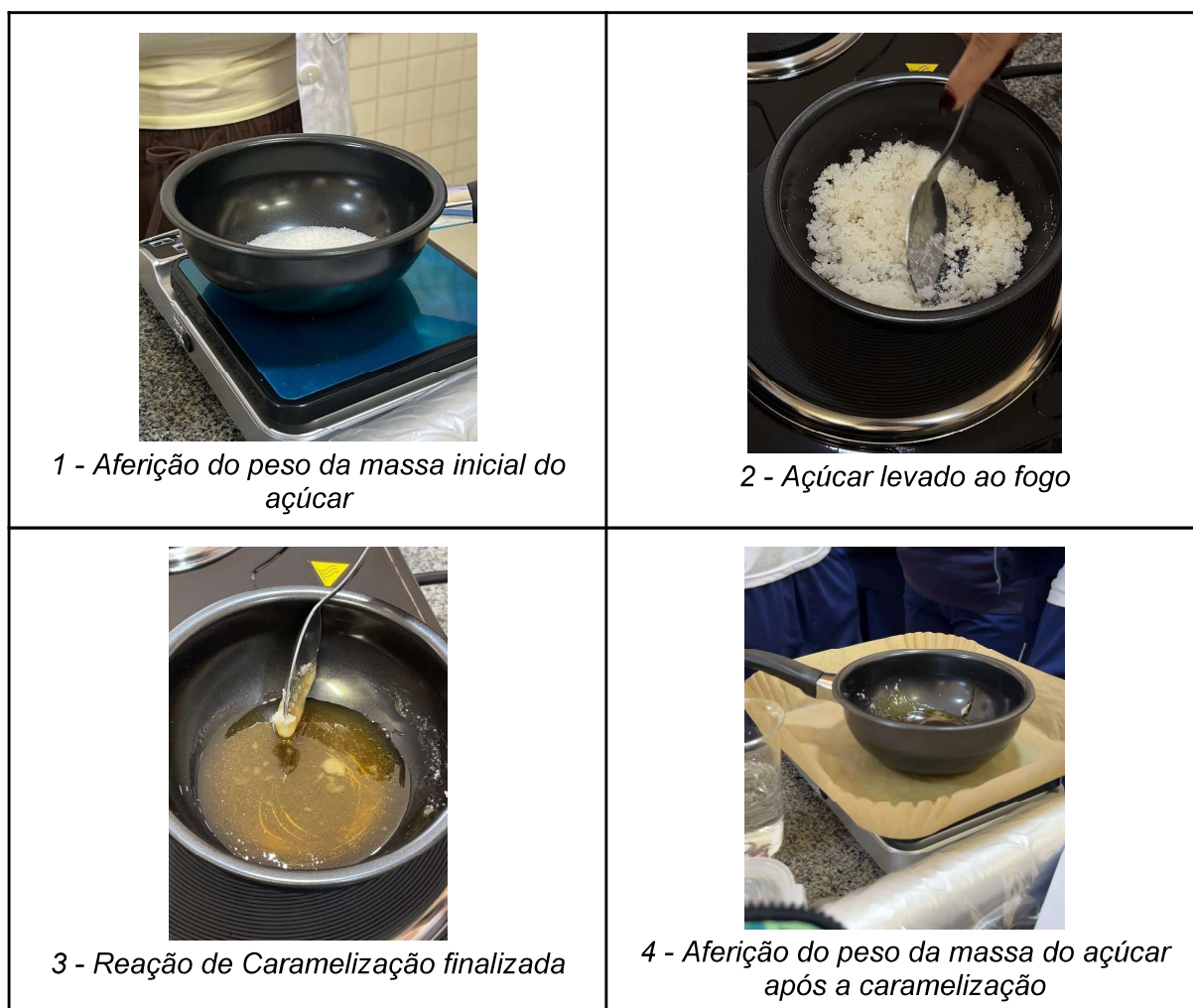
A solução de 40% de sacarose apresentou o maior ponto de início da caramelização, necessitando temperaturas mais elevadas para que a reação se iniciasse. A mudança de cor só ocorreu em 180 °C, indicando que soluções mais diluídas exigem maior aporte de energia térmica para as moléculas alcançarem as condições necessárias para iniciar a reação de caramelização. A solução de 60% apresentou um comportamento intermediário, o início da caramelização ocorreu em 160 °C, refletindo a maior disponibilidade de moléculas reativas quando comparada à solução de 40%.

Já a solução de 80% de sacarose iniciou a caramelização nas menores temperaturas observadas, frequentemente entre 130 °C. A alta concentração de açúcar favoreceu o desencadeamento mais precoce da reação, uma vez que aumenta significativamente a probabilidade de colisões efetivas entre as moléculas.

A maior concentração de sacarose favoreceu o aumento da frequência de colisões moleculares, permitindo que a reação de caramelização se iniciasse em temperaturas mais baixas. Essa relação evidenciou aos estudantes que a quantidade de reagente disponível influencia diretamente a energia necessária para o início da transformação química. A experiência proporcionou uma vivência concreta dos princípios da cinética, possibilitando a observação sensorial das mudanças de cor e a interpretação de como a concentração afeta o ponto de início da reação.

No terceiro módulo, as discussões focaram nas diferenças entre caramelização e reação de Maillard, enfatizando a percepção de aroma e sabor. Observou-se uma leve redução da massa total após o aquecimento, indicando a liberação de vapores e gases voláteis durante a decomposição térmica do açúcar (Figura 8).

**Figura 8 – Etapas do experimento de verificação da Lei da Conservação das Massas durante a caramelização do açúcar.**



Fonte: autoria própria (2025)

A Amostra 1 (1:2) apresentou textura leve e crocante, com estrutura estável e sabor agradável. Já a amostra 2 (1:1) resultou em espuma instável, que perdeu volume e consistência. E por fim a amostra 3 (1:3) apresentou sabor excessivamente doce e textura granulada, evidenciando a saturação da mistura (Figura 6).

**Figura 6 – Amostras de suspiros preparados em diferentes proporções (1:1, 1:2 e 1:3), na 1 – proporção 1:2, 2 - proporções 1:3 e 1:1 respectivamente, destacando as variações de textura e estabilidade do suspiro.**



Fonte: autoria própria (2025)

No Experimento 3.1, os estudantes identificaram que a aparente perda de massa não representava uma violação da Lei de Lavoisier, mas sim uma consequência do uso de um sistema aberto, no qual parte dos produtos voláteis foi liberada para a atmosfera. Essa constatação permitiu reforçar o conceito de conservação da matéria, evidenciando que a massa total permanece constante somente quando os sistemas são fechados. A discussão também possibilitou contextualizar o fenômeno com práticas culinárias cotidianas, nas quais processos como evaporação, pirólise e liberação de vapores alteram a aparência, o volume e até a massa aparente dos alimentos, sem que isso represente perda real de matéria (Fellows, 2006).

Já no Experimento 3.2, os dados observados confirmaram que existe uma proporção ideal entre os componentes para a formação de uma estrutura estável, corroborando a Lei de Proust, segundo a qual as substâncias compostas apresentam proporções fixas entre seus constituintes (Atkins, 2014).

A análise das misturas demonstrou que pequenas variações na quantidade relativa dos ingredientes comprometem a estabilidade e a textura da preparação, evidenciando na prática a importância das proporções constantes. Ao final da atividade, os alunos produziram suspiros utilizando a proporção 1:2, escolhida

coletivamente, e puderam degustar o resultado, explorando diferentes formatos e decorações (Figura 10). Essa etapa de aplicação prática reforçou a compreensão de como as leis ponderais se manifestam em preparações culinárias reais, tornando o conteúdo mais significativo, concreto e contextualizado para os estudantes.

**Figura 10 – Amostras dos suspiros preparados na proporção 1:2, escolhida pelos alunos para degustação.**



**Fonte: Autoria própria (2025)**

Durante a implementação dos módulos experimentais, foram registradas observações e comentários espontâneos dos estudantes, obtidos a partir das discussões em grupo, anotações nas fichas de acompanhamento e falas durante as oficinas.

Esses registros refletem a maneira como os alunos interpretaram os fenômenos, formularam hipóteses e buscaram explicações com base em evidências empíricas, demonstrando o avanço das habilidades investigativas e a consolidação da contextualização dos conteúdos (Apêndice H).

No Quadro 5, são apresentados trechos representativos das falas dos alunos ao longo dos três módulos que compõem o conjunto didático multissensorial, organizados conforme o tema experimental abordado em cada etapa. Esses registros evidenciam como os estudantes estabeleceram relações entre as atividades propostas e os contextos experimentais vivenciados durante a intervenção pedagógica. As falas permitem identificar percepções, associações e interpretações construídas a partir das situações apresentadas, contribuindo para a compreensão de como o conjunto didático favoreceu a contextualização dos conteúdos químicos em experiências próximas ao cotidiano dos participantes.

**Quadro 5 - Trechos representativos das falas dos alunos nos três módulos do conjunto didático multissensorial e as interpretações pedagógicas**

<b>Módulo / Experimento</b>	<b>Comentários dos alunos</b>	<b>Interpretação pedagógica</b>
<p><b>Módulo 1 – Investigando o Efeito do pH nas Reações de Escurecimento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experimento 1.1–Do Branco ao Âmbar: Como o pH Acelera a Transformação do Açúcar</b></li> </ul>	<p>“Eu não sabia que o vinagre podia deixar o caramelo mais claro, parece que ele impede de escurecer rápido.”“O bicarbonato fez o caramelo ficar bem mais escuro e até com gosto um pouco amargo.”“Agora entendi o que é catalisar, o pH muda a velocidade da reação.”</p>	<p>As falas indicam que os alunos compreenderam, por meio da observação sensorial, o papel do pH como fator que altera a velocidade da reação, relacionando conceitos de catalisadores e cinética química com a prática culinária.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experimento 1.2–Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O Papel do pH na Culinária</b></li> </ul>	<p>“A carne com bicarbonato ficou mais dourada e com cheiro de churrasco.”“A com vinagre ficou mais clara, parecia cozida e não assada.”“É igual quando a gente põe limão na carne, ela cozinha um pouco, mas não doura.”</p>	
<p><b>Módulo 2 – Cinética Química na Caramelização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experimento 2-A Corrida do Açúcar: Investigando a Velocidade das Reações em Diferentes Temperaturas e Concentrações</b></li> </ul>	<p>“A 180 graus o açúcar escureceu muito rápido, quase queimou.”“Quanto mais quente, mais rápido reage, faz sentido com o que vimos na teoria.”“A solução com mais açúcar virou caramelo antes, acho que tem mais moléculas pra reagir.”</p>	<p>As observações demonstram que os alunos estabeleceram relação direta entre temperatura, concentração e velocidade de reação, articulando percepções sensoriais e conceitos teóricos, evidenciando compreensão dos princípios da equação de Arrhenius</p>
<p><b>Módulo 3 – Verificando as Leis Ponderais por Meio da Confeitaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experimento 3.1–O Doce que Desapareceu? Pesquisando a Conservação da Massa no Caramelo</b></li> </ul>	<p>“O peso diminuiu, mas o professor explicou que o vapor sai, então não some matéria.”“Agora entendi o que Lavoisier quis dizer, nada se perde, só muda de forma.”“Se tivesse uma tampa, não perderia nada, né?”</p>	<p>Os registros revelam que os alunos compreenderam a Lei da Conservação das Massas e conseguiram explicar a aparente perda de massa pela liberação de gases em sistema aberto, consolidando o raciocínio científico por meio da observação empírica.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experimento 3.2-A Receita Perfeita do Suspiro: Proporções Definidas na Formação de uma Espuma Estável</b></li> </ul>	<p>“O suspiro com mais açúcar ficou duro e doce demais.”“O que tinha menos açúcar desmontou, não formou a espuma direito.”“A proporção 1:2 deu certo, agora entendi que tem uma relação exata.”</p>	<p>As falas indicam que os alunos compreenderam a importância das proporções fixas entre reagentes, associando o sucesso da receita aos fundamentos da Lei de Proust. A degustação e a comparação sensorial reforçaram o aprendizado por meio da experimentação prática e prazerosa.</p>

Fonte: Autoria própria (2025)

A análise qualitativa das observações e registros indicou um avanço na compreensão dos conceitos químicos abordados. As representações finais mostraram maior coerência científica e detalhamento nas explicações dos fenômenos, evidenciando a relevância da abordagem multissensorial e interdisciplinar. Conclui-se que a integração entre teoria e prática, somada à contextualização dos conteúdos e à participação ativa dos estudantes.

### **5.3 Análises comparativas do questionário diagnóstico e questionário final**

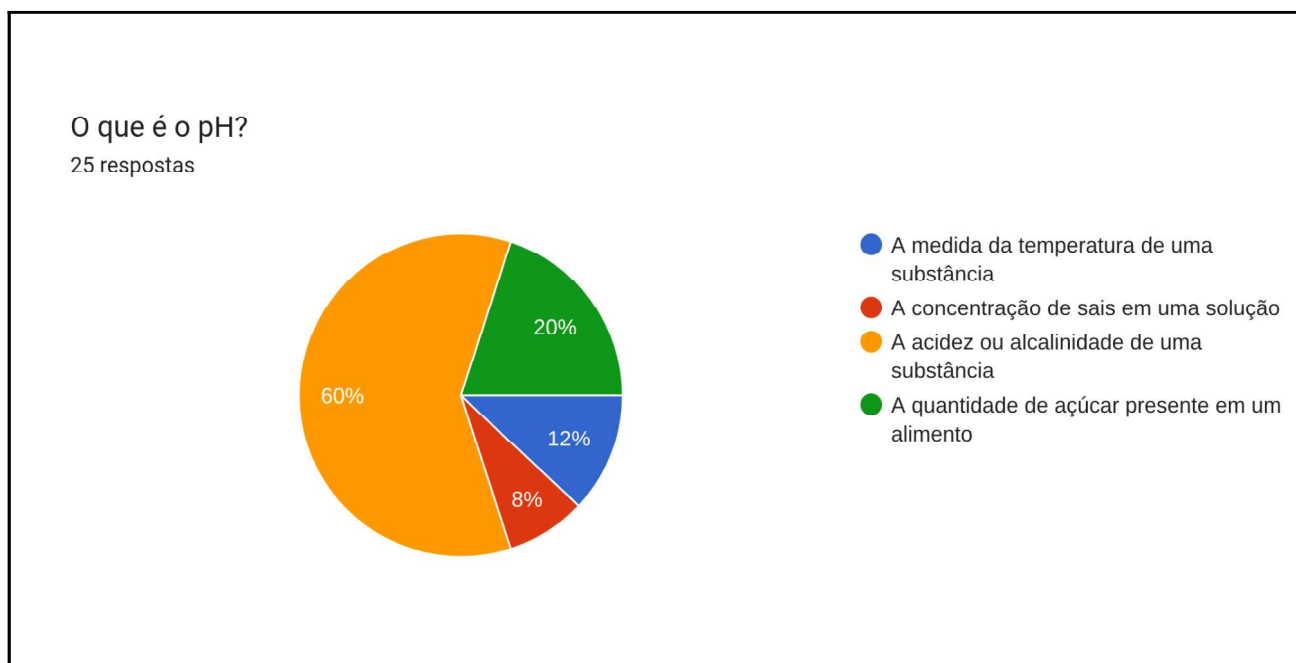
A proposição dos questionários diagnóstico e final possibilitou avaliar, de forma qualitativa, os avanços conceituais e atitudinais dos estudantes após a implementação do conjunto didático experimental e multissensorial. Esses instrumentos permitiram comparar as percepções iniciais e finais dos participantes, evidenciando mudanças na forma como os conceitos químicos foram compreendidos e interpretados ao longo da intervenção. As respostas obtidas possibilitaram identificar contribuições das atividades investigativas e sensoriais para a construção de relações entre teoria e prática, bem como para a ampliação da percepção da Química como uma ciência presente no cotidiano, associada a fenômenos observáveis e experiências concretas vivenciadas pelos estudantes.

No questionário diagnóstico, observou-se que a maioria dos alunos apresentava concepções fragmentadas e, em alguns casos, incorretas sobre temas fundamentais, como pH, transformações químicas, Leis Ponderais e Cinética Química. Muitos associaram o termo *pH* à temperatura ou composição dos alimentos, demonstrando desconhecimento sobre sua real definição e influência nas reações químicas. Situação semelhante foi verificada nas questões sobre as Leis Ponderais, em que parte dos participantes não compreendia a relação entre massa e conservação nas reações.

Inicialmente, no questionário diagnóstico (Figura 11), os alunos demonstraram um conhecimento fragmentado sobre o conceito de pH, evidenciado por respostas pontuais e pouco articuladas, muitas vezes restritas a definições superficiais ou memorizadas. Observou-se dificuldade em relacionar o pH a situações experimentais, ao cotidiano ou a outros conceitos químicos, indicando uma

compreensão ainda descontextualizada e limitada do tema no momento inicial da intervenção.

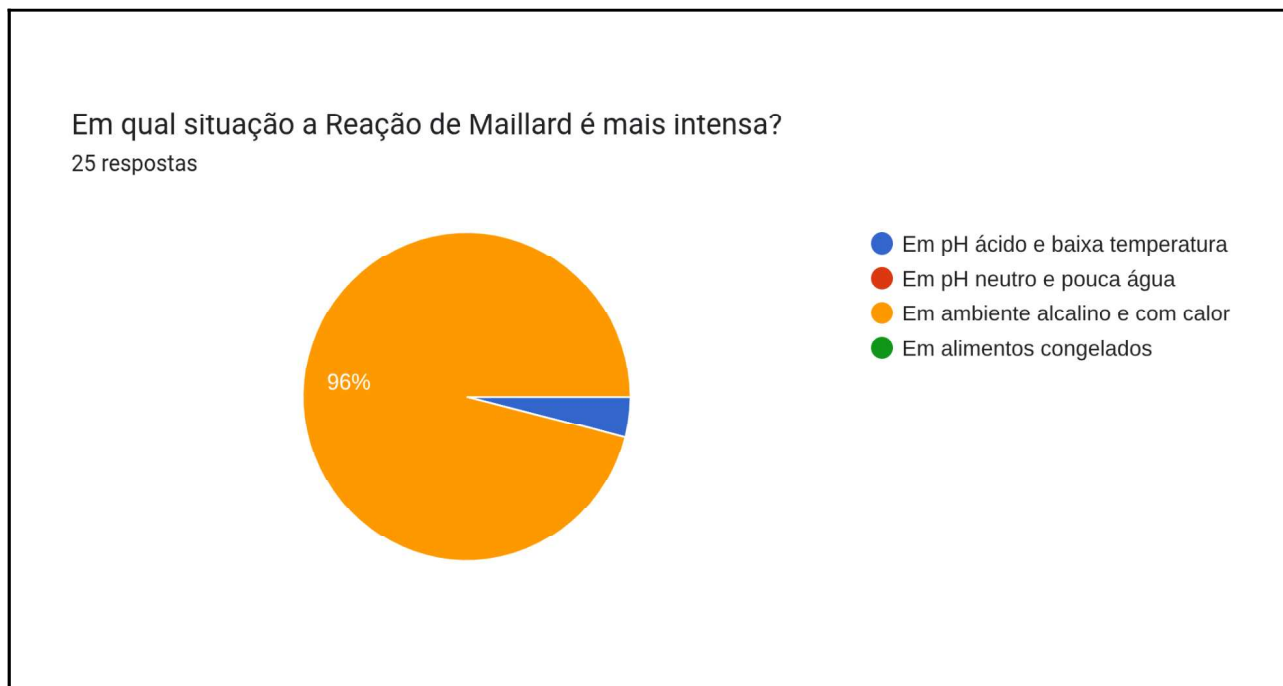
**Figura 11 – Questão “O que é o pH?” do questionário diagnóstico**



Fonte: Autoria própria(2025)

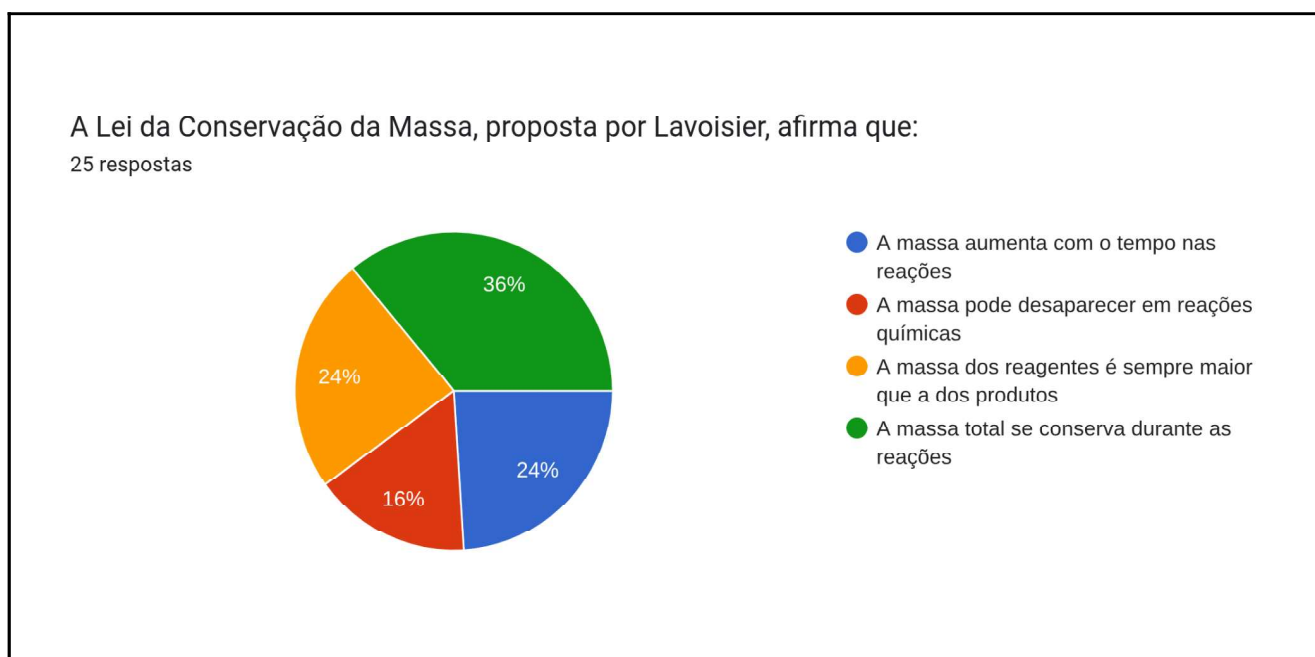
Após a intervenção pedagógica, o questionário final revelou avanços significativos na consolidação do conceito de pH. Todos os estudantes identificaram corretamente o pH como medida de acidez ou alcalinidade capaz de acelerar, ou inibir reações químicas.

A respeito da reação de Maillard, inicialmente 100% dos alunos não a conheciam e não sabiam do que se tratava, evidenciando que, apesar de ser um fenômeno presente em diversas situações do cotidiano, ainda é pouco associado pelos estudantes aos processos químicos envolvidos; já no questionário final, observou-se que 100% dos estudantes reconheceram corretamente a combinação necessária para a ocorrência da Reação de Maillard, identificando a presença de açúcar redutor, aminoácido e calor. Além disso, 95% dos participantes demonstraram assimilação dos conteúdos de forma contextualizada, conforme evidenciado pelas respostas apresentadas (Figura 12), nas quais os conceitos foram associados a situações práticas e a exemplos do cotidiano, indicando uma contextualização mais integrada dos fenômenos químicos abordados ao longo da intervenção.

**Figura 12 – Compreensão sobre a Reação de Maillard (questionário final)**

Fonte: Autoria própria (2025)

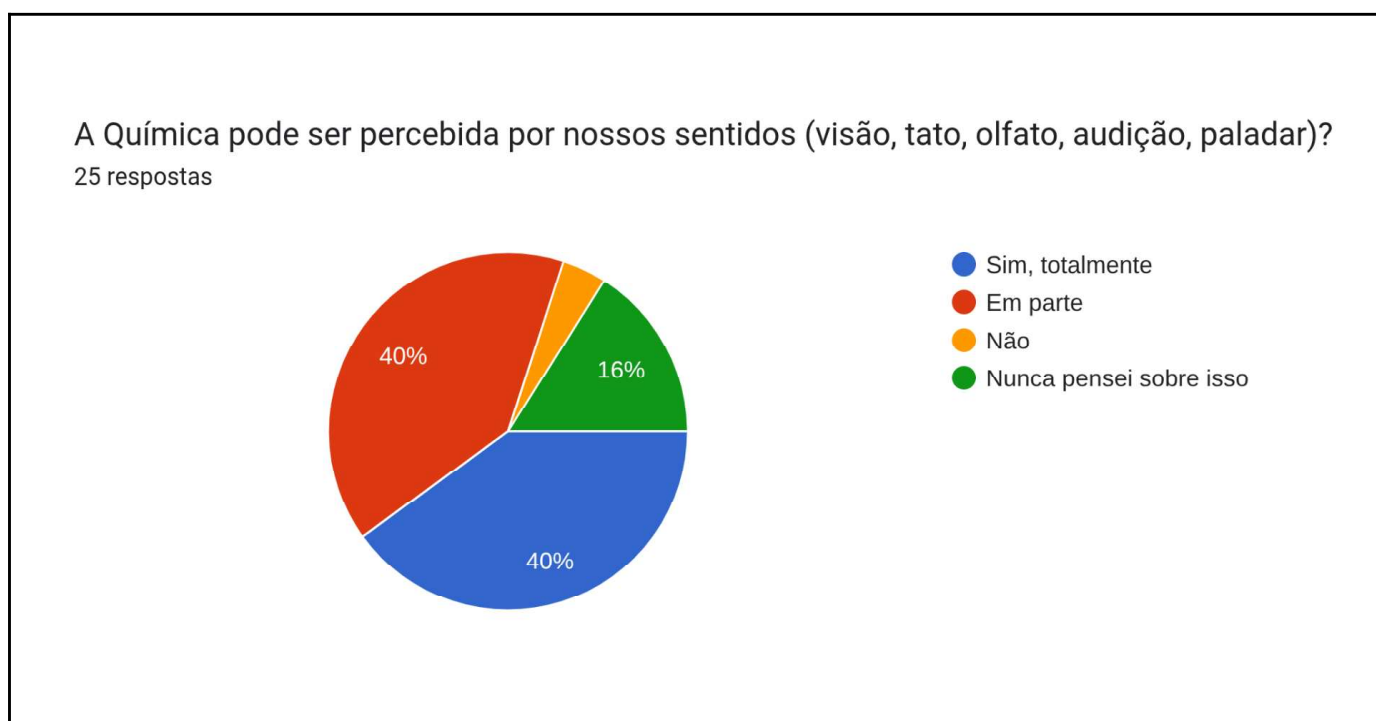
Inicialmente os participantes não demonstraram compreender a Lei de Lavoisier como um dos fundamentos que explicam a relação entre reagentes e produtos em uma transformação química, o que revelava dificuldades na interpretação dos fenômenos e na construção de um pensamento científico estruturado (Figura 13).

**Figura 13 – Reconhecimento da Lei de Lavoisier e da conservação da massa**

Fonte: Autoria própria (2025)

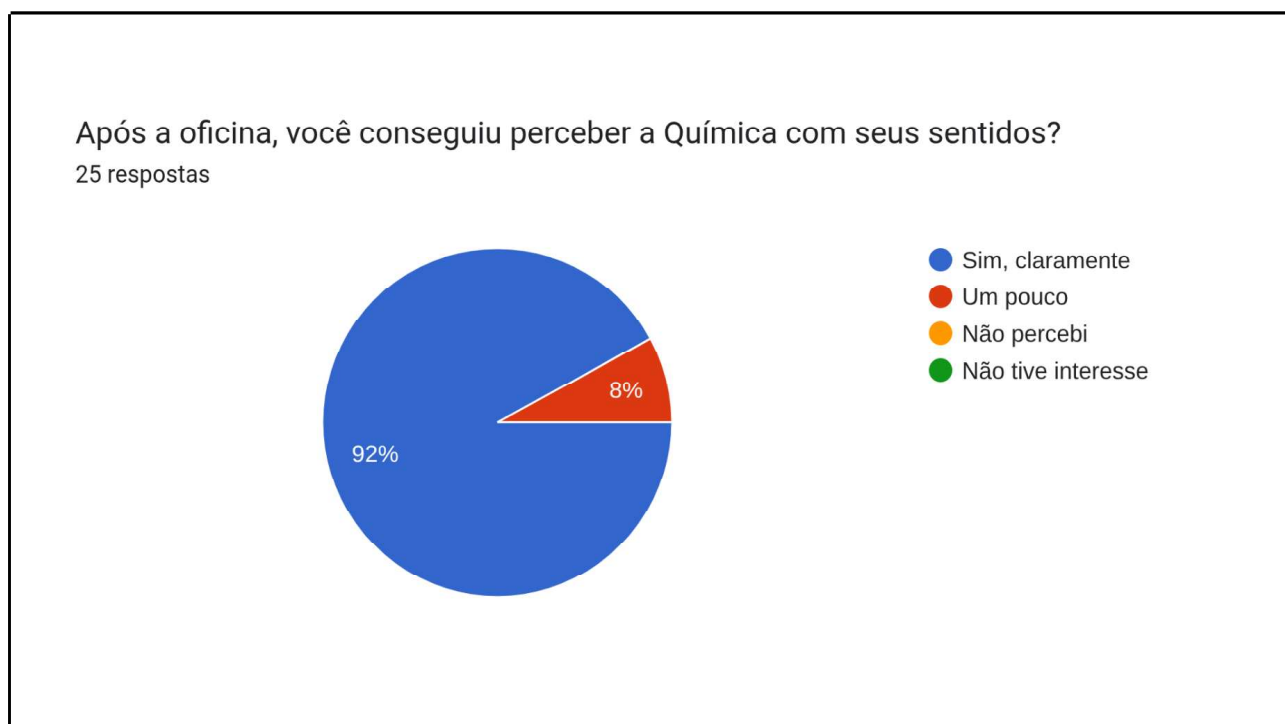
Após a intervenção, a totalidade dos participantes compreendeu a Lei de Lavoisier como o princípio que estabelece a conservação da massa durante as transformações químicas, evidenciando evolução na capacidade de raciocínio lógico e científico. Em relação à percepção sensorial, os alunos inicialmente não tinham clareza de que era possível perceber a Química por meio dos sentidos, demonstrando desconhecimento sobre como fenômenos como mudanças de cor, aroma e textura podem servir como evidências concretas de transformações químicas (Figura 14).

**Figura 14 – Percepção sensorial da Química antes das atividades experimentais**

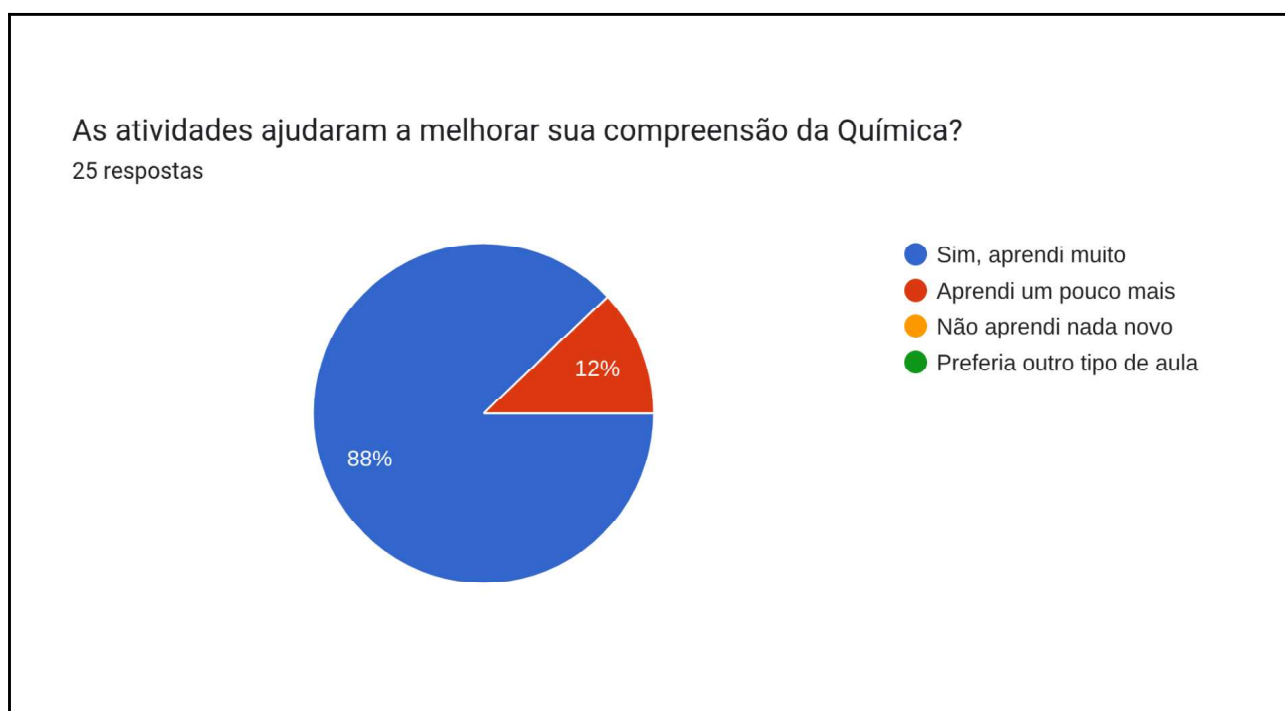


Fonte: Autoria própria (2025)

Após a realização das atividades, os alunos responderam a questões relacionadas à percepção sensorial e à contextualização da Química. Os resultados indicaram que 92% dos estudantes afirmaram ter conseguido perceber os fenômenos químicos por meio dos sentidos durante as oficinas experimentais (Figura 15), evidenciando a relevância das experiências multissensoriais no reconhecimento dos processos envolvidos. E 88% declararam ter ampliado significativamente sua compreensão da Química a partir das práticas experimentais desenvolvidas (Figura 16), reforçando o papel dessas atividades na aproximação dos conteúdos científicos com situações concretas e contextualmente significativas.

**Figura 15 – Percepção sensorial da Química após as atividades experimentais**

Fonte: Autoria própria (2025)

**Figura 16 - Compreensão da Química por meio das práticas experimentais**

Fonte: Autoria própria (2025)

Esses resultados indicam que a abordagem multissensorial, potencializou a aprendizagem ao conectar o conteúdo científico às experiências vividas pelos estudantes.

A experimentação sensorial, ao envolver visão, tato, olfato e paladar, favoreceu essa integração entre teoria e prática, permitindo aos estudantes “ver”, “sentir” e “interpretar” a Química em ação. Essa imersão sensorial contribui não somente para a compreensão conceitual, mas também para o desenvolvimento de uma postura investigativa e reflexiva, conforme propõe Hodson (1998), ao defender a experimentação como meio de compreender a natureza da ciência e desenvolver habilidades cognitivas superiores.

O processo de avaliação também evidenciou a importância das metodologias ativas e da contextualização no ensino de Química. As atividades culinárias funcionaram como um eixo de integração entre o saber científico e o cotidiano, tornando os conteúdos mais acessíveis e interessantes. Conforme Chassot (2014), a contextualização no ensino de Ciências permite que o estudante se perceba como parte integrante dos fenômenos estudados, desenvolvendo um olhar crítico e questionador sobre a realidade.

De modo geral, a comparação entre os questionários inicial e final confirmou o alcance dos objetivos pedagógicos propostos para a intervenção. Observou-se um avanço expressivo na compreensão dos conceitos de pH, Cinética Química e Leis Ponderais, evidenciado por respostas mais elaboradas, coerentes e contextualizadas no momento final da aplicação. Além disso, constatou-se uma ampliação na valorização da Química como ciência experimental e interdisciplinar, associada a práticas investigativas e a situações do cotidiano. A participação ativa, o entusiasmo e as discussões coletivas observadas ao longo dos encontros refletem o impacto positivo da prática educativa desenvolvida, evidenciando o envolvimento dos estudantes com as atividades propostas. Esses aspectos foram analisados por meio de uma classificação em escala de 1 a 5, na qual 1 representou a menor avaliação e 5 a melhor classificação, correspondendo ao nível mais elevado de satisfação e concordância. Os resultados obtidos indicam uma predominância de avaliações nos níveis mais altos da escala, conforme apresentado na Figura 17, reforçando a aceitação da proposta pedagógica e sua relevância no contexto das atividades experimentais e multissensoriais realizadas.

**Figura 17 – Avaliação geral das práticas experimentais pelos alunos**

Fonte: Autoria própria (2025)

Durante os três módulos, observou-se elevado nível de participação e curiosidade por parte dos alunos, que se mostraram motivados a explorar os fenômenos químicos a partir de situações cotidianas. A proposta interdisciplinar entre Química e Gastronomia favoreceu a aproximação dos conteúdos com o contexto real do estudante, estimulando a autonomia intelectual e o protagonismo na condução das investigações. Nesse sentido, o uso de alimentos e processos culinários como objetos de estudo possibilitou a construção de significados e a reelaboração conceitual sobre temas abstratos, como pH, cinética e leis ponderais. As atividades experimentais possibilitaram aos alunos utilizar os sentidos (visão, olfato, tato e, em alguns casos, paladar) como instrumentos de observação e análise científica. Essa abordagem sensorial contribuiu para o desenvolvimento da percepção química dos fenômenos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e integrado. Durante o Módulo 1, a observação das diferenças de coloração, textura e aroma entre os meios ácido e básico possibilitou compreender o papel catalítico do pH nas reações de escurecimento. No Módulo 2, os estudantes verificaram experimentalmente a influência da temperatura e da concentração sobre a velocidade das reações, evidenciando, de forma empírica, a relação proposta na equação de Arrhenius. Já no Módulo 3, a aplicação das leis de Lavoisier e de Proust

foi concretizada por meio da pesagem, análise das proporções e observação das transformações físicas, reforçando o caráter conservativo da matéria e a importância das relações quantitativas. Essa vivência experimental aproximou o conhecimento científico da experiência cotidiana dos alunos, fortalecendo a compreensão de que a Química está presente em processos comuns do dia a dia.

O trabalho pedagógico também demonstrou o potencial da interdisciplinaridade como eixo integrador entre ciência, cultura e cotidiano. Ao relacionar a Química com a Gastronomia, foi possível discutir temas como reações químicas, transformação de energia, equilíbrio e proporções, sem os dissociar de seu contexto social e cultural. De acordo com Fazenda (2011), a interdisciplinaridade promove uma nova forma de compreender o conhecimento, superando a fragmentação disciplinar e valorizando o diálogo entre saberes. Nessa perspectiva, as oficinas experimentais aproximaram conceitos científicos da prática culinária, permitindo que os estudantes percebessem a Química como parte essencial da vida e não apenas como um conjunto de fórmulas e reações abstratas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do conjunto didático experimental e multissensorial intitulado “*Quando a Química Encontra os Sabores: Maillard, Caramelização e o Ensino Investigativo nas Experiências Sensoriais*” mediado em oficinas pedagógicas revelou-se uma prática promissora a promoção da aprendizagem e da contextualização dos conteúdos de Química (pH, cinética química e leis ponderais) no Ensino Médio.

Os resultados obtidos indicam que a abordagem interdisciplinar entre Química e Gastronomia possibilitou aos estudantes relacionarem os fenômenos químicos de forma concreta e contextualizada. A utilização de experimentos culinários, como a caramelização e a reação de Maillard, aproximou os conceitos científicos do cotidiano dos alunos, permitindo a observação direta das transformações químicas por meio dos sentidos: visão, olfato, tato e paladar.

Essa vivência prática foi determinante para a progressão nas ideias apresentadas no questionário diagnóstico. Os dados comparativos demonstraram avanços na percepção de conceitos fundamentais de pH, Cinética Química e Leis Ponderais, evidenciado não somente pelas respostas mais assertivas no questionário final, mas também pelos comentários qualitativos dos alunos, que revelaram o uso desses conceitos ao explicarem as mudanças de cor, aroma e textura em termos de reações químicas.

Além disso, foi observada a postura investigativa, caracterizada pela formulação de hipóteses, registro de observações e discussão de resultados. Outro aspecto relevante foi o engajamento e o protagonismo discente observados durante as oficinas. A proposta valorizou o trabalho colaborativo, o diálogo e a autonomia dos alunos, que se tornaram participantes ativos na construção do conhecimento.

Por fim, constatou-se que a articulação entre experiência, sensações e Ciência cria um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes se sentem pertencentes ao processo e reconhecem a Química como parte integrante da vida cotidiana.

## REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, S. O valor educativo das múltiplas representações na aprendizagem de conceitos científicos complexos. In: GILBERT, John K.; REINER, Miriam; NAKHLEH, Mary (org.). **Visualização: teoria e prática no ensino de ciências**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 191-208. DOI: 10.1007/978-1-4020-5267-5\_9.
- NELSON, S. The Maillard Reaction and Caramelization PBL Project. **Ascend Learning**, 2023.
- ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 281-295, maio/ago. 2007.
- ALMEIDA, F. N. de. Effects of the Maillard reactions on chemical composition and amino acid digestibility of feed ingredients and on pig growth performance. 2013. 192 f. Tese (Ph.D. em Animal Sciences) – **University of Illinois at Urbana-Champaign**, Urbana, Illinois, 2013.
- ANDRADE, R. R. T. (Org.). **Ciência dos alimentos: pesquisa e aplicações**. Vol. 4. Belo Horizonte: **Editora Poisson**, 2024. PDF. ISBN 978-65-5866-469-7. DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.
- ARAÚJO, L. C.; JUSTINA, J. O ensino por investigação na formação permanente do professor de Ciências. **Revista Transmutare**, Curitiba, v. 7, e16119, 2022.
- ARAÚJO, M. P. M.; CORTE, V. B.; GENOVESE, C. L. de C. R. Alfabetização científica e popularização da ciência: contribuições e desafios à valorização da educação científica. Quaestio - **Revista de Estudos em Educação**, Sorocaba, SP, v. 24, p. e022044, 2022. DOI: 10.22483/2177-5796.2022v24id4853.
- BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4. ed. Berlin: Springer, 2009.
- BENCHIMOL, D. L. et al. Ensino Por Investigação Como Promotor Da Aprendizagem. **Reamec**, v. 12, 2024. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/download/16679/13560/77671>.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: Reaching Every Student in Every Class Every Day**: 0. Washington, DC: **International Society for Technology in Education**, 2012.
- BORGES, W. C. S.; CARDOSO, G.i P. Gráfico sensorial: um material didático para ensino e aprendizagem de cinética química. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. artigos, 2019. DOI: 10.3895/actio.v1n1.10806.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: **Ministério da Educação**, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br>.

BROCK, W. H. The Fontana History of Chemistry. London: **Fontana Press**, 1992.

CARVALHO, A. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765.

CARVALHO, R. S. C.; MIRANDA, S. do C. de; DE-CARVALHO, P. S. Inquiry-Based Science Teaching and its contributions in Basic Education: a systematic review of literature. Research, **Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e80091110564, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/10564>. Acesso em: 11 set. 2025.

CHAN, A. C.; MOKHTAR, S. U.; HONG, P. K. A systematic review on the determination and analytical methods for furanic compounds in caramel models. **Journal of Food Science and Technology**, v. 62, n. 11, p. 1999–2012, 2025. DOI: 10.1007/s13197-025-06419-4.

CHAVES, É.P.; MORTE, G. R. S. B.; CABRAL, W. A. A Experimentação No Ensino De Química E A Promoção Dos Níveis Do Conhecimento Químico. **Educação em Foco**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. e29017, 2024. DOI: 10.34019/2447-5246.2024.v29.43793.

COIMBRA, J. Considerações sobre a Interdisciplinaridade in PHILLIPI, Arlindo et al. **Interdisciplinaridade em Ciência Ambientais**. São Paulo, Signus Editora, 2000.

CONCEIÇÃO, E. F. V; SIQUEIRA, L. B.; ZUCOLOTO, M. P. R. Aprendizagem mediada pelo professor: uma abordagem vygotskyana. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 7, p. e30871139, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i7.1139.

CRIVELARO, B. L.; ZOMPERO, A. de F.; VILAÇA, T. Habilidades cognitivas investigativas na disciplina de ciências: um estudo sobre a educação em saúde com alunos do ensino fundamental. **Contexto & Educação**, v. 39, n. 121, p. 1–20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2024.121.13939>.

CURIE, E. Madame Curie. New York: **Doubleday**, 1961.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2010.

DARIM, L. P.; DOURADO, C. P.; GURIDI, V. M.; PEREIRA, A.; BARBOZA, R. C.; SANNOMIYA, M. Uma abordagem multissensorial para o ensino de cromatografia em uma perspectiva inclusiva. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 8, n. 1, p. 1–24, 2024. DOI: 10.48075/ReBECCEM.2024.v.8.n.1.30185.

DELGADO-ANDRADE, C. Maillard reaction products: some considerations on their health effects. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 52, n. 1, p. 53-60, 2014. DOI: 10.1515/cclm-2012-0823.

DEMO, P. Metodologia Científica em Ciências Sociais. São Paulo: **Atlas**, 1985.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. Teorias de aprendizagem. Porto Alegre: **Evangraf**; UFRGS, 2011. Série Educação a Distância. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/253767>.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: International Academic Mindtrek Conference, 15., 2011, Tampere, New York: **Association for Computing Machinery**, 2011. p. 9–15. DOI: 10.1145/2181037.2181040.

DING, W.; BAI, Y.; ROSE, D. J. Influence of Nonenzymatic Browning Reactions on the Digestibility and Gut Microbiota Fermentation of Starch and Protein. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 24, n. 6, p. e70299, 2025. DOI : <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70299>

EDELSZTEIN, V. C.; TARZI, O. I.; GALAGOVSKY, L. Chemical senses: a context-based approach to chemistry teaching for lower secondary school students. **Chemistry Teacher International**, v. 2, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0003>.

EL HOSRY, L.; ELIAS, V.; CHAMOUN, V.; HALAWI, M.; CAYOT, P.; NEHME, A.; BOU-MAROON, E. Maillard reaction: mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: a review. **Foods**, v. 14, n. 11, p. 1881, 2025. DOI: 10.3390/foods14111881.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. São Paulo: **Papirus**, 1993.

FERREIRA, P. V.; PLACCO, V. M. N. de S.; MIRANDA, L. H. M.; SILVA, D. A. Infraestrutura escolar e desigualdade socioeconômica: o retrato das escolas paulistas. **CORDIS: Revista Eletrônica de História Social da Cidade**, São Paulo, n.33, jul.–dez. 2024. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cordis/article/download/68812/46161/226749>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FLEMING, N. D.; MILLS, C. Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. **To Improve the Academy**, v. 11, p. 137–155, 1992.

SENGAR, G.; SHARMA, H. K. Food caramels: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1686–1696, 2014. DOI: 10.1007/s13197-012-0633-z.

FOOD-INFO.NET. **Caramelization**. Disponível em: <https://www.food-info.net/uk/colour/caramel.htm>

FRANCISQUINI, J. d’A.; MARTINS, E.; SILVA, P. H. F.; SCHUCK, P.; PERRONE, Í. T.; CARVALHO, A. F. Reação de Maillard: uma revisão. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 1, p. 48-57, jan./mar. 2017. DOI: 10.14295/2238-6416.v72i1.541. Acesso em: 12 ago. 2025

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: **Paz e Terra**, 1996.

GALVÃO, H. D. S.; ANDRADE, R. D. S.; PIRES, D. A.T. Atividade Experimental Investigativa E Multissensorial Para Deficientes Visuais No Ensino De Química. *Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar Em Educação E Pesquisa*, [S. L.], V. 6, N. 2, P. 185–205, 2024. Doi: 10.36732/Riep.V6i2.383.

GARDNER, H. Inteligências múltiplas: A teoria na prática. Porto Alegre: **Artes Médicas**, 1995.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43–49, 1999.

HALPERN, J. General Chemistry: An Atoms First Approach. **LibreTexts**, [s.l.], [s.d.]. Disponível em: [https://chem.libretexts.org/Courses/Howard\\_University/General\\_Chemistry%3A\\_An\\_Atoms\\_First\\_Approach](https://chem.libretexts.org/Courses/Howard_University/General_Chemistry%3A_An_Atoms_First_Approach).

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. *RACO*, v. 12, n. 3, p. 299–313, 1994. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>.

HOLMYARD, A. C. *Alchemy*. Mineola: **Dover Publications**, 1990.

HORA, P. H. A Interdisciplinaridade e contextualização no ensino de ciências: reflexões, análises, relatos e propostas. Saarbrücken: **Novas Edições Acadêmicas**, 2018. 96 p. ISBN 978-6202190893.

IGARTÚA, D. E.; SCENI, P. Abordaje experimental para la enseñanza y el aprendizaje de la reacción de Maillard en química de los alimentos. *Educación Química*, Ciudad do México, v. 34, p. 1–14, 2023. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/86124>. Acesso em: 1 Maio, 2025.

INEP. Inep divulga dados da 1ª etapa do Censo Escolar 2020. **GOV**, 29 jan. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/censo-escolar/inep-divulga-dados-da-1a-etapa-do-censo-escolar-2020>. Acesso em: 22 set. 2025.

IRIONDO-DEHOND, A.; ELIZONDO, A. S.; IRIONDO-DEHOND, M.; RÍOS, M. B.; MUFARI, R.; MENDIOLA, J. A.; IBÁÑEZ, E.; DEL CASTILLO, M. D. Assessment of healthy and harmful Maillard reaction products in a novel coffee cascara beverage: melanoidins and acrylamide. *Foods*, v. 9, n. 5, p. 620, 2020. DOI: 10.3390/foods9050620.

JAPIASSU, Hilton. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: **Imago**, 1976.

KOCADAĞLI, T.; GÖKMEN, V. Caramelization in foods: a food quality and safety perspective. In: Reference Module in Food Science. **Elsevier**, 2018. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21630-2.

KROH, L. W. Caramelisation in food and beverages. **Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 373-379, 1994. DOI: 10.1016/0308-8146(94)90188-0.

MARTINS, F. C. O. L.; ALCANTARA, G. M. R. N.; SILVA, A. F. S.; MELCHERT, W. R.; ROCHA, F. R. P. **The role of 5-hydroxymethylfurfural in food and recent advances in analytical methods.** **Food Chemistry**, v. 394, p. 133539, 2022. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.133539.

MARTINS, S. I. F. S.; JONGEN, W. M. F.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 364-373, 2001. DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00022-X.

LYNCH, J. Exploring the Maillard Reaction through Food Comparisons. **Pedagogue**, 2023. Disponível em: <https://www.thepedagogue.com/exploring-the-maillard-reaction-through-food-comparison>. Acesso em: 4 abril. 2025.

MCGEE, H. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. 2. ed. New York: **Scribner**, 2004.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: **Cortez/UNESCO**, 2000.

OLIVEIRA, L. R. D.; MIRANDA JUNIOR, P. O ensino de ciências por investigação na promoção de habilidades cognitivas: uma revisão bibliográfica. **Scientia Naturalis**, v. 6, n. 1, p. 1–20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.1-36>

OLIVEIRA, M. A. D.; ARAÚJO, E. A. S. D. Desafios da educação e o professor como mediador no processo ensino-aprendizagem na sociedade da informação. **Revista Educação Pública**, CECIERJ, 8 nov. 2016. Disponível em: [https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/16/23/desafios-da-educacao-e-o-professor-como-mediador-no-processo-ensino-aprendizagem-na-sociedade-da-informacao?utm\\_source=chatgpt.com](https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/16/23/desafios-da-educacao-e-o-professor-como-mediador-no-processo-ensino-aprendizagem-na-sociedade-da-informacao?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 11 set. 2025.

PEREIRA, J. G. N.; SAMPAIO, C. A Experimentação no Ensino de Química Durante a Educação Básica no Brasil: Reflexões de uma Revisão da Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, 2022. DOI: 10.53003/redequim.v8i3.5120.

PORTUGAL, C. G. S.; ALMEIDA, V. G. K.; ESTEVE-SOUZA, A. A Química em todos os sentidos: a utilização das ferramentas didáticas Padlet e circuito sensorial no ensino de Química. **Revista Ifes Ciência**, v. 10, n. 2, p. 1–20, 2024. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2432>. Acesso em: 07 abril. 2025.

RANGEL, C. N.; FONSECA, A. B. C.; DYSARZ, F. P.; SILVA, E. C. R.; NUNN, L. R. Teaching and learning about food and nutrition through science education in Brazilian schools: an intersection of knowledge. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3915–3924, set. 2014. DOI: 10.1590/1413-81232014199.12552013.

REIS, T. Os processos culinários sob a ótica dos princípios da química: uma análise acerca das potencialidades do tema para o ensino contextualizado. 2022. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/238077>. Acesso em: 2 Maio. 2025.

SANTOS, M. C. G. D.; BALDAQUIM, M. J.; LEAL, L. P. V.. Analisando a temática experimentação no ensino de química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 6, n. 2, p. 1–20, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6846/5141>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SANTOS, J. D. S.; REIS, P. M. C. L. Aplicabilidade da gastronomia como proposta de ensino e aprendizagem da Química no Ensino Médio. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 6, p. e062503, 2025. DOI: 10.56117/ReSBEnQ.2025.v6.e062503.

SANTOS, T. W.; SÁ, R. A. D. A complexidade nos processos formativos de professores em tecnologias e mídias digitais. In: LIBÂNEO, J. C.; ROSA, S. V. L.; ECHALAR, A. D. L. F.; SUANNO, M. V. R. (Orgs.). Didática e formação de professores: embates com as políticas curriculares neoliberais. Goiânia: **Cegraf UFG**, 2022, p. 38-46. Disponível em: [https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/edipe2\\_ebook/artigo\\_13.html](https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/edipe2_ebook/artigo_13.html)

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Tomada de decisão**: um aspecto da alfabetização científica. Ciência & Educação, 2001.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. no 2015, p. 49-67, 2015. Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>.

SAVERY, J. R. Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SILVA, A. D. O.; MORTIMER, E. F. A systematic review of studies about conceptions on the Nature of Science in Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 621–659, 2017. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2017172621.

SENGAR, G.; SHARMA, H. K. Food caramels: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 9, p. 1686–1696, 2014. DOI: 10.1007/s13197-012-0633-z.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 895–904, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000600010>.

SILVA, K. S. D.; FONSECA, L. S. D. Neurociência E Educação: Estratégias Multissensoriais Para A Aprendizagem De Geometria Molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 01–26, 2021. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p01.

SILVA, R. S. Experimentação no ensino de Química: uma sequência didática sobre a formação da ferrugem. **Revista REAMEC**, v. 9, n. 2, p. 1–22, 2021. Disponível em: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/437/4372405013/html/index.html> Acesso em: 10 mai. 2025.

SIMPEQUI. Gastronomia Molecular como Recurso Interdisciplinar para o Ensino de Química. **Anais do 20.º Simpósio Nacional de Pesquisa em Ensino de Química**, 2023. Disponível em: <https://www.abq.org.br/simpequi/2023/trabalhos/90/24498-29488.html>. Acesso em: 1 Maio. 2025.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. 9. ed. São Paulo: **Cengage Learning**, 2014.

SOUZA, C. D. S.; SOUZA, F. D. J. Atividades investigativas no ensino de Ciências: uma análise da produção acadêmica nacional. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, nº 45, 6 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/22/45/atividades-investigativas-no-ensino-de-ciencias-uma-analise-da-producao-academica-nacional>.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)**, Maresias-SP, 2015. p. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>.

THIS, H. **Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor**. New York: **Columbia University Press**, 2006.

TRINDADE, N. S.; SILVA, I. C. A. D.; COELHO, J. M. A influência dos experimentos investigativos na aprendizagem significativa dos conceitos químicos de soluções em uma turma do ensino médio. **Revista Espacios**, v. 38, n. 30, p. 9, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n30/17383009.html>.

VO, D. V.; SIMMIE, G. Avaliando a investigação científica: uma revisão sistemática da literatura sobre tarefas, ferramentas e técnicas. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 23, p. 871–906, 2025. DOI: 10.1007/s10763-024-10498-8.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL

### Questionário Diagnóstico

**Instruções ao aluno:** Marque somente **uma alternativa** em cada questão.

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. O que é o **pH**? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- A medida da temperatura de uma substância
- A concentração de sais em uma solução
- A acidez ou alcalinidade de uma substância
- A quantidade de açúcar presente em um alimento

2. Qual das opções a seguir representa uma **transformação química**? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Gelo derretendo
- Água evaporando
- Ferro enferrujando
- Açúcar sendo dissolvido em água

3. As **Leis Ponderais** estão relacionadas com: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- A velocidade de reações
- A quantidade de energia liberada em uma reação
- A quantidade de massa envolvida nas reações
- O cheiro das substâncias

4. A **Lei da Conservação da Massa**, proposta por Lavoisier, afirma que: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- A massa aumenta com o tempo nas reações
- A massa pode desaparecer em reações químicas
- A massa dos reagentes é sempre maior que a dos produtos
- A massa total se conserva durante as reações

5. O que é **cinética química**? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- O estudo do pH em reações alimentares
- A análise dos compostos aromáticos dos alimentos
- O estudo da velocidade das reações químicas
- O cálculo da massa molecular de uma substância

6. A Química **pode ser percebida** por nossos sentidos (visão, tato, olfato, audição, \* paladar)?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim, totalmente
- Em parte
- Não
- Nunca pensei sobre isso

7. Você já observou **mudanças de cor, cheiro ou textura** nos alimentos ao cozinhar? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim, e sei que têm a ver com a Química
- Sim, mas nunca relatei com ciência
- Não
- Não cozinho

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## APÊNDICE B - SLIDES DA AULA EXPOSITIVA

 <p><b>Química</b> + <b>Gastronomia</b></p> <p>ERICA FERNANDA 2025</p>	<h3>QUESTIONÁRIO INICIAL</h3> 
 <h3>O QUE É PH?</h3> <p>O pH corresponde ao potencial hidrogeniônico de uma solução. Ele é determinado pela concentração de íons de hidrogênio (<math>H^+</math>) e serve para medir o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de determinada solução.</p> <p>O pH é representado numa escala que varia de 0 a 14. Sendo assim, o pH 7 representa uma solução neutra. Já os que estão antes dele são consideradas soluções ácidas (pH ácido), e os que estão após o 7 são as soluções básicas (pH alcalino).</p>	<p>O caráter ácido é crescente da direita para a esquerda. Já o caráter básico, da esquerda para a direita. Quanto menor o valor do pH mais ácida será a solução.</p>  <p><b>Escala de pH</b></p> <p>Soluções Ácidas   Soluções Neutras   Soluções Básicas</p> <p>Acidez Crescente   Basicidade Crescente</p>
<h3>INDICADOR ÁCIDO-BASE</h3> <p>São utilizados para medir o pH de uma solução. Eles são substâncias que mudam de cor indicando o caráter da solução. Os indicadores mais utilizados são: o tornassol e a fenolftaléina.</p> 	<h3>CINÉTICA QUÍMICA</h3> <p>A cinética química estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que alteram esta velocidade. Reações químicas são o resultado de ações entre substâncias que geralmente formam outras substâncias.</p>  <h3>VELOCIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS</h3> <p>O que determina a rapidez com que ocorre uma reação química é o tempo em que os reagentes são consumidos para formar produtos. Assim, a velocidade de uma reação pode ser representada tanto pelo consumo de um reagente, quanto pela geração de um produto.</p>
<h3>ALGUNS FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES</h3> <p><b>Concentração de Reagentes</b></p> <p>Quando a concentração dos reagentes aumenta, a frequência de choques entre as moléculas também aumenta, acelerando a reação. Quanto maior a concentração dos reagentes, maior a velocidade da reação.</p> <p><b>Pressão</b></p> <p>Essa condição afeta apenas reações com gases. Com o aumento da pressão, o espaço entre as moléculas diminui, fazendo com que tenham mais colisões, aumentando a velocidade da reação. Quanto maior a pressão, maior a velocidade da reação.</p>	<h3>ALGUNS FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES</h3> <p><b>Temperatura</b></p> <p>Temperatura é uma medida de energia cinética, que corresponde ao grau de agitação das partículas. Quando a temperatura é alta, as moléculas estão mais agitadas, aumentando a velocidade da reação. Quanto maior a temperatura, maior a velocidade da reação.</p>

## LEIS PONDERAIS

Lei de Lavoisier

Ela é chamada de "Lei de Conservação das Massas" :  
"A soma das massas das substâncias reagentes em um recipiente fechado é igual à soma das massas dos produtos da reação".  
"Na natureza nada se cria, nada se forma, tudo se transforma" está inspirada na Lei da Conservação das Massas de Lavoisier.  
Em outras palavras, a soma das massas dos reagentes era igual a massa dos produtos.

## LEIS PONDERAIS

Lei de Proust

A Lei de Proust é chamada Lei das Proporções Constantes ou Definidas, as massas dos elementos envolvidos podem se alterar, no entanto, a proporção entre elas será sempre a mesma. Assim, se a massa de um reagente da reação química é duplicada, os outros também são formados por substâncias mais simples, unidas sempre na mesma proporção em massa

## QUESTIONÁRIO FINAL



## APÊNDICE C - CONJUNTO DIDÁTICO EXPERIMENTAL E MULTISSENSORIAL

### CONJUNTO DIDÁTICO EXPERIMENTAL: QUÍMICA SENSORIAL E INVESTIGATIVA

- Duração: Cada módulo pode ser realizado em 1-2 aulas de 50 minutos.
- Abordagem: Multissensorial (visão, tato, olfato, paladar), investigativa (hipótese, experimento, análise) e Contextualizada (aplicações culinárias e industriais).
- Sobre o paladar: realizar degustação somente em condições de higiene e segurança alimentar absolutas, com ingredientes frescos e manipulados corretamente.

#### MÓDULO 1: INVESTIGANDO O EFEITO DO pH NAS REAÇÕES DE ESCURECIMENTO

##### Experimento 1.1: A Caramelização da Bala de Coco e a Influência do pH

Título do Experimento: "Do Branco ao Âmbar: Como o pH Acelera a Transformação do Açúcar"

Finalidade: Investigar como o meio ácido ou básico influencia a cinética da reação de caramelização (velocidade de escurecimento, formação de aromas e mudanças texturais), relacionando os dados quantitativos (tempo, viscosidade) com a percepção sensorial qualitativa (sabor, cor).

Fundamento Teórico: A caramelização é a pirólise (decomposição pelo calor) de açúcares. O pH do meio é um fator catalítico crucial. Meios ácidos (especialmente com ácidos orgânicos como o cítrico) protonam os grupos hidroxila da sacarose, facilitando a quebra da molécula e iniciando a reação mais rapidamente, resultando em um caramelo de sabor mais complexo, mas potencialmente mais amargo se levado ao extremo. Meios básicos (alcalinos) promovem diferentes vias de decomposição, como a reação de Lobry de Bruyn–Van Ekenstein, podendo levar à formação de compostos de sabor mais amargo e cor mais escura rapidamente, mas também podem causar a quebra do açúcar em subprodutos diferentes.

##### Materiais por Grupo:

- Fogareiro ou bico de Bunsen com tela de amianto/argila.

- Tripé.
- 2 Tigelas de porcelana ou panelas de fundo largo (pequenas).
- 2 Termômetros culinários (até 200°C).
- Cronômetro.
- Espátula de silicone.
- Balança de precisão (0,1g).
- Luvas térmicas.
- Forminha de silicone ou papel manteiga.
- Amostra A: 125g de leite condensado, 50g de coco ralado seco, 5mL de vinagre, no caramelo (pH ácido).
- Amostra B: 125g de leite condensado, 50g de coco ralado seco e bicarbonato (pH neutro/ligeiramente básico).
- Planilha de coleta de dados (para anotar tempo, temperatura, observações) e roteiro experimental.

#### Procedimento Investigativo:

Problematização: Os alunos devem discutir qual mistura (amostra A ou B, com diferentes pH) atingirá o ponto de caramelo mais rapidamente e apresentará cor e textura mais intensas, relacionando com a presença ou ausência de agentes que influenciam a reação de caramelização.

#### Preparação:

1. Em uma panela, adicione leite condensado, coco ralado, manteiga e uma pitada de sal.
2. Leve ao fogo baixo (~130°C), mexendo continuamente até desgrudar do fundo da panela (ponto de brigadeiro firme).
3. Despeje o doce em uma superfície untada com manteiga e deixe amornar.
4. Modele bolinhas pequenas ou quadradinhos e disponha sobre uma forma untada, deixando esfriar completamente.

#### Amostras caramelo:

- Amostra A: caramelo preparado com açúcar, água e vinagre.
- Amostra B: caramelo preparado com açúcar, água e bicarbonato de sódio.

#### Aquecimento Controlado:

1. Em duas panelas grossas separadas, aqueça as misturas das amostras sem mexer, somente girando a panela ocasionalmente.
2. Observe o processo até que o açúcar comece a dourar (cor de guaraná).
3. Teste o ponto pingando uma gota do caramelo em água fria: se formar uma bolinha dura que estala ao morder, o ponto está ideal (~150°C).

#### Banho das Balas:

1. Espete as bolinhas em palitos.
2. Separe em dois grupos (um para cada amostra).
3. Mergulhe rapidamente as bolinhas no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre superfície untada.
4. Aguarde o endurecimento completo (ocorre em poucos segundos).

#### Coleta de Dados (Multissensorial):

- Tempo: Deve ser cronometrado o intervalo entre o início do aquecimento e o ponto de caramelo (coloração de âmbar).
- Temperatura: Registrar a temperatura durante o processo de douramento.
- Cor e Aroma: Observar a intensidade da coloração (do amarelo ao âmbar) e o aroma gerado.
- Textura: Qual a textura após endurecimento, teste a resistência do caramelo ao toque e à mastigação.
- Comparação: Quais as diferenças entre as amostras A e B quanto à velocidade da reação, cor, aroma e crocância.

Análise Sensorial Controlada: Após o resfriamento, os alunos devem avaliar:

Cor: Qual é mais escura?

Textura: Qual é mais dura? Mais pegajosa? Mais quebradiça?

Sabor: (Se seguro) Descrevam o sabor (mais doce, mais ácido, mais amargo, com notas de caramelo complexas).

Questões para Análise:

Os dados de tempo confirmaram sua hipótese inicial?

Descreva a diferença de aroma entre as duas amostras durante o aquecimento.

Como o pH influenciou na viscosidade final do produto?

Relacione a velocidade de escurecimento com a acidez. Que conceito químico isso ilustra? (R: Catalisador).

### Experimento 1.2: A Reação de Maillard e o pH na Marinada de Frango

Título do Experimento: "Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O Papel do pH na Culinária"

Finalidade: Demonstrar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard (formação da crosta) e a retenção de água (suculência) em carnes.

Fundamento Teórico: A Reação de Maillard (entre aminoácidos e açúcares redutores) é favorecida em pH alcalino. O bicarbonato de sódio aumenta o pH da superfície da carne, acelerando a formação da crosta dourada e marrom. Já marinadas ácidas (vinagre) "cozinham" a proteína superficialmente (desnaturação), o que pode dificultar a Maillard e resultar em uma crosta menos eficiente, mas tornam potencialmente a carne mais macia.

#### Materiais por Grupo:

3 pedaços de frango (sobrecosta ou peito) de peso e espessura similares (~100g cada).

3 sacos plásticos para marinada.

Marinada Controle: 50mL de água, sal.

Marinada Ácida: 50mL de vinagre (ácido acético 5%), sal.

Marinada Alcalina: 50mL de água, 1 colher de chá de bicarbonato de sódio, sal.

Assadeira.

Forno (ou air fryer, com adaptações de tempo).

Termômetro para carne.

Balança.

#### Procedimento Investigativo:

Hipótese: Os alunos preveem qual marinada produzirá a crosta mais escura e a carne mais suculenta.

Marinagem: Coloque cada pedaço de frango em um saco com uma das três marinadas. Deixe agir por 30 minutos (o ácido e a base agem rapidamente).

Preparo: Retire o frango, seque bem a superfície com papel toalha (crucial para a Maillard). Pese cada peça e anote.

Cocção: Asse todos os pedaços no mesmo forno, na mesma prateleira, à mesma temperatura (200°C) até a temperatura interna atingir 75°C.

#### Coleta de Dados:

Tempo de Cocção: Anote o tempo que cada peça levou para atingir a temperatura segura.

- Análise Visual (Crosta): Fotografe ou avalie a cor, uniformidade e aparência da crosta.

Peso Final: Após o repouso, pese cada peça novamente para calcular a perda de água (% de perda de peso =  $(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}) / \text{Peso Inicial} * 100$ ). Uma menor perda de peso indica maior suculência.

- Análise Sensorial: Avalie textura (maciez) e sabor.

Questões para Análise :

Qual amostra formou a crosta mais escura e mais rapidamente? Relacione este fato com o pH.

Com base na perda de peso, qual marinada resultou na carne mais suculenta? Por quê? (O ácido desnatura as proteínas, "selando" menos. A base ajuda a reter água?).

Esta é uma forma de controlar reações químicas na cozinha. Dê outro exemplo culinário.

## **MÓDULO 2: CINÉTICA QUÍMICA NA CARMELIZAÇÃO**

### *Título do Experimento: "A Corrida do Açúcar: Determinando o Ponto de Caramelização em Diferentes Concentrações"*

Finalidade: Investigar como a temperatura e a concentração do reagente (açúcar) influenciam o início da reação de caramelização, identificando a temperatura mínima na qual cada solução apresenta a primeira mudança de cor.

#### Materiais por Grupo:

Soluções de sacarose: 40%, 60% e 80% (p/v - peso/volume. Ex: 40g de açúcar em 60mL de água).

Tigelas de porcelana ou placas de Petri.

Banho-maria de óleo ou areia (para controle preciso de temperatura: 120°C, 140°C, 160°C).

Termômetro.

Cronômetro.

Pipetas ou seringas para transferir volumes iguais de cada solução.

#### Procedimento Investigativo:

Critério de identificação: Início da caramelização= primeira e visível mudança de cor para amarelo-âmbar e/ou início de odor característico de caramelização.

Ajuste o banho-maria para 120 °C e aguarde estabilizar.

Coloque uma folha de papel branco sob a área de observação.

Com pipeta, deposite 2,0 mL da solução 40% na tigela e imersa-a no banho (ou aprox. sobre superfície aquecida), observando atentamente.

Observe durante até ~30 s para ver se há mudança de cor conforme o critério.

Se sim → anote 120 °C como temperatura mínima para 40%.

Se não → aumente o banho para o próximo degrau e repita (ver degraus abaixo).

Repita os passos 3–4 para a solução 40% em degraus maiores de temperatura até detectar caramelização.

Após terminar a 40%, limpe/repita com 60% seguindo exatamente os mesmos degraus e procedimento.

Faça o mesmo para 80%.

Degraus de temperatura recomendados

120 °C → 140 °C → 160 °C → 180 °C → 200 °C

#### Coleta de Dados:

Construa uma tabela Concentração (%), Temperatura mínima em que carameliza (°C) e observações (cor/odor)

Questões para Análise :

Como a concentração influenciou a temperatura necessária para iniciar a caramelização?

(Tendência esperada: soluções mais concentradas iniciam a reação em temperaturas menores.)

Qual das concentrações caramelizou primeiro? Por quê?

(Maior concentração → mais moléculas por volume → maior probabilidade de colisões → reação inicia mais cedo.)

A solução de 40% exigiu maior temperatura para caramelizar? Explique.

(Menos moléculas disponíveis → reação só ocorre com maior energia térmica.)

O que os resultados revelam sobre a relação entre quantidade de reagente e início de uma reação química?

Como as observações visuais (cor e aroma inicial) ajudaram na identificação do ponto de reação?

### **MÓDULO 3: VERIFICANDO AS LEIS PONDERAIS POR MEIO DA CONFEITARIA**

#### **Experimento 3.1: Lei de Lavoisier (Conservação da Massa)**

Título: "O Doce que Desapareceu? Pesquisando a Conservação da Massa no Caramelo"

Finalidade: Verificar experimentalmente a Lei da Conservação das Massas em um sistema aberto, identificando e justificando as perdas.

#### **Materiais:**

Balança de precisão (0,01g).

Cadinho ou tigela de metal pequena e limpa.

Açúcar refinado.

Tripé, tela e bico de Bunsen.

Dessecador (ou ambiente seco para resfriar sem umidade).

#### **Procedimento:**

1. Pese o cadinho vazio e seco. Anote (Mc).

2. Adicione ~5g de açúcar. Pese o conjunto ( $M_{c+a}$ ). Calcule a massa exata de açúcar ( $M_a = M_{c+a} - M_c$ ).
3. Aqueça suavemente até o açúcar derreter e caramelizar completamente. NÃO MEXER. Evite a queima total (deve ficar na cor âmbar).
4. Deixe esfriar completamente em dessecador. É crucial que o caramelo não absorva umidade do ar.
5. Pese o conjunto cadinho + caramelo frio ( $M_{c+car}$ ).

#### Análise:

A massa final ( $M_{c+car} - M_c$ ) é menor que a massa inicial de açúcar ( $M_a$ ).

Pergunta: Isso invalida a Lei de Lavoisier? Não. A perda de massa é devido à liberação de voláteis (água evaporada da estrutura cristalina e compostos orgânicos voláteis da decomposição) para a atmosfera. A massa total do sistema (cadinho + caramelo + voláteis liberados) se conserva, mas o sistema é aberto. A discussão sobre sistemas abertos vs. fechados é a chave deste experimento.

#### Experimento 3.2: Lei de Proust (Proporções Definidas)

Título: "A Receita Perfeita do Suspiro: Proporções Definidas na Formação de uma Espuma Estável"

Finalidade: Demonstrar que a formação de uma estrutura estável (espuma de clara em neve e suspiro) obedece a proporções fixas entre os constituintes (clara e açúcar).

#### Materiais:

Balança.

Batedeira ou fuê.

Claras de ovos.

Açúcar refinado.

Forma de assar.

#### Procedimento:

1. Prepare três misturas com proporções diferentes:

Amostra 1: Proporção clássica (1 parte de clara : 2 partes de açúcar em peso). Ex: 30g clara + 60g açúcar.

Amostra 2: Pouco açúcar (1 : 1). Ex: 30g clara + 30g açúcar.

Amostra 3: Muito açúcar (1 : 3). Ex: 30g clara + 90g açúcar.

2. Bata as claras em neve e incorpore o açúcar conforme cada proporção.
3. Coloque em forma e asse em forno brando (~100°C) até secarem.

#### Análise:

- Amostra 1: Deve resultar em suspiro estável, aerado, doce e que não entra em colapso.
- Amostra 2: A espuma será fraca, pode não pegar consistência e murchar. A estrutura não se forma corretamente por falta de açúcar (que dá estabilidade).
- Amostra 3: Pode ficar extremamente doce e a textura pode ficar arenosa ou grumosa, pois o excesso de açúcar não foi dissolvido e incorporado adequadamente pela proteína.

#### Conclusão:

Existe uma proporção fixa e ideal para a formação do suspiro perfeito, validando a Lei de Proust. Fora dessa proporção, as propriedades do produto final são drasticamente alteradas.

## APÊNDICE D - FICHAS EXPERIMENTAIS DOS ALUNOS

### FICHA EXPERIMENTAL 1.1: Do Branco ao Âmbar: Como o pH Acelera a Transformação do Açúcar

Objetivo: Investigar como o meio ácido ou básico influencia a reação de caramelização, observando alterações de cor, aroma e textura.

#### GUIA EXPERIMENTAL

Materiais: fogareiro, tigelas de porcelana, termômetro culinário, cronômetro, espátula, luvas térmicas, espátula de silicone, balança e papel manteiga.

Ingredientes

Recheio (bala de coco): 1 lata de leite condensado, 100 g de coco ralado (de preferência fresco), 1 colher (sopa) de manteiga e 1 pitada de sal.

- Cobertura (caramelo crocante): 2 xícaras (chá) de açúcar refinado, 1 xícara (chá) de água e 1 colher (sopa) de vinagre branco (para o pH ácido).

Para untar: Manteiga ou margarina (para untar as mãos e a superfície) e Palitos de dente

#### Modo de preparo:

##### Preparo do recheio

1. Em uma panela, coloque o leite condensado, o coco ralado, a manteiga e a pitada de sal.
2. Leve ao fogo baixo (em torno de 130°C por 8–10 minutos), mexendo sempre, até que desgrude do fundo da panela (ponto de brigadeiro firme).
3. Despeje o doce em uma superfície untada com manteiga e deixe amornar.
4. Modele bolinhas pequenas (ou quadradinhos) e coloque sobre uma forma untada. Deixe esfriar completamente antes de banhar no caramelo.

##### Preparo do caramelo

1. Em uma panela grossa, coloque o açúcar, a água e o vinagre.
2. Leve ao fogo médio, sem mexer (apenas gire levemente a panela de vez em quando).
3. Quando começar a dourar (cor de guaraná), teste o ponto:  
Pingue um pouco do caramelo em um copo com água fria — se ele formar uma bolinha dura que estala ao morder, está no ponto.
4. Em outra panela grossa, coloque o açúcar, a água e o bicarbonato.
5. Leve ao fogo médio, sem mexer (apenas gire levemente a panela de vez em quando).

6. Quando começar a dourar (cor de guaraná), teste o ponto: Pingue um pouco do caramelo em um copo com água fria — se ele formar uma bolinha dura que estala ao morder, está no ponto.

**Banhar as balas**

1. Espete cada bolinha em um palito, separe a metade da quantidade total das bolinhas.
2. Mergulhe rapidamente no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre uma superfície untada.
3. Não mexa até endurecer completamente — o caramelo endurece em poucos segundos.

**Procedimento:**

1. Observe e anote tempo até o escurecimento e cor final.
2. Após resfriar, avalie cor, textura e sabor (com segurança alimentar).

**Questões para reflexão:**

- Os resultados confirmam a hipótese inicial?
- Como o pH influenciou na velocidade e na textura?
- Que conceito químico explica a influência do pH? (Catalisador)

**FICHA DE RESULTADOS DOS ALUNOS**

Nome do grupo:	
Hipótese inicial:	

**Coleta de Dados**

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Viscosidade (fluida ou pegajosa)	Observações sensoriais (sabor e aroma)
A - Com limão				
B - Sem limão				

**Conclusões:**

---



---



---



---

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O  
Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo:	
Hipótese inicial:	

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Acido				
B - pH Básico				
C - Neutra				

**GUIA EXPERIMENTAL**

Materiais e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou *air fryer*, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura?
- Qual reteve mais água?
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Temperatura de Início da Caramelização**

Objetivo: Identificar em qual temperatura as soluções de sacarose 40%, 60% e 80% iniciam a caramelização, observando a primeira mudança visual de cor.

Nome do grupo:	
Hipótese inicial:	

GUIA EXPERIMENTAL

Materiais e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C, tigelas de porcelana ou placas de Petri, pipeta ou seringa

Procedimento:

1. Ajuste o banho-maria para 120°C.

Coloque 2 mL da solução de sacarose (40%, 60% ou 80%) na tigela.

Observe se ocorre a primeira mudança de cor (amarelo-âmbar).

Coleta de Dados: Anote em qual temperatura cada concentração caramelizou.

Concentração	Temperatura
40%	
60%	
80%	

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura?
- Há relação direta entre concentração e velocidade?
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo:	
Hipótese inicial:	

**GUIA EXPERIMENTAL**

Materiais e ingredientes:

Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:

1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.
2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.
3. Aqueça até o açúcar caramelizar.
4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	
Peso cadinho + Açúcar	
Peso após caramelização	

Conclusões:

---



---



---



---

Questões para reflexão:

- A massa final é igual à inicial?
- Para onde foi a diferença?
- Isso viola a Lei de Lavoisier?

### FICHA EXPERIMENTAL 3.2 – A Receita Perfeita do Suspiro: Lei de Proust

Objetivo: Demonstrar que a formação do suspiro obedece a proporções fixas entre clara e açúcar.

Nome do grupo:	
Hipótese inicial:	

#### GUIA EXPERIMENTAL

Materiais e ingredientes: Balança, fué, claras de ovo, açúcar refinado, forno.

#### SUSPIRO CASEIRO TRADICIONAL

Ingredientes:

3 claras de ovo, 1 xícara (chá) de açúcar refinado, 1 pitada de sal, Essência de baunilha (opcional – ½ colher de chá), (Opcional) raspas de limão ou suco de limão (½ colher de chá ajuda a estabilizar)

Procedimento:

1. Prepare três misturas: 1:1, 1:2 e 1:3 (clara:açúcar).
2. Bater as claras
3. Em uma tigela limpa e seca, bata as claras com a pitada de sal até ficarem claras e espumosas.
4. Continue batendo e vá adicionando o açúcar aos poucos, colher por colher, sem parar de bater.
5. Bata até obter um merengue firme e brilhante, que forma picos quando você levanta o batedor.
6. Se desejar, adicione a **baunilha**, o **limão** ou o **corante** e bata só mais um pouco.

Modelar os suspiros

1. Coloque o merengue em um **saco de confeitar** com bico pitanga ou liso.
2. Faça pequenos montinhos ou espirais sobre uma **forma forrada com papel manteiga** (não precisa untar).
3. Deixe **espaço entre eles**, pois crescem um pouco no forno.

Assar

1. **Pré-aqueça o forno a 100–120 °C** (fogo baixo).
2. Asse por **1h a 1h30**, até que estejam **sequinhos ao toque e desgrudem do papel**. O suspiro **não deve dourar**, se o forno estiver muito quente, abaixe a temperatura.
3. Deixe **esfriar completamente** antes de guardar.

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.

Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1			
1:2			
1:3			

Conclusões:

---

---

---

---

Questões para reflexão:

- Qual proporção gerou melhor estrutura?
- O que ocorreu com excesso e falta de açúcar?
- Que conceito químico é ilustrado?

## APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO FINAL

### Questionário final

Instruções: Marque **apenas uma alternativa** em cada questão.

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. O que é o **pH** e como ele influencia uma reação? \*

Marcar apenas uma oval.

- É a quantidade de calor gerada, acelerando a reação
- É o teor de gordura de um alimento
- É a acidez ou alcalinidade que pode acelerar ou inibir reações
- É a quantidade de proteínas de um composto

2. Qual combinação é correta sobre a **Reação de Maillard**? \*

Marcar apenas uma oval.

- Açúcar + base inorgânica
- Sal + gordura
- Açúcar redutor + aminoácido + calor
- Ácido + água

3. A **caramelização** ocorre quando: \*

Marcar apenas uma oval.

- A glicose é congelada
- O açúcar é aquecido a altas temperaturas
- A sacarose reage com sal de cozinha
- As proteínas se dissolvem na água

4. A **Lei de Lavoisier** ajuda a entender que: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- O alimento perde massa após ser cozido
- Tudo que entra na reação deve sair com a mesma massa total
- Os alimentos mudam de sabor sem alterar sua massa
- A massa se perde com o calor

5. Em qual situação a **Reação de Maillard** é mais intensa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Em pH ácido e baixa temperatura
- Em pH neutro e pouca água
- Em ambiente alcalino e com calor
- Em alimentos congelados

6. Qual das opções melhor representa um fator que **acelera** reações químicas nos alimentos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Alta umidade e frio
- Temperatura elevada e pH adequado
- Presença de ar e luz solar
- Congelamento e acidez

7. Após a oficina, você conseguiu perceber a **Química com seus sentidos**? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim, claramente
- Um pouco
- Não percebi
- Não tive interesse

8. As atividades **ajudaram** a melhorar sua compreensão da Química? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim, aprendi muito
- Aprendi um pouco mais
- Não aprendi nada novo
- Preferia outro tipo de aula

9. Como você avalia as práticas experimentais realizadas? \*

1 2 3 4 5

---

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## APÊNDICE F - REGISTROS PESSOAIS DAS FALAS E OBSERVAÇÕES DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

<u>Registro de Observações da Atividade Experimental</u>	
<p><u>MÓDULO 1</u></p> <p>Observou-se que os estudantes compreenderam o papel do pH como fator que influencia a velocidade das reações químicas, relacionando diretamente aos conceitos de catalisadores e cinética química. Os análises sensoriais realizadas durante o aquecimento e manipulação dos alimentos possibilitam que os alunos relacionassem, de forma prática, como diferentes condições de acidez ou basicidade modificam o tempo e a intensidade das transformações culinárias, especialmente na Reação de Maillard.</p> <p>As manipulações feitas dos participantes também demonstraram entendimento sobre a influência do pH na formação de cor, aroma e textura, associando os mudanças perceptíveis a situações culinárias da culinária. Essa relação entre teoria e prática evidenciou a ocorrência de aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes foram capazes de transferir o conhecimento científico para contextos reais.</p>	<p>preparação fixas dos reagentes prevista na lei de Krouth, as relações entre o "arte da receita" com as quantidades adequadas de ingredientes. A etapa de degustação e comparação sensorial reforçou o caráter progressivo educativo da atividade contribuído para a compreensão prática dos fundamentos teóricos.</p> <p>Durante e durante o desenvolvimento das atividades experimentais, foi possível identificar, pelas falas e comportamentos dos estudantes, uma compreensão progressiva e significativa dos conceitos químicos abordados. As interações revelaram que os alunos conseguiram articular as percepções sensoriais aos fundamentos teóricos estudados na etapa expositiva.</p>
<p><u>MÓDULO 2</u></p> <p>Os alunos estabeleceram relações claras entre temperatura, concentração dos reagentes e velocidade da reação, articulando suas percepções sensoriais da Equação de Arrhenius. A associação espontânea entre aquecimento, intensidade da reação e formação dos produtos reforçou a compreensão das falas que influenciam a cinética.</p>	
<p><u>MÓDULO 3</u></p> <p>Os registros apontam que os estudantes compreenderam adequadamente a Lei da Conservação das Massas, identificando a liberação de gases em sistemas abertos como explicação para a aparente perda de massa durante o experimento. Esse entendimento demonstra um raciocínio científico a partir da observação empírica.</p> <p>Por fim observou-se que os participantes assimilaram o conceito de</p>	

**APÊNDICE G - REGISTROS FOTOGRÁFICOS**  
G1 - Cozinha/ Laboratório Experimental



**G2 - FOTOGRAFIA DURANTE AS ATIVIDADES DO MÓDULO 1**

**G3 - FOTOGRAFIAS DAS ATIVIDADES DO MÓDULO 2**

**G4 - FOTOGRAFIA DURANTE AS ATIVIDADES DO MÓDULO 3**



**G5 - MATERIAIS UTILIZADOS**

## APÊNDICE H - ANOTAÇÕES, OBSERVAÇÕES E COMENTÁRIOS DOS ALUNOS

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.

Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1	mole e úmido	sem estabilidade (muito mole)	Doce leve
1:2	firme e úmido	muito estável, pouco firme	equilibrado
1:3	muito firme e úmido	Rígido, quebrado	insipido

Conclusões:

1:2 foi melhor para a estrutura e sabor  
 1:2 faltou açúcar  
 1:3 ficou muito doce.

Questões para reflexão:

- Qual proporção gerou melhor estrutura? 1:2
- O que ocorreu com excesso e falta de açúcar? excesso - enjoativo, falta - pouco e insípido
- Que conceito químico é ilustrado?

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.

Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1	mole e úmida	pouca estabilidade	Doce leve
1:2	firme e úmida	muita estabilidade	Doce equilibrado
1:3	muito firme	Rígido	Enjoativo

Conclusões:

O sabor de cada um mudou e a textura também

Questões para reflexão:

- Qual proporção gerou melhor estrutura?
- O que ocorreu com excesso e falta de açúcar?
- Que conceito químico é ilustrado?

7 clara  
62,5g açúcar

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.

Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1	mole e úmido	Pouca estabilidade	Doce leve
1:2	firme e úmido	muita estabilidade	Doce equilibrado
1:3	muito firme	Rígido	Enjoativo

Conclusões:

A proporção de 1:2 deu a melhor estrutura, mais doce e mais firme.

Questões para reflexão:

- Qual proporção gerou melhor estrutura?
- O que ocorreu com excesso e falta de açúcar?
- Que conceito químico é ilustrado?

1 doce de leite  
62,5 g de açúcar

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.

Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1	mole e úmido	pouca estabilidade	Doce leve
1:2	firme e úmido	muita estabilidade	Doce equilibrado
1:3	muito firme	Rígido	Enjoativo

Conclusões:

As proporções são muito importantes para deixar o doce equilibrado e no ponto certo. A acidez ficou melhor no sabor. A experiência foi muito interessante, estava tudo muito bom.

Questões para reflexão:

- Qual proporção gerou melhor estrutura?
- O que ocorreu com excesso e falta de açúcar?
- Que conceito químico é ilustrado?

Observar e anotar:

Textura e estabilidade e sabor.


Proporção clara:açúcar	Textura	Estabilidade	Sabor
1:1	mole e úmido	estável e úmido	doce leve
1:2	firme e úmido	muito estável	doce equilibrado
1:3	muito firme	resistente	doce intenso

Conclusões:  
*Concluiu-se que a Lei da Conservação das Massas é válida e que a massa de açúcar diminuiu após a caramelização. Isso ocorreu porque a água evaporou durante o processo de cozimento. A massa ficou mais firme e o açúcar caramelizou, tornando-a mais doce e equilibrada.*

Questões para reflexão:  
 • Qual proporção gerou melhor estrutura? *1:2*  
 • O que ocorreu com excesso e falta de açúcar? *Excesso de açúcar torna a massa mais mole.*  
 • Que conceito químico é ilustrado? *Caramelização.*

*Muito doce*

*MACARON DE SUSPIRO*



*\*Leva no fundo um resíduo branco\**

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo: *Guilherme, Barbara, Proneilly K, Miriam*

Hipótese inicial:

**GUIA EXPERIMENTAL**

Materiais e ingredientes:  
 Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:  
 1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.  
 2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.  
 3. Aqueça até o açúcar caramelizar.  
 4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	<i>233,4g</i>
Peso cadinho + Açúcar	<i>284,8g Branco</i>
Peso após caramelização	<i>283,3g color</i>

Conclusões:  
*O açúcar derreteu rapidamente, passando de branco a marrom em apenas 2 minutos. Houve alteração da cor inicial, pois a final por conta da mudança de estado laboratorial.*

Questões para reflexão:  
 • A massa final é igual à inicial? *→ não*  
 • Para onde foi a diferença? *→ ficou no colher*  
 • Isso viola a Lei de Lavoisier? *→ não*

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo: *3* *Ana J. Anelize, Mariana Z*

Hipótese inicial:

**GUIA EXPERIMENTAL**

Materiais e ingredientes:  
 Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:  
 1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.  
 2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.  
 3. Aqueça até o açúcar caramelizar.  
 4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	<i>231,4g</i>
Peso cadinho + Açúcar	<i>231,4 + 53,2 = 284,6g</i>
Peso após caramelização	<i>283,1g</i>

Conclusões:  
*o peso diminuiu depois da caramelização*

Questões para reflexão:  
 • A massa final é igual à inicial?  
 • Para onde foi a diferença?  
 • Isso viola a Lei de Lavoisier?

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo: *Isabella, Isadora, KA + Rika*

Hipótese inicial: *Amo - peso*

**GUIA EXPERIMENTAL**

Materiais e ingredientes:  
 Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:  
 1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.  
 2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.  
 3. Aqueça até o açúcar caramelizar.  
 4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	<i>281,4g</i>
Peso cadinho + Açúcar	<i>284,6g</i>
Peso após caramelização	<i>281,1g color</i>

Conclusões:  
*O peso mudou, pois ficou no colher uma quantidade de...  
 A cor do caramelo mudou em diferentes tempos.*

Questões para reflexão:  
 • A massa final é igual à inicial? *→ Não*  
 • Para onde foi a diferença? *→ ficou no colher*  
 • Isso viola a Lei de Lavoisier? *→ Não*

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo: 3, Mariana G / Thaisany / Enamudo: G  
 Hipótese inicial: Quilo inicial

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:

1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.
2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.
3. Aqueça até o açúcar caramelizar.
4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	<u>33,7g</u>
Peso cadinho + Açúcar	<u>72,64g</u>
Peso após caramelização	<u>39,3</u>

Conclusões:  
As massas ficaram mais pequenas.

Questões para reflexão:

- A massa final é igual à inicial?
- Para onde foi a diferença?
- Isso viola a Lei de Lavoisier?

**FICHA EXPERIMENTAL 3.1 – O Doce que Desapareceu? Lei de Lavoisier no Caramelo**

Objetivo: Verificar a Lei da Conservação das Massas em sistema aberto durante a caramelização.

Nome do grupo: Cadinhas  
 Hipótese inicial: massa final não muda

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Balança, cadinhos, açúcar, tripé, bico de Bunsen, dessecador.

Procedimento:

1. Pese o cadinho vazio, anote o peso.
2. Pese o cadinho com açúcar, e anote o peso.
3. Aqueça até o açúcar caramelizar.
4. Resfrie e pese novamente.

Peso do cadinho vazio	<u>30,12g</u>
Peso cadinho + Açúcar	<u>40,12g</u>
Peso após caramelização	<u>39,30g</u>

Conclusões:  
A massa diminuiu e deixou todo o perfume do caramelo e parte da cor amarela desapareceu no cadinho.

Questões para reflexão:

- A massa final é igual à inicial?
- Para onde foi a diferença?
- Isso viola a Lei de Lavoisier?

nao, pois o sistema era aberto

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Cinética Química na Caramelização**

Objetivo: Modelar como temperatura e concentração influenciam a velocidade de caramelização.

Nome do grupo: 3  
 Hipótese inicial: 80% / mais

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, cronômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C.

Procedimento:

1. Cronometre o tempo até o escurecimento em diferentes temperaturas.
2. Repita variando a concentração da solução de açúcar.
3. Construa tabelas de tempo vs. temperatura e tempo vs. concentração.

Coleta de Dados: Anote o tempo até a caramelização

Soluções de sacarose	120 °C	140 °C	160 °C
40%	<u>0,0</u>		<u>180 2 min</u>
60%	<u>1,4</u>		<u>90 1 min</u>
80%	<u>0,0</u>		<u>40 2 min</u>

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura?
- Há relação direta entre concentração e velocidade?
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Cinética Química na Caramelização**

Objetivo: Modelar como temperatura e concentração influenciam a velocidade de caramelização.

Nome do grupo: Letícia, Laura  
 Hipótese inicial:

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, cronômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C.

Procedimento:

1. Cronometre o tempo até o escurecimento em diferentes temperaturas.
2. Repita variando a concentração da solução de açúcar.
3. Construa tabelas de tempo vs. temperatura e tempo vs. concentração.

Coleta de Dados: Anote o tempo até a caramelização

Soluções de sacarose	120 °C	140 °C	160 °C
40%			<u>143 a 7 min</u>
60%			<u>378 a 7 min</u>
80%			<u>202 a 7 min</u>

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura?
- Há relação direta entre concentração e velocidade?
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Cinética Química na Caramelização**

Objetivo: Modelar como temperatura e concentração influenciam a velocidade de caramelização.

Nome do grupo:	Vitor, Ana e Gabriel		
Hipótese inicial:			

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, cronômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C.

Procedimento:

1. Cronometre o tempo até o escurecimento em diferentes temperaturas.
2. Repita variando a concentração da solução de açúcar.
3. Construa tabelas de tempo vs. temperatura e tempo vs. concentração.

Coleta de Dados: Anote o tempo até a caramelização

Soluções de sacarose	120 °C	140 °C	160 °C
40%			
60%			
80%			

0,9g  
1,7g  
0,9g

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura?
- Há relação direta entre concentração e velocidade?
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Cinética Química na Caramelização**

Objetivo: Modelar como temperatura e concentração influenciam a velocidade de caramelização.

Nome do grupo:	3 / Ana, André, Mai		
Hipótese inicial:			

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, cronômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C.

Procedimento:

1. Cronometre o tempo até o escurecimento em diferentes temperaturas.
2. Repita variando a concentração da solução de açúcar.
3. Construa tabelas de tempo vs. temperatura e tempo vs. concentração.

Coleta de Dados: Anote o tempo até a caramelização

Soluções de sacarose	120 °C	140 °C	160 °C
40%			145°C / a 7min
60%			148°C / a 7min
80%			202°C / a 7min

Temperatura inicial = 213°C

0.0  
3.5  
0.0

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura?
- Há relação direta entre concentração e velocidade?
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

Quem 6 min depois o açúcar começa a caramelizar.

Cap. 3.00

Codimero = 43,29

**FICHA EXPERIMENTAL 2 – A Corrida do Açúcar: Cinética Química na Caramelização**

Objetivo: Modelar como temperatura e concentração influenciam a velocidade de caramelização.

Nome do grupo:	Cita, Temperatura		
Hipótese inicial:	maior temperatura mais rápido a caramelização maior concentração de açúcar mais forte o		

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Soluções de sacarose 40%, 60% e 80%, termômetro, cronômetro, banho-maria a 120°C, 140°C e 160°C.

Procedimento:

1. Cronometre o tempo até o escurecimento em diferentes temperaturas.
2. Repita variando a concentração da solução de açúcar.
3. Construa tabelas de tempo vs. temperatura e tempo vs. concentração.

Coleta de Dados: Anote o tempo até a caramelização

Soluções de sacarose	120 °C	140 °C	160 °C
40%	9 min	9 min	2 min
60%	7 min	4 min	1 min 30s
80%	6 min	3 min	1 min

Questões para reflexão:

- O que ocorreu com a velocidade ao aumentar a temperatura? caramelizou mais rápido
- Há relação direta entre concentração e velocidade? sim, quanto mais açúcar mais rápido
- Que conceito isso ilustra (Arrhenius)?

maior temperatura → maior energia de ativação disponível

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo:	3, Mariana G. / Giovanni / Emanuel C.		
Hipótese inicial:	pH básico / para mais dourado		

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Ácido	40 min	200°C	mais clara	3. mais água
B - pH Básico	40 min	200°C	mais escura	4. menos água
C - Neutra	N caramelizou			

46,78g  
43,8g

**GUIA EXPERIMENTAL**

Material e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou air fryer, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura?
- Qual reteve mais água?
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O**  
**Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo: 9. Helena e Larva  
 Hipótese inicial: seco, leve

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Ácido	<u>25 min</u>	<u>200°C</u>	<u>mais claro</u>	<u>é gosto de maillard</u>
B - pH Básico	<u>20 min</u>	<u>200°C</u>	<u>mais escuro</u>	<u>é gosto de maillard</u>
C - Neutra	<u>nao</u>	<u>200°C</u>	<u>normal</u>	<u>é gosto de maillard</u>

*6,18*  
*439,3*

**GUIA EXPERIMENTAL**  
 Materiais e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou air fryer, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura?
- Qual reteve mais água?
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O**  
**Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo: Luiz, Gabriel e Tiago  
 Hipótese inicial:

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Ácido	<u>40 min</u>	<u>200</u>	<u>escura</u>	<u>retém mais água</u>
B - pH Básico	<u>40 min</u>	<u>200</u>	<u>claro</u>	<u>maillard</u>
C - Neutra			<u>5</u>	<u>nao caramelizei</u>

*46,18*  
*439,3g*

**GUIA EXPERIMENTAL**  
 Materiais e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou air fryer, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura?
- Qual reteve mais água?
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O**  
**Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo: 3. Anissa, Vanessa, Maria  
 Hipótese inicial: Ficou mais escuras no ácido

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Ácido	<u>40min</u>	<u>200°C</u>	<u>mais escura</u>	<u>mais crocante</u>
B - pH Básico	<u>40min</u>	<u>200°C</u>	<u>mais clara</u>	<u>menos crocante</u>
C - Neutra				

*46,18g*  
*439,3g*

**GUIA EXPERIMENTAL**  
 Materiais e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou air fryer, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura?
- Qual reteve mais água?
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

*pH ácido*

**FICHA EXPERIMENTAL 1.2 – Crosta Dourada vs. Crosta Pálida: O**  
**Papel do pH na Culinária**

Objetivo: Investigar como o pH da marinada afeta a Reação de Maillard e a retenção de água em carnes.

Nome do grupo: Quinnia, no forno  
 Hipótese inicial: Uso de mais bicarbonato ou formou uma crosta mais dourada

Coleta de Dados:

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Coloração da crosta	Observações sensoriais
A - pH Ácido	<u>25min</u>	<u>200°</u>	<u>pálida</u>	<u>mais crocante</u>
B - pH Básico	<u>20 min</u>	<u>200°</u>	<u>dourado forte</u>	<u>menos crocante</u>
C - Neutra	<u>20min</u>	<u>200°</u>	<u>ligeiramente dourado</u>	<u>mais crocante</u>

**GUIA EXPERIMENTAL**  
 Materiais e ingredientes: Frango (~100g cada), vinagre, bicarbonato, sal, sacos plásticos, forno ou air fryer, balança, termômetro.

Procedimento:

1. Prepare três marinadas: controle (água + sal), ácida (vinagre + sal) e alcalina (bicarbonato + sal).
2. Marine por 30 minutos, asse a 200°C até atingir 75°C internos.
3. Registre o tempo, cor da crosta e peso final após o cozimento.

*Resultado foi confirmado*

Questões para reflexão:

- Qual amostra formou a crosta mais escura? *a básica*
- Qual reteve mais água? *a ácida*
- Como o pH afetou a reação de Maillard?

*Observação: intensificou a reação de maillard a alcalinidade acelerou reação entre açúcares e aminoácidos.*

6. Quando começar a dourar (cor de guaraná), teste o ponto: Pingue um pouco do caramelo em um copo com água fria — se ele formar uma bolinha dura que estala ao morder, está no ponto.

**Banhar as balas**

- Espele cada bolinha em um palito, separe a metade da quantidade total das bolinhas.
- Mergulhe rapidamente no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre uma superfície untada.
- Não mexa até endurecer completamente — o caramelo endurece em poucos segundos.

**Procedimento:**

- Observe e anote tempo até o escurecimento e cor final.
- Após resfriar, avalie cor, textura e sabor (com segurança alimentar).

**Questões para reflexão:**

- Os resultados confirmam a hipótese inicial?
- Como o pH influenciou na velocidade e na textura?
- Que conceito químico explica a influência do pH? (Catalisador)

**FICHA DE RESULTADOS DOS ALUNOS**

Nome do grupo:	Lena Gabriel, Tainá e João			
Hipótese inicial:				

**Coleta de Dados**

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Viscosidade (fluida ou pegajosa)	Observações sensoriais (sabor e aroma)
A - Com limão	4 min	173°C	fluida	W não doura em 4 minutos, mas a 173°C doura mais rápido
B - Sem limão	6 min	200°C	pegajosa	W não doura em 6 minutos, mas a 200°C doura mais rápido

**Conclusões:**

A temperatura influencia a velocidade e o aroma. A temperatura mais baixa doura mais rápido, mas a mais alta doura mais rápido.

**Banhar as balas**

- Espele cada bolinha em um palito, separe a metade da quantidade total das bolinhas.
- Mergulhe rapidamente no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre uma superfície untada.
- Não mexa até endurecer completamente — o caramelo endurece em poucos segundos.

**Procedimento:**

- Observe e anote tempo até o escurecimento e cor final.
- Após resfriar, avalie cor, textura e sabor (com segurança alimentar).

**Questões para reflexão:**

- Os resultados confirmam a hipótese inicial?
- Como o pH influenciou na velocidade e na textura?
- Que conceito químico explica a influência do pH? (Catalisador)

**FICHA DE RESULTADOS DOS ALUNOS**

Nome do grupo:	3 / Analize, Ana F, Mariana			
Hipótese inicial:				

**Coleta de Dados**

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Viscosidade (fluida ou pegajosa)	Observações sensoriais (sabor e aroma)
A - Com limão	4 min	167°C	crocante	sem escurecer, aroma suave, crocante, mais suave
B - Sem limão	6 min	200°C	pegajosa	aroma doce, sem doura, doce, controlado

**Conclusões:**

O açúcar deixa mais crocante, melhora para comer, bem gostoso e não aperta a boca, bem pegajoso nos dentes, os dois são bem doces. Aquela doce que arrancha a garganta.

6. Quando começar a dourar (cor de guaraná), teste o ponto: Pingue um pouco do caramelo em um copo com água fria — se ele formar uma bolinha dura que estala ao morder, está no ponto.

**Banhar as balas**

- Espele cada bolinha em um palito, separe a metade da quantidade total das bolinhas.
- Mergulhe rapidamente no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre uma superfície untada.
- Não mexa até endurecer completamente — o caramelo endurece em poucos segundos.

**Procedimento:**

- Observe e anote tempo até o escurecimento e cor final.
- Após resfriar, avalie cor, textura e sabor (com segurança alimentar).

**Questões para reflexão:**

- Os resultados confirmam a hipótese inicial?
- Como o pH influenciou na velocidade e na textura?
- Que conceito químico explica a influência do pH? (Catalisador)

**FICHA DE RESULTADOS DOS ALUNOS**

Nome do grupo:	Barbara, Emanuelly R., Miriam, Gustavo			
Hipótese inicial:				

**Coleta de Dados**

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Viscosidade (fluida ou pegajosa)	Observações sensoriais (sabor e aroma)
A - Com limão	4 min	167°C	fluida / rígida	com amarelada, aroma doce, mais rápido
B - Sem limão	6 min	200°C	pegajosa / melável	sem dourar, mais rápido, mais clara, mais

**Conclusões:**

A temperatura influencia a velocidade de dourar e a cor. A temperatura mais baixa doura mais rápido, mas a mais alta doura mais rápido.

**Banhar as balas**

- Espele cada bolinha em um palito, separe a metade da quantidade total das bolinhas.
- Mergulhe rapidamente no caramelo quente, escorra o excesso e coloque sobre uma superfície untada.
- Não mexa até endurecer completamente — o caramelo endurece em poucos segundos.

**Procedimento:**

- Observe e anote tempo até o escurecimento e cor final.
- Após resfriar, avalie cor, textura e sabor (com segurança alimentar).

**Questões para reflexão:**

- Os resultados confirmam a hipótese inicial?
- Como o pH influenciou na velocidade e na textura?
- Que conceito químico explica a influência do pH? (Catalisador)

**FICHA DE RESULTADOS DOS ALUNOS**

Nome do grupo:	3 Mariana G. Schmitt / Tainá / Emanuelly G.			
Hipótese inicial:				

**Coleta de Dados**

Amostra	Tempo até escurecimento	Temperatura (°C)	Viscosidade (fluida ou pegajosa)	Observações sensoriais (sabor e aroma)
A - Com limão	4 min	167°C	fluida	menos doce
B - Sem limão	6 min	200°C	pegajosa	menos doce, com doura, mais controlado

**Conclusões:**

O pH é bem diferente, a viscosidade muda muito.