

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA A ABORDAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA

*Sequence teaching based on solving problems for learning chemical kinetics*

**Amanda Maria Vieira Mendes Sales** [mendesamv@gmail.com]

**Verônica Tavares Santos Batinga** [veratsb@gmail.com]

*Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)*

*Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE*

### Resumo

Este trabalho objetiva analisar as possíveis contribuições de uma sequência didática baseada na abordagem de ensino por resolução de problemas para a aprendizagem dos estudantes sobre Cinética Química. Para isso foi aplicada uma sequência sobre a temática Cinética Química e Conservação de Alimentos a dezenove alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública de Recife-PE. O presente estudo é de natureza qualitativa, constando dos procedimentos metodológicos: 1) levantamento bibliográfico, 2) elaboração de uma sequência didática, 3) aplicação da sequência didática em sala de aula e 4) análise do desenvolvimento da sequência didática. Para realizar a análise dos dados foram estabelecidas as seguintes categorias: fenomenológica, teórica e representacional. Os resultados apontam que os estudantes apresentaram um melhor nível de compreensão sobre conteúdos relacionados à cinética química, o qual avançou da dimensão fenomenológica para a teórica e na integração dessas duas dimensões.

**Palavras chaves:** resolução de problemas, cinética química, ensino médio.

### Abstract

This work aims to analyze the possible contributions of a didactic sequence based on the teaching approach by solving problems for students' learning about Chemical Kinetics. For that, a sequence was applied on the subject Chemical Kinetics and Food Conservation to nineteen students of the second year of high school in a public school in Recife-PE. The present study is of a qualitative nature, consisting of methodological procedures: 1) bibliographic survey, 2) elaboration of a didactic sequence, 3) application of the didactic sequence in the classroom and 4) analysis of the development of didactic sequence. To perform the data analysis, the following categories were established: phenomenological, theoretical and representational. The results show that the students presented a better understanding of contents related to chemical kinetics, which advanced from the phenomenological to the theoretical dimension and the integration of these two dimensions.

**Keywords:** problem solving, chemical kinetics, secondary school.

## Introdução

Geralmente, o ensino de cinética química acontece no segundo ano do ensino médio (EM), uma vez que os alunos já estudaram reação química, ligação química e entalpia (JUSTI e RUAS, 1997, p. 24), os quais são conteúdos necessários para a compreensão da velocidade que ocorre as reações químicas e dos fatores que as influenciam (PERUZZO e CANTO, 2003). Alguns professores de Química do ensino médio atribuem ao fato de que os estudantes apresentam dificuldade em compreender o conteúdo de cinética química por estes apresentarem dificuldades em entender como ocorrem as reações químicas (JUSTI e RUAS, 1997), e a teoria corpuscular da matéria (MARTORANO, 2007). Quando questionados sobre o entendimento acerca das reações químicas os alunos costumam referir-se a aspectos macroscópicos, e demonstram uma percepção contínua da matéria (JUSTI e RUAS, 1997) apresentando, portanto, concepções equivocadas sobre o conhecimento químico.

A cinética química tem sido um conteúdo considerado de difícil aprendizagem pelos estudantes, por apresentar um nível de abstração elevado, e por ser trabalhado com base em dados experimentais, o que abrange respectivamente aspectos microscópicos e macroscópicos (MARTORANO, 2007). Delimitamos o tema “A Cinética Química e os Alimentos”, a fim de abordar as relações da cinética química tanto com os métodos de conservação dos alimentos que retardam a velocidade das reações químicas, como os métodos que auxiliam no preparo dos alimentos, acelerando a velocidade das reações químicas.

Devido aos avanços constantes no âmbito científico e tecnológico se faz necessário que a educação básica propicie aos discentes o desenvolvimento de competências para resolver problemas escolares e da vida real, de modo que eles possam articular conhecimentos escolares com situações do cotidiano. Para isso é fundamental que as escolas potencializem a implementação de abordagens de ensino e aprendizagem que favoreçam o desenvolvimento de tais competências (CHIN e CHIA, 2004). Assim, o docente deve investir no levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos antes de introduzir um novo conteúdo, instigando-os a refletir sobre o mesmo antes de sua abordagem. Isso pode favorecer que o conhecimento científico venha a ser construído a partir das reflexões e experiências dos alunos, o que envolve a reestruturação de suas ideias iniciais sobre certo conteúdo (BORGES, 1996).

O ensino baseado na resolução de problemas (RP) proporciona uma aprendizagem gradual, com relação ao nível de complexidade, contribuindo para a formação de esquemas que servirão para resolver problemas futuros (FONSECA, 2005). Essa abordagem de ensino possibilita a contextualização dos conteúdos, motiva os alunos e pode contribuir para atender as orientações propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no sentido de considerar que o ensino de Química deve promover o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas e afetivas, que capacitem os alunos a tomar decisões a partir de suas próprias reflexões, diante de problemas reais, do seu dia a dia e com base no conhecimento científico (BRASIL, 1999).

Com base nas questões discutidas, o problema de pesquisa que orientou este estudo foi: Quais as possíveis contribuições de uma sequência didática elaborada a partir da abordagem de RP para o aprendizado dos estudantes pesquisados sobre aspectos da cinética química? Diante desse questionamento estabelecemos como objetivo da pesquisa: analisar as possíveis contribuições de uma sequência didática elaborada a partir da RP para o aprendizado dos estudantes pesquisados sobre aspectos da cinética química.

## A Cinética Química no Ensino Médio

A palavra cinética tem sua origem do grego *kinetiké* que significa “movimento” (PERUZZO e CANTO, 2003). A cinética química estuda a velocidade com que ocorrem as reações químicas e os fatores que influenciam na velocidade de tais reações (PERUZZO e CANTO, 2003).

O estudo da cinética é importante para compreender os fenômenos que ocorrem no dia a dia, interpretá-los, e para resolver problemas da vida real (USBERCO e SALVADOR, 2002). A seguir apresentamos dois exemplos de problemas denominados de cotidiano: Como uma cozinheira deve proceder para realizar a cocção de um alimento de forma mais rápida? O que devemos fazer a fim de que uma fruta leve mais tempo para decompor? As reações químicas podem ocorrer de forma rápida ou lenta. A título de ilustração destacamos, respectivamente, a explosão da dinamite e a fermentação do suco de uva. Diante desses exemplos podemos observar que existem inúmeras reações químicas que ocorrem em nosso cotidiano com velocidades distintas, portanto, torna-se relevante o estudo da cinética química.

A velocidade de uma reação é uma grandeza química que indica como a quantidade de reagentes ou produtos dessa reação varia com o passar do tempo, sendo expressa pela variação da concentração, da quantidade de matéria, da pressão, da massa ou do volume, por unidade de tempo. Quando as moléculas das substâncias reagentes interagem de forma lenta, diz-se que a velocidade da reação química é lenta, ou seja, levou um tempo maior para a formação de novas substâncias. No entanto, quando ocorre um grande consumo das moléculas dos reagentes, em um menor tempo, obtém-se rapidamente um novo produto, diz-se então que a velocidade da reação química foi rápida (PERUZZO e CANTO, 2003).

De um modo geral, o ensino do conteúdo de cinética química no ensino médio privilegia os fatores que alteram a velocidade das reações químicas, por exemplo, a variação de concentração do reagente. Desse modo, dá-se ênfase aos aspectos fenomenológicos do conhecimento químico, em detrimento dos aspectos teórico e representacional (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000). Como destaca Lima *et al* (2000):

O ensino de química, muitas vezes, tem-se resumido a cálculos matemáticos e memorização de fórmulas e nomenclaturas de compostos, sem valorizar os aspectos conceituais. [...] os experimentos, quando realizados, limitam-se a demonstrações que não envolvem a participação ativa do aluno, ou apenas os convidam a seguir um roteiro, sem levar em consideração o caráter investigativo e a possibilidade de relação entre o experimento e os conceitos. [...] No ensino de cinética química, constatamos que as atividades didáticas, muitas vezes, são baseadas em aulas expositivas, que não levam em conta nem os conhecimentos prévios nem o cotidiano dos alunos. Isto torna o ensino deste tópico desmotivante e o discurso do professor é tomado como “dogma de fé”.

### **A Cinética Química e a Conservação de Alimentos**

No nosso dia a dia existem varias reações químicas que se processam com diferentes velocidades, como por exemplo: os processos de digestão e respiração, a dissolução de comprimidos efervescentes e a decomposição dos alimentos, que muitas vezes não percebemos. Entretanto, ao estudarmos sobre os fatores que influenciam na velocidade das reações químicas ocorridas nos alimentos será possível aprender formas de controlar a velocidade dessas reações. Atrelado a isso, “interpretar e reconhecer a composição e o princípio ativo dos alimentos é muito importante para refletir e colocar em prática o hábito de privilegiar uma alimentação balanceada e saudável” (MÓL e SANTOS, 1998, p. 91).

Atualmente, um dos problemas mundiais diz respeito ao armazenamento adequado dos alimentos, para que possam ser comercializados em vários países com a qualidade necessária ao consumo humano. Então, “o estudo do tempo e dos mecanismos das transformações químicas” (MÓL e SANTOS, 1998, p. 93) vem a contribuir para o desenvolvimento tecnológico da indústria alimentícia, no sentido de desenvolver métodos cada vez mais eficientes para a conservação de alimentos, os quais utilizam substâncias químicas que conferem sabor acentuado, e mantêm as características dos alimentos quando frescos (MÓL e SANTOS, 1998).

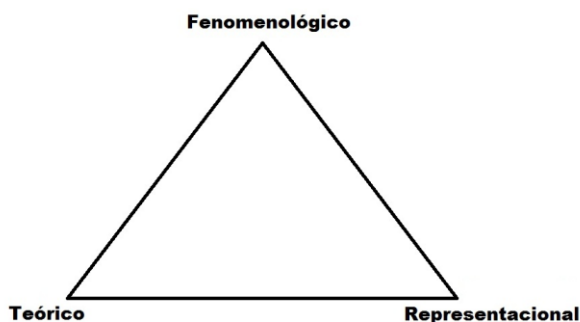
Com base no exposto, é possível indagar os alunos sobre as questões a seguir: O que causa a decomposição dos alimentos? Quais fatores influenciam na velocidade de seu processo de decomposição? O que podemos fazer para que os alimentos venham a se decompor de forma mais lenta? Essas questões podem promover a participação dos alunos, fazendo-os refletir sobre suas vivências pessoais e coletivas, e articular seus conhecimentos prévios com a sua experiência prática. O estudo da cinética química implica em fornecer informações relevantes para que os estudantes atuem como consumidores críticos durante a aquisição de alimentos, e compreendam a pertinência desse estudo a partir das implicações em sua vida cotidiana (MÓL e SANTOS, 2000).

Em 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu oito objetivos a serem alcançados até 2015, um deles é “acabar com a fome e a miséria”, sendo propostas algumas ações: “aproveitar ao máximo os alimentos, cuidando de sua correta conservação e usando receitas alternativas, promovendo o não desperdício” e “organizar e promover atividades de educação alimentar, visando o aproveitamento integral dos alimentos” (ONU/PNUD, 2003).

A aparência dos alimentos pode estar intimamente relacionada a sua qualidade. Geralmente, cor e aroma são os primeiros itens a serem observados/avaliados pelo consumidor, desse modo, é imprescindível que os alimentos apresentem procedência indiscutível. Isso requer técnicas de conservação que preservem a sua qualidade, de modo que os alimentos permaneçam semelhantes ao seu estado fresco. O escurecimento de frutas, por exemplo, pêra e maçã ocorrem quando elas são descascadas e amassadas devido à atuação de enzimas denominadas de polifenoloxidasas (PPO). Essas reagem com o ácido clorogênico, na presença de oxigênio, acarretando a oxidação das frutas, e produzindo pigmentos escuros. Além de prejudicar a qualidade estética do alimento, a oxidação afeta a vida útil das frutas, através da perda de nutrientes e presença de sabor desagradável. Entretanto, o escurecimento pode ser desejável em determinados alimentos, por exemplo, no cacau, ameixa seca, chá preto e no café (FILHO e VASCONCELOS, 2011). O escurecimento enzimático ocorre na presença da enzima, do substrato, por exemplo, o ácido clorogênico, e do oxigênio, mas se for alterado um desses fatores, será possível controlar a reação química que provoca a degradação indesejável de alguns alimentos. Assim, geralmente ocorre a remoção de oxigênio ou inibição da enzima pelo emprego da temperatura ou de substâncias químicas (FILHO e VASCONCELOS, 2011).

### A Cinética Química e as dimensões do Conhecimento Químico

Autores como Mortimer, Machado e Romanelli (2000) sugerem que os docentes ao abordarem conteúdos químicos considerem três dimensões: fenomenológica, relacionada a fenômenos visíveis e concretos; teórica que trata da natureza microscópica, por exemplo, modelos abstratos, e a representacional que corresponde à natureza simbólica da química. Assim, sugerem que as aulas de química abranjam articulações dinâmicas entre estas dimensões do conhecimento, buscando inter-relacioná-las, conforme representação da figura 1.



**Figura 1:** Relação entre os aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais da química.

Com relação à abordagem do conteúdo de cinética química é fundamental que o professor procure integrar as dimensões teóricas, representacionais e fenomenológicas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000) inerentes a este conteúdo, buscando não se deter apenas a ilustrações dos fatores que afetam a velocidade da reação ou a escrever no quadro equações e representações químicas, o que pode dificultar o estabelecimento de modelos mentais cada vez mais próximos dos modelos científicos (PAIVA *et al.*, 2013).

### **A abordagem de ensino baseada na Resolução de Problemas**

De acordo com as Orientações Curriculares Nacionais (OCN) a química tem um papel fundamental na formação de cidadãos ativos, capazes de resolver problemas emergentes de seu cotidiano, bem como problemas escolares que englobem desde conhecimentos químicos específicos até questões tecnológicas, ambientais e sociais (BRASIL, 2006).

Segundo Pozo (1998) a resolução de problemas é uma abordagem de ensino que tem por objetivo promover aos alunos a autonomia, a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e a mobilização de seus conhecimentos prévios durante o processo de resolução de problemas. Nesse trabalho adotamos o conceito de que problema é uma situação que o sujeito precisa resolver, entretanto, este não dispõe de uma solução imediata e única. Assim, o sujeito precisa elaborar hipóteses e estratégias que o levem a solução; consultar fontes de informações; refletir, analisar e tomar decisões e usar estratégias para uma resolução coerente e mais adequada ao contexto do problema (BATINGA e TEIXEIRA, 2010; GÓI e SANTOS, 2009; POZO, 1998).

De acordo com Pozo (1998) os problemas podem ser do tipo: escolares, cotidianos e científicos. Nesse trabalho focaremos nos problemas escolares, pois esses buscam articular o conhecimento científico com o conhecimento cotidiano, estando esses problemas classificados em: quantitativo, qualitativo e pequenas pesquisas. Os problemas quantitativos para serem solucionados necessitam da utilização de cálculo numérico, grandezas químicas, comparação de dados, relação entre variáveis e utilização de fórmulas e equações, o que não impede de solucioná-los com respostas não numéricas. O problema qualitativo requer no seu processo de resolução a mobilização de conhecimentos prévios, habilidades de reflexão, tomada de decisão e explicação, não sendo necessária a utilização de cálculos e atividades práticas. O problema do tipo pequenas pesquisas necessita da realização de uma pesquisa para solucionar o problema, podendo esta ser um trabalho prático e/ou de campo (BATINGA e TEIXEIRA, 2010; POZO, 1998).

Para resolver um problema escolar os estudantes precisam compreender o que esta sendo solicitado no seu enunciado, e mobilizar conhecimentos aprendidos anteriormente. Considerando que o problema escolar busca uma aproximação com situações reais emergentes do contexto social, espera-se que os estudantes ao resolvê-lo façam uso de conhecimentos conceituais, procedimentais e/ou atitudinais, e que o processo de resolução possibilite uma aprendizagem significativa a partir de uma assimilação conceitual e contextual, que permita transferência para diferentes contextos (GÓI e SANTOS, 2009; BATINGA e TEIXEIRA, 2010). Nessa perspectiva, o docente precisa participar efetivamente do resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, instigando-os a: refletir sobre o problema escolar proposto, a enfrentar o desafio de resolver o problema e a superar as dificuldades encontradas (GÓI e SANTOS, 2009).

### **Desenho Metodológico**

O presente estudo é de natureza qualitativa (OLIVEIRA, 2005) e objetiva analisar as possíveis contribuições de uma sequência didática baseada na abordagem de ensino por resolução de problemas para a aprendizagem dos estudantes sobre Cinética Química. A sequência didática foi aplicada a 19 alunos de uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública de Recife,

Pernambuco, sendo utilizado um total de 07 aulas de 50 minutos cada. Os 19 alunos participaram de todas as atividades propostas na SD.

Na 1ª aula a docente solicitou que os alunos resolvessem individualmente, com base nos seus conhecimentos prévios e entregassem as respostas por escrito a dois problemas: P1) Algumas vezes depois que almoçamos sentimos certa sonolência. Um dos fatores que contribuem para essa sonolência é mastigação dos alimentos de forma inadequada, provocando uma digestão mais lenta, a qual necessita de uma quantidade maior de suco gástrico para decompor o alimento. O ácido clorídrico (HCl) compõe o suco gástrico, e para a sua formação são retirados íons  $H^+$  do sangue, o que provoca o estado de sonolência denominado de alcalose pós-prandial. Como você explicaria esse fenômeno a partir de seus conhecimentos químicos? P2) Você já percebeu que algumas frutas ficam escuras quando expostas ao ar? Diante disso, como podemos proceder para retardar esse fenômeno durante o preparo de uma salada de frutas? Justifique sua resposta com base em conhecimentos químicos.

Na segunda aula, com o objetivo de propiciar um debate sobre algumas reações químicas que ocorrem no cotidiano, inclusive nos alimentos, elaboramos questões (quadro1) buscando articular o conhecimento prévio dos alunos com o conhecimento químico. Este debate teve início com a apresentação de imagens que versaram sobre as reações químicas que ocorrem nos alimentos e em outros contextos.

**Quadro 1.** Algumas das questões elaboradas para subsidiar o debate

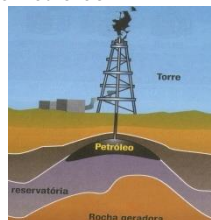
Analise as imagens e identifique os casos em que as reações químicas se processam de forma mais rápida ou mais lenta.

**Figura 2.** Explosão de dinamite



Fonte: Peruzzo e Canto, 2010, p.83.

**Figura 3.** Formação de Petróleo



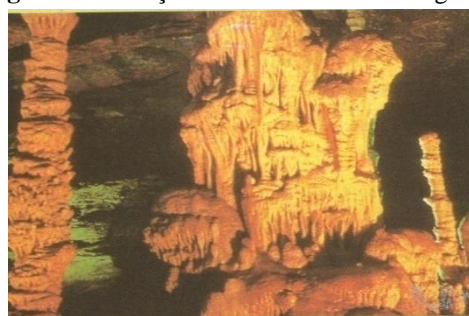
Fonte: Mól e Santos, 1998, p. 336.

**Figura 4.** Formação de  $PbI_2$



Fonte: Usberco e Salvador, 2002, p. 200.

**Figura 5.** Formação de estalactites e estalagmites



Fonte: Machado e Mortimer, 2007, p. 209.

Na produção de pães caseiros, utilizou-se aproximadamente 1L de fermento caseiro e 3 Kg de farinha de trigo. Com essa mesma quantidade de farinha de trigo pode-se produzir a mesma quantidade de pães, fazendo uso de apenas 03 colheres de sopa de fermento biológico comercial. Como você explicaria esse fato? Justifique sua resposta com base em conhecimentos químicos.

Como podemos retardar o processo de escurecimento da maçã durante a preparação de uma salada de frutas?

**Figura 6.** Escurecimento da maçã.



Fonte: Peruzzo e Canto, 2010, p.221.

Nas aulas 3 e 4 (geminadas) houve uma exposição dialogada, na qual a professora fez uso de slides que abordavam conteúdos relacionados à cinética química, procurando enfatizar a influência da cinética química nas reações que ocorrem nos alimentos e no seu processo de conservação. Os conteúdos trabalhados e discutidos nas aulas foram: definição de cinética química, importância da cinética química para a sociedade, reações distintas que ocorrem em diferentes velocidades, velocidade média de uma reação, ocorrência de uma reação química, diferença entre fenômeno físico e químico, noções sobre teoria das colisões, energia de ativação, fatores que influenciam a velocidade de uma reação, leis da velocidade, reação elementar e ordem de reação.

Enquanto que nas aulas 5 e 6 (geminadas) os alunos foram divididos em grupos (G1, G2 e G3) participaram da realização de atividades experimentais distintas, no laboratório de química da escola, relacionadas com fatores que influenciam na velocidade das reações químicas, como: concentração, catalisador, superfície de contato, inibidor e temperatura. Esses experimentos tiveram como objetivo relacionar o conteúdo teórico ao prático, a fim de motivar os alunos, propiciar a mobilização de concepções, resolver problemas e questões referentes a cada experimentação proposto. Cada grupo recebeu um roteiro com procedimentos experimentais diferentes intitulados: 1. Investigando a influência da superfície de contato nas reações químicas; 2. Investigando a influência de um inibidor nas reações químicas e 3. Investigando a influência da temperatura nas reações químicas.

**Quadro 2.** Resumo dos roteiros de três atividades experimentais

<b>Experimento 1</b> – Investigando a influência da superfície de contato nas reações químicas	O roteiro experimental constou do seguinte procedimento: Adicione em cada béquer 50 mL de água; triture 1 comprimido efervescente com o auxílio do cadinho e do pistilo; adicione, ao mesmo tempo, em um dos béqueres o comprimido triturado e no outro béquer o comprimido inteiro; utilize o cronômetro, anote o tempo e observe o que ocorreu. Foram propostas quatro questões para resolução sobre o experimento.
<b>Experimento 2</b> – Investigando a influência de um inibidor nas reações químicas	O roteiro experimental constou do seguinte procedimento: Identifique cada um dos pratos usando fita adesiva e caneta como: prato 1 e prato 2; corte a maçã em 2 partes iguais e coloque um pedaço no prato 1 e o outro no 2; adicione o suco de limão sobre a polpa da maçã que está no prato 1. No prato 2, não adicione o suco de limão sobre a maçã; observe o que acontece com cada pedaço de maçã. Anote o que você observou quando foi adicionado suco de limão no pedaço de maçã do prato 1; deixe os pedaços de maçãs em repouso por 25 minutos. Logo após, observe e descreva o que aconteceu com os dois pedaços de maçãs. Foram propostas quatro questões para resolução sobre o experimento.
<b>Experimento 3</b> – Investigando a influência da	O roteiro experimental constou do seguinte procedimento: Identifique cada um dos béqueres de 100 mL com adesivo e caneta, com as seguintes palavras: água gelada, água à temperatura ambiente e água quente; coloque 50 mL de água

<b>temperatura nas reações químicas</b>	gelada, no béquer intitulada “água gelada”; coloque 50 mL de água à temperatura ambiente, no béquer intitulado “água à temperatura ambiente”; coloque 50 mL de água, no béquer intitulado “água quente”; adicione simultaneamente, em cada um dos béqueres, 1 comprimido efervescente; utilize os cronômetros e anote a temperatura e o tempo em que o comprimido se dissolveu em cada situação. Foram propostas quatro questões para resolução sobre o experimento.
---	--

Na sétima aula a professora solicitou a socialização das respostas dos grupos às questões sobre os experimentos e auxiliou os alunos nas dificuldades de aprendizagens encontradas durante o processo de resolução destas. Na oitava aula foi entregue aos alunos uma ficha com os problemas apresentados no início da SD, a fim de que eles solucionassem após a vivência da intervenção didática. Durante a atividade de resolução dos problemas os alunos respondem individualmente, e não consultaram nenhuma fonte de pesquisa.

No quadro 3 apresenta-se uma síntese das atividades desenvolvidas na sequência didática, bem como os temas e conteúdos abordados, os respectivos objetivos e estratégias e ações utilizadas:

**Quadro 3.** Atividades desenvolvidas durante a sequência

<b>Atividades</b>	<b>Temas e conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estratégias e ações</b>
Apresentação dos problemas (1ª aula).	Cinética química articulada a fenômenos do cotidiano.	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema; Contextualizar o conteúdo; Motivar os alunos.	Ler o problema; Interpretá-lo; Resolve-lo.
Debate sobre reações químicas a partir de imagens (2ª aula).	Relação da cinética química com fenômenos do cotidiano.	Promover a reflexão e desenvolver a argumentação.	Discutir as questões propostas (aluno-aluno, aluno-professor).
Exposição dialogada (3ª e 4ª aula).	Cinética Química.	Desenvolver o conhecimento químico.	Aula dialogada (interação professor-aluno).
Realização de três atividades experimentais (5ª e 6ª aula)	Fatores que influenciam a velocidade das reações químicas.	Contextualizar o conteúdo; aprender habilidades relativas ao “saber como” por parte dos alunos.	Executar os experimentos; Responder e discutir questões.
Socialização e discussão das respostas (7ª aula)	Fatores que influenciam a velocidade das reações químicas.	Auxiliar os alunos a superar as dificuldades encontradas durante o processo de resolução das questões.	Discutir as respostas das questões, buscando soluções mais adequadas.
Resolução dos problemas após a SD (8ª aula)	Cinética química articulada a fenômenos do cotidiano.	Identificar respostas com um maior embasamento químico, diante do conjunto de atividades e aprendizados desenvolvidos.	Reinterpretar os problemas (P1 e P2) e discutir as respostas.

## Resultados e Discussão

Foram analisadas as respostas dos alunos na realização das atividades individual, e em grupos propostas na sequência. As atividades foram: resolução de problemas no início e após a aplicação da SD (individual) e resolução de questões referente a três atividades experimentais (grupos), por acreditarmos que estas guardam uma maior relação com o enunciado dos problemas.



Os dados foram analisados com base em categorias a priori fundamentadas nos aspectos do conhecimento químico, como: fenomenológico (FN), relacionado a fenômenos concretos e visíveis; teórico (TR) trata da natureza microscópica; representacional (RP) que compreende a parte simbólica da química (Mortimer, Machado e Romanelli, 2000) e a categoria não respondeu (NR), que foi utilizada quando os alunos não responderam as questões.

### **Análise da resolução dos problemas apresentados no início da sequência**

**Problema 1 (P1):** Algumas vezes depois que almoçamos, sentimos certa sonolência. Um dos fatores que contribuem para esta sonolência é mastigação dos alimentos de forma inadequada, provocando uma digestão mais lenta, a qual necessita de uma quantidade maior de suco gástrico para decompor o alimento. O ácido clorídrico (HCl) compõe o suco gástrico, e para a sua formação são retirados íons  $H^+$  do sangue, o que provoca o estado de sonolência denominado de alcalose pós-prandial. Como você explicaria este fenômeno a partir de seus conhecimentos químicos?

Dentre os dezenove alunos investigados, 06 alunos – A2, A6, A10, A13, A15, A17 – (31,58%) não responderam ao P1. Enquanto, as respostas de 08 alunos – A1, A3, A8, A9, A11, A12, A18 e 19 – (42,10%) expressam elementos macroscópicos que correspondem à dimensão fenomenológica do conhecimento químico. Por exemplo, os alunos A1 e A19 demonstram entender o fenômeno tratado no problema a partir de uma visão de senso comum. Isso é evidenciado em suas respostas com a presença de termos “inteiros” e “mastigação adequada” referindo-se a alimentos, mas nenhum deles aborda o termo químico “superfície de contato”.

A1: *“Quando a mastigação for rápida, a digestão vai ser mais lenta porque os alimentos ainda estarão “inteiros” e vai precisar de mais suco gástrico. Quando a mastigação for mais lenta, a digestão vai ser mais rápida, porque os alimentos estarão bem mastigados e vai precisar de menos suco gástrico”.*

A19: *“Porque quando não temos uma mastigação adequada, logo nossa digestão será mais lenta, tornando assim seu sistema digestório inadequado. E com isso, tudo irá ficar lento e você terá uma preguiça por conta dessas consequências da decomposição dos alimentos”.*

Cinco alunos (26,32%) – A4, A5, A7, A14, A16 – apresentaram respostas ao P1 que se aproximam da dimensão teórica do conhecimento químico. Por exemplo, A4 relata que para a formação do HCl é necessário retirar íons  $H^+$  do sangue.

A4: *“Dependendo do seu metabolismo, o corpo irá usar mais energia para efetuar a digestão devido ao uso elevado de suco gástrico que retira íons do hidrogênio do sangue”.*

**Problema 2 (P2):** Você já percebeu que algumas frutas ficam escuras quando expostas ao ar? Diante disso, como podemos proceder para retardar esse fenômeno durante o preparo de uma salada de frutas? Justifique sua resposta com base no conhecimento químico.

As respostas dos 19 alunos (100,00%) ao P2 se referem à dimensão fenomenológica. Os estudantes detêm-se aos aspectos visíveis relacionados ao conhecimento sobre inibidores de reações químicas. Por exemplo, o A15 compreende que frutas, as quais em sua constituição possuem substâncias que apresentam comportamento ácido como o limão, e que conservar a salada de frutas na geladeira pode retardar o escurecimento de algumas frutas.

A15: *“Passar limão, outras substâncias ácidas e colocar a salada de fruta na geladeira”.*

**Tabela 1.** Respostas aos problemas no início da aplicação da sequência

Problemas	Categorias	Percentual (%)				Número de Respostas			
		FN	TR	RP	NR	FN	TR	RP	NR
P1	FN, TR, RP, NR	42,10	26,32	0,00	31,58	08	05	00	06
P2	FN, TR, RP, NR	100,00	0,00	0,00	0,00	19	00	00	00

### **Análise das atividades experimentais envolvendo fatores que influenciam na velocidade de reações químicas**

Apresentamos a análise das respostas dos alunos a questões relacionadas com três experimentos intitulados: 1. Investigando a influência da superfície de contato nas reações químicas; 2. Investigando a influência de um inibidor nas reações químicas e 3. Investigando a influência da temperatura nas reações químicas.

#### **Análise do Experimento n° 1: Investigando a influência da superfície de contato nas reações químicas**

Quatro questões foram propostas para resolução sobre o experimento n° 1. As respostas dos grupos a estas questões foram analisadas conforme as categorias adotadas: fenomenológico (FN), relacionado a fenômenos concretos e visíveis; teórico (TR) trata da natureza microscópica e representacional (RP), que compreende a parte simbólica da química (Mortimer, Machado e Romanelli, 2000).

**Q1.** Em qual das situações a dissolução do comprimido efervescente foi mais rápida? Justifique sua resposta com base no conhecimento químico.

A resposta do grupo 1 (G1) a Q1 apresenta certa integração entre as dimensões fenomenológica e teórica do conhecimento químico. Por exemplo: G1: “*Com o comprimido triturado, há uma maior área de contato deixando a reação bem mais rápida*”. Este grupo afirma que a dissolução do comprimido efervescente será mais rápida quando o mesmo estiver triturado (dimensão fenomenológica) devido o aumento da “superfície de contato” (dimensão teórica). De modo geral, o G1 parece compreender com base na observação do comportamento macroscópico da reação, que se o comprimido estiver triturado ocorrerá aumento na superfície de contato, o que causa aumento na velocidade da reação química, quando comparado com o comprimido inteiro.

**Q2.** Descreva exemplos de reações químicas ocorridas na preparação e/ou cozimento de alimentos, as quais estão sujeitas as mesmas variáveis que influenciam na dissolução do comprimido efervescente nas situações 1 e 2 do experimento realizado.

Na Q2, o G1 apresenta uma resposta relacionada a outro contexto (alimentos) diferente do que foi trabalhado no experimento. Entretanto, essa resposta traz elementos da dimensão fenomenológica com relação a influencia do fator “superfície de contato” na velocidade das reações que ocorrem nos alimentos, conforme podemos observar na ilustração do grupo 1: G1: “*A trituração de alimentos favorece uma rápida reação*”.

**Q3.** Baseado no experimento realizado responda a questão a seguir: De que forma você faria a ingestão de um comprimido antiácido, caso apresentasse sintomas de azia estomacal?

A resposta do G1 a Q3 se enquadra na categoria fenomenológica por enfatizar aspectos visíveis e concretos observados no experimento, por exemplo, quando declara que se triturarmos o comprimido efervescente a reação química será mais rápida. G1: “*Triturado. Porque ele se dissolve mais rápido na água*”. De outro modo, observa-se que o G1 não faz articulações entre o experimento e o fenômeno da azia estomacal, propondo explicações no nível teórico do conhecimento químico.

**Q4.** Com base no conhecimento químico adquirido a partir do experimento responda: Como podemos acelerar e retardar a velocidade das reações químicas ocorridas na preparação e/ou cozimento de alimentos, e de outras reações que acontecem em contextos diferentes da alimentação? Dê exemplos.

A resposta do G1 traz a tona aspectos da dimensão fenomenológica referente ao fator superfície de contato, enfatizando apenas o aumento da velocidade de reações que ocorrem na preparação e cozimento dos alimentos. Entretanto, o G1 não aborda como a superfície de contato pode influenciar no sentido de tornar mais lentas as reações que ocorrem nos alimentos. Ele também não relaciona a influência da superfície de contato em reações ocorridas em contextos diferentes da alimentação. A seguir apresentamos a resposta do G3: “Com o alimento triturado, o tempero vai reagir melhor com a carne, facilitando o seu cozimento”.

**Tabela 2.** Respostas do grupo 1 (G1) as questões sobre o experimento n° 1

Questões	Categorias			
	FN	TR	RP	NR
Q1	X	X		
Q2	X			
Q3	X			
Q4	X			

### **Análise do Experimento n° 2: Investigando a influência de um inibidor nas reações químicas**

**Q1.** O que ocorreu com a maçã nos pratos 1 e 2? Explique com base no conhecimento químico, nas suas observações e no que você descreveu nas tabelas 1 e 2.

Quanto a Q1, a resposta do grupo 2 (G2) remete a dimensão macroscópica do fenômeno observado, pois este propõe uma explicação a partir do que pode visualizar, por exemplo, G2: “Maçã do prato 1 seguiu conservada e maçã 2 do prato 2 escureceu”. Tal resposta se enquadra na dimensão fenomenológica do conhecimento químico. Nesse sentido, podemos inferir que nessa questão o G2 demonstra não conhecer os aspectos químicos envolvidos no contato entre a maçã e o suco de limão e ao escurecimento da maçã.

**Q2.** Represente quimicamente a reação ocorrida na polpa de maçã dos pratos 1 e 2?

Em linhas gerais, a resposta do G2 a Q2 expressa que o mesmo identificou mudanças na textura dos dois pedaços de maçãs, bem como alguns materiais (maçã) e reagentes envolvidos (ácido cítrico e gás oxigênio), e o tipo de reação ocorrida no contato entre a maçã (prato 2) e o suco de limão, e entre a maçã e o gás oxigênio (prato 1), conforme resposta a seguir: G2: “Maçã 1= maçã +  $C_6H_8O_7$  (Conservação) e maçã 2 = maçã +  $O_2$  = Oxidação”. Além disso, o G2 trouxe indícios quanto ao uso da linguagem simbólica da química, para representar as modificações ocorridas na textura dos pedaços de maçãs. Diante disso, consideramos que a resposta do G2 apresenta indícios dos aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais com relação ao processo de oxidação e a ação de agentes químicos naturais utilizados na conservação de alimentos, por exemplo, o ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) presente no suco de limão.

**Q3.** Pensando quimicamente, qual o comportamento apresentado por substância(s) presente no suco de limão adicionado a polpa de maçã?

A resposta do G2 a Q3: “A acidez do suco de limão retarda a ação da oxidação” demonstra que este atribui o caráter ácido do suco de limão, atuando como um agente inibidor do processo de oxidação da maçã. Assim, percebemos que o G2 enfatiza aspectos da dimensão teórica do conhecimento químico com relação à função dos inibidores químicos como um método de conservação de alimentos em sua resposta a Q3.

**Q4.** Frequentemente se adiciona sucos de frutas denominadas de cítricas durante a preparação de saladas de frutas. Explique do ponto de vista da química, com que finalidade se faz este procedimento?

Na Q4, a resposta do G2 exprime uma relação entre o uso de agentes químicos naturais, como suco de frutas ditas cítricas, atuando como um inibidor do processo de oxidação, o que provoca um melhor estado de conservação de alimentos (salada de fruta). Entretanto, o G2 não explica quimicamente porque tal procedimento é adotado, conforme resposta de G2: “Tem a intenção de retardar a oxidação, e assim, conservar melhor a salada”. Nessa perspectiva, consideramos que na Q4, o G2 privilegia a dimensão fenomenológica do conhecimento químico pelo fato deste fundamentar sua resposta na observação de fenômenos visíveis, como é o caso da oxidação em alimentos (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000).

**Tabela 3.** Respostas do grupo 2 (G2) as questões sobre o experimento nº 2

Questões	Categorias			
	FN	TR	RP	NR
Q1	X			
Q2	X	X	X	
Q3		X		
Q4	X			

### **Análise do Experimento 3: Investigando a influência da temperatura nas reações químicas**

**Q1.** Em qual condição a dissolução do comprimido efervescente foi mais rápida? Explique com base no conhecimento químico.

Quanto a Q1, a resposta do grupo 3 (G3) mostra indícios da dimensão fenomenológica e teórica do conhecimento químico, quando expressam que em temperaturas mais elevadas como é o da situação do béquer 1: “água quente”, a dissolução do comprimido efervescente será mais rápida. Este grupo justifica sua resposta com base nas características microscópicas das moléculas em temperaturas mais elevadas, demonstrando reconhecer que o aumento da temperatura está relacionado com um maior movimento das moléculas. Entretanto, o G3 não associa que o aumento de temperatura provoca o aumento da energia cinética das moléculas, e isso provoca uma maior movimentação das moléculas, diminuindo a energia de ativação do sistema, e aumentando a probabilidade dos choques entre as moléculas dos reagentes serem efetivos. E como consequência desses fatores a um aumento na velocidade das reações químicas. De outro modo, inferimos também que sua resposta apresenta elementos da perspectiva animista, no sentido de personificar (dar vida) comportamentos químicos de substâncias. Por exemplo, é como se o aumento de temperatura levasse as moléculas de água a estarem mais “dispostas a se movimentar” e “mais agitadas”. A título de ilustração apresentamos a resposta do G3 a Q1: “*Na água quente, pois na água quente as moléculas estão mais dispostas a se movimentar, estarão mais agitadas*”.

**Q2.** Faça um desenho que represente os aspectos microscópicos relativos à dissolução do comprimido efervescente em cada condição de temperatura no experimento realizado.

O desenho (figura 6) representado pelo G3 para responder a Q2 expressa a dimensão teórica e representacional do conhecimento químico, no sentido de demonstrar compreender a natureza descontínua da matéria. No desenho, o G3 utiliza modelos para representar como estão dispostas as moléculas dos reagentes em cada uma das três situações propostas na atividade experimental, considerando à existência de espaços vazios entre as moléculas, e como se dá a movimentação destas em cada condição de temperatura apresentada no experimento. Nessa perspectiva, entendemos que o G3 faz uso de modelos que se aproximam das características de modelos de natureza atômico-molecular para explicar o comportamento cinético da dissolução do

comprimido efervescente em diferentes temperaturas, demonstrando certa compreensão para representar aspectos microscópicos das moléculas a partir da observação de fenômenos macroscópicos, com base em conhecimentos da química. Na figura 6 apresentamos a resposta do G3 a questão 2:

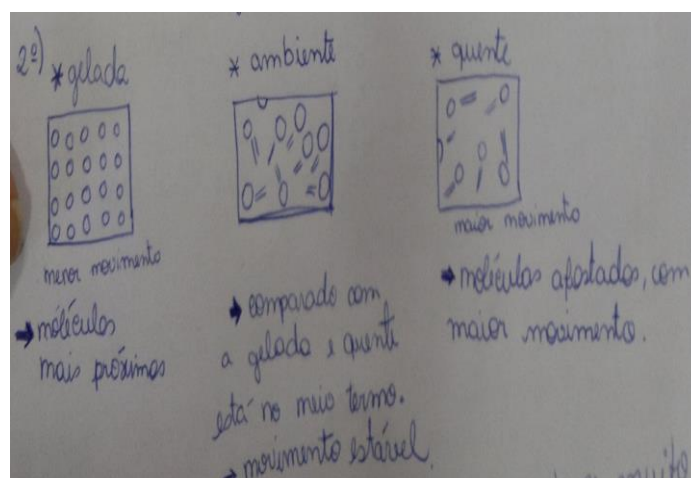


Figura 6. Resposta do G3 a Q2

**Q3.** Você percebe a influência da temperatura nas reações químicas observadas no dia a dia? Se positivo, descreva através de exemplos.

Em linhas gerais, a resposta do G3 a Q3 enquadra-se na dimensão fenomenológica do conhecimento químico. Entretanto, a resposta se mostra insatisfatória com relação ao que foi perguntado na Q3, pois trata de um exemplo relacionado a um fenômeno físico, como é o caso da mudança de estado físico da água. Por outro lado, a resposta do G3 parece demonstrar que este não compreende que houve uma reação química no processo de dissolução do comprimido antiácido efervescente na água. Nesse sentido, baseado nas respostas do G3 as Q1, Q2 e Q3, pode-se inferir que este grupo parece não compreender o que é uma reação química e/ou diferenciar um fenômeno físico de um químico. A seguir apresentamos a resposta do G3 a Q3: *“Quando chove, por exemplo, se o chão estiver muito quente à água evapora com mais facilidade”*.

**Q4.** O que você entende/conhece sobre os métodos de conservação de alimentos? Você usa algum método de conservação em sua casa? Se positivo, cite exemplos.

A resposta do G3 a Q4 aponta que o mesmo apresenta certo conhecimento sobre métodos de conservação de alimentos, como é o caso do emprego da temperatura. Um aspecto interessante nessa resposta é que o G3 conseguiu associar e mobilizar fatores/variáveis como tempo e temperatura presentes no experimento realizado, que tratou da dissolução de comprimidos antiácidos efervescentes, para explicar o porquê do uso da geladeira ser um meio para retardar a velocidade das reações químicas que ocorrem nos alimentos. Diante disso, a resposta apresentada pelo G3 a Q4 refere-se à dimensão fenomenológica do conhecimento químico presente em fenômenos relativos a práticas cotidianas, e também aponta para certa compreensão do grupo, a qual a temperatura apresenta-se como um fator que influencia no processo de conservação de alimentos por retardar a velocidade das reações químicas ocorridas nesses. Para fins de ilustração apresentamos a resposta do G3 a Q4: *“Com o ambiente gelado, conservando o alimento na geladeira, tenderá a retardar o processo de amadurecimento, por isso o comprimido na água gelada demora a dissolver”*, revela que a *“temperatura baixa”*.

**Tabela 4.** Respostas do grupo 3 (G3) as questões sobre o experimento n° 3

Questões	Categorias			
	FN	TR	RP	NR
Q1	X	X		
Q2		X	X	
Q3	X			
Q4	X			

### Análise da resolução dos problemas após a aplicação da sequência

**Problema 1 (P1):** Algumas vezes depois que almoçamos, sentimos certa sonolência. Um dos fatores que contribuem para esta sonolência é mastigação dos alimentos de forma inadequada, provocando uma digestão mais lenta, a qual necessita de uma quantidade maior de suco gástrico para decompor o alimento. O ácido clorídrico (HCl) compõe o suco gástrico, e para a sua formação são retirados íons  $H^+$  do sangue, o que provoca o estado de sonolência denominado de alcalose pós-prandial. Como você explicaria este fenômeno a partir de seus conhecimentos químicos?

Dentre os 19 estudantes investigados, 07 (36,84 %) – A7, A8, A9, A10, A15, A18, A19 – apresentaram respostas ao P1 que se referem à dimensão fenomenológica, por destacar a mastigação dos alimentos sem fazer relação com a influência do fator superfície de contato no processo de digestão. Por exemplo, destacamos as respostas de A7 e A18:

A7: *“Mastigando o alimento rapidamente ele é pouco triturado e vai ter mais trabalho para dissolver. Já mastigando lentamente ele é mais triturado e vai ser fácil de dissolver”.*

A18: *“[...] a mastigação inadequada acaba prejudicando na digestão do alimento. Quanto mais se mastigar com rapidez o alimento não se digere com facilidade, e vai precisar de mais suco gástrico e dar mais sono. E se comer mais devagar o alimento vai ficar com facilidade de se digerir e dar menos sono e não vai precisar de muito suco gástrico”.*

No entanto, 12 alunos (63,16%) – A1, A2, A3, A4, A5, A6, A11, A12, A13, A14, A16, A17 – expressaram respostas que enfatizaram os aspectos macroscópicos e teóricos relacionados ao P1. Por exemplo, nas respostas de A1 e A2 percebemos certa aproximação quanto à integração das dimensões fenomenológica e teórica do conhecimento químico, no sentido de destes demonstrarem compreender que o aumento da superfície de contato influencia no processo de digestão dos alimentos. Então se a mastigação for rápida necessitará de uma maior quantidade de suco gástrico para decompor o alimento, o que causará sonolência.

A1: *“Quanto mais rápido a pessoa mastigar, maior será a quantidade de suco gástrico para decompor o alimento, porque, o alimento não vai estar bem triturado, dando assim mais trabalho para sua decomposição, que contribui para o sono depois do almoço. E quando mastigamos bem a superfície de contato é maior, o que facilita na decomposição do alimento”.*

A2: *“Por que quando não mastigamos direito o alimento fica maior, e não digerimos o alimento rápido por que sua superfície de contato está maior, causando a sonolência”.*

**Problema 2 (P2):** Você já percebeu que algumas frutas ficam escuras quando expostas ao ar? Diante disso, como podemos proceder para retardar esse fenômeno durante o preparo de uma salada de frutas? Justifique sua resposta com base no conhecimento químico.

No P2 todos os alunos investigados – 19 alunos (100,00%) - apresentaram respostas que se aproximam da dimensão fenomenológica e teórica, visto que demonstram compreender pelo menos dois fatores que retardam a velocidade das reações químicas ocorridas em frutas quando expostas ao ar, por exemplo, durante a preparação de salada de frutas. De modo geral, observamos que os

alunos percebem o emprego de substâncias de caráter ácido como: ácidos cítricos presentes em sucos de maracujá, laranja, limão usados para retardar o escurecimento enzimático das frutas (reação de oxidação) e também o emprego de baixas temperaturas, através da refrigeração dos alimentos visando uma melhor preservação de sua qualidade. A resposta dos alunos A12, A3, A6 e A10 ilustram o emprego de baixas temperaturas e de inibidores químicos naturais na conservação de alimentos:

A12: *“Adicionando suco de limão nas frutas e colocamos a uma temperatura baixa, ou seja, na geladeira para conservar”.*

Isto porque pH entre 1 e 6 garante que nenhuma atividade enzimática ocorrerá nas frutas. Para ilustrar, destacamos as respostas de A3, A6:

A3: *“Colocando alguma fruta cítrica tipo o limão para retardar a reação de oxidação”.*

A6: *“Podemos retardar a oxidação de uma maçã, por exemplo, adicionando um pouco de suco de limão, no qual o ácido cítrico retarda a reação dos componentes da fruta com o ar”.*

A10: *“Suco de laranja ou maracujá para retardar a reação de oxidação da fruta. A fruta escurece, mas demora com a ajuda da geladeira”.*

**Tabela 5.** Respostas aos problemas após a aplicação da sequência

Problemas	Categorias	Percentual (%)				Número de Respostas			
		FN	TR	RP	NR	FN	TR	RP	NR
P1	FN, TR, RP, NR	36,84	63,16	0,00	0,00	07	12	00	00
P2	FN, TR, RP, NR	100,00		0,00	0,00	19	00	00	00

### Considerações Finais

A análise da resolução dos problemas (P1 e P2) por parte dos estudantes investigados no início da aplicação da sequência apresentou predominância da dimensão fenomenológica quanto aos fatores que influenciam a velocidade de reações químicas que ocorrem nos alimentos e no processo de digestão e quanto aos métodos de conservação de alimentos.

Em linhas gerais, a análise das respostas do G1 a questões sobre a primeira atividade experimental, a qual está relacionada com o P1 sugere que os processos de construção de aprendizagem dos alunos situam-se na dimensão fenomenológica com relação à compreensão dos conteúdos químicos trabalhados, tais como: influência da superfície de contato nas reações químicas no contexto da ingestão de antiácidos, na preparação e cocção de alimentos e na digestão de alimentos abordado no P1.

A análise das respostas do G2 a questões sobre a segunda atividade experimental apontou certa integração das dimensões teórica, fenomenológica e representacional (Q2), e o surgimento de categorias teórica e representacional com relação aos processos de aprendizagem, estabelecidos pelo grupo sobre o conteúdo de métodos de conservações de alimentos (Filho e Vasconcelos, 2011), por exemplo, o uso de inibidores químicos naturais (substâncias com caráter ácido presentes em frutas cítricas) para minimizar reações de oxidação ocorridas em alimentos.

A análise das respostas do G3 a questões sobre a terceira atividade experimental indicou certa integração entre as dimensões fenomenológica e teórica (Q1) e teórica e representacional (Q2), tendo predominância da dimensão fenomenológica (Q3 e Q4) quanto aos processos de construção de aprendizagem estabelecidos pelo grupo sobre a influência da temperatura na dissolução de comprimidos efervescentes (em reações químicas que acontecem no cotidiano) e como um método físico utilizado na conservação de alimentos.

A análise das respostas dos alunos investigados aos problemas após a aplicação da SD mostrou que houve uma maior aproximação da dimensão teórica (P1) e uma melhor integração das categorias teóricas e fenomenológicas (P2) (Cf. tabelas 1 e 5), quando comparado com a análise feita no início da aplicação da SD. Em linhas gerais, inferimos que estes alunos apresentaram um avanço no nível de construção dos processos de aprendizagem sobre os fatores que influenciam na velocidade das reações químicas ocorridas nos alimentos e no processo de digestão, e quanto aos métodos de conservação de alimentos.

Com relação às contribuições da sequência com base na abordagem de resolução de problemas para a aprendizagem dos estudantes investigados sobre aspectos da cinética química podemos afirmar que:

- A SD possibilitou o levantamento de concepções prévias, um processo de formulação e reformulação de hipóteses na aplicação dos problemas no início e término da SD e nas atividades experimentais.
- A SD apresentou-se como uma estratégia didática que propiciou vir à tona diversos níveis de compreensão dos alunos durante o ensino de conteúdos relacionados à cinética química tais como: dimensões fenomenológica, teórica e representacional, e em algumas atividades da sequência, uma maior integração dessas dimensões, conforme sugerem Mortimer, Machado e Romanelli (2000), e as OCN (BRASIL, 2006).
- As atividades experimentais realizadas durante a aplicação da SD permitiram aos grupos (G1, G2 e G3) certa compreensão sobre alguns fatores (superfície de contato, temperatura e inibidores químicos e físicos), bem como esses fatores podem influenciar na velocidade de reações que ocorrem nos processos de ingestão de antiácidos, na preparação e cocção de alimentos e na conservação de alimentos. Além de propiciar aos grupos o desenvolvimento de habilidades de observação, registros e procedimentos de manipulação durante a realização dos experimentos, e a formulação de hipóteses para resolver questões relativas ao experimento, conforme sugere De Jong (1998). Também foi identificado, em alguns alunos, dificuldades de aprendizagem quanto à distinção entre fenômenos físicos e químicos, e sobre cinética química, as quais são discutidas na literatura de pesquisa (JUSTI; RUAS, 1997).
- A elaboração da SD possibilitou à licencianda (1ª autora) do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), o desenvolvimento de uma proposta de ensino baseada na resolução de problemas, bem como a produção de materiais didáticos para serem trabalhos durante a aplicação da SD.
- O desenvolvimento da SD propiciou uma parceria entre escola e universidade através de um trabalho colaborativo entre a licencianda, a professora de Química do ensino médio e a pesquisadora.

O fato de a pesquisa ser desenvolvida em uma escola pública de referência do ensino médio facilitou o desenvolvimento da sequência didática devido a: regularidade das aulas, presença e apoio da docente, participação efetiva dos alunos, disponibilidade de laboratório, responsabilidade e compromisso da gestão/corpo docente com um ensino motivador e inovador.

## Referências

BATINGA & TEIXEIRA (2010). *A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício*. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ, 2004, Brasília. Anais... Brasília: XV ENEQ, 2010.



BORGES, R. M R. *Como se relacionam observações e teorias no desenvolvimento das ciências*. In: Em debate; Cientificidade e Educação em Ciências. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2006). Orientações curriculares para o ensino médio: volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB.

BRASIL. Ministério da Educação. (1999). Secretaria de Educação Básica. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

CHIN, C. & CHIA, L. (2004). Problem-Based Learning: Using students questions to drive knowledge construction. *Science Education*, v.88, n.5, pp 707-727.

FILHO, A. B. M.; VASCONCELOS, M. A. S. (2011). *Química de Alimentos*. Recife: UFRPE.

FONSECA, G. *Articulação entre modelos mentais e esquemas de assimilação no ensino de ciências*. V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Atas..., 5. 2005.

GÓI, M. E. J. & SANTOS, F. M. T. (2009). Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 203.

JUSTI, R. da S.; RUAS, R. M. (1997). Aprendizagem de química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento??. *Química Nova na Escola*, n. 5, maio de 1997, p. 24-27.

LIMA, J. de F. L. de; PINA, M. do S. L.; BARBOSA, R. M. N; JÓFILI, Z. M. S. (2000). A contextualização no Ensino de Cinética Química. *Química Nova na Escola*. n. 11, p. 26-29.

MACHADO, A. H; MORTIMER, E. F. (2007). *Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e fazer cotidiano*. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, p.21-41.

MARTORANO A. A. (2007) *As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo.

MÓL, G. de S.; SANTOS, W. L. P. (1998). *Química na Sociedade (coord.)*. v. 1, módulo 2, Brasília: Editora UnB, p. 91-106.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. (2000). A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p.273-83.

OLIVEIRA, M. M. (2005). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Recife: Bagaço.

PAIVA, C. de et al. *Uma proposta de Material Didático para o Ensino de Cinética Química*. In: VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química – VII EPPEQ, 2013, Santo André, SP. Anais... 2013.

PERUZZO, F. M. & CANTO, E. L. (2003) *Química: na abordagem do cotidiano*. 3ª ed. Volume 2. São Paulo: Editora Moderna.

POZO, J. I. (Org.) (1998). A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). (2003) Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Brasília: PNUD/ONU.

USBERCO, J. & SALVADOR, E. (2002) Química. 5ª ed. Volume Único. São Paulo: Editora Saraiva.