

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação – FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG

Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – ENCI

**PLANEJAMENTO DE ENSINO INVESTIGATIVO COM AUXÍLIO
DIDÁTICO DE SIMULAÇÃO INTERATIVA: Potencialidades para
o ensino de Cinética Química.**

Flávio Silva Rezende

Bom Despacho

2015

Flávio Silva Rezende

**PLANEJAMENTO DE ENSINO INVESTIGATIVO COM AUXÍLIO
DIDÁTICO DE SIMULAÇÃO INTERATIVA: Potencialidades para
o ensino de Cinética Química.**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG/FaE/UFMG, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador(a): Profa. Dra. Angélica Oliveira de Araújo

Bom Despacho

2015

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, eu agradeço ao nosso maior mestre que tem guiado os meus passos com paciência, sabedoria e curando feridas com fé, força e foco em meu caminho: Obrigado Deus, pela vida, pelos ensinamentos e por conhecer pessoas maravilhosas!

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Angélica Oliveira de Araújo (UFVJM, campus Diamantina) pela paciência e compreensão pelo período que passei. Obrigado pelas palavras de apoio e pelo conhecimento transmitido. Obrigado pela leitura do trabalho, pelas ideias e pelas correções sinceras e pertinentes.

Agradeço aos meus pais, Idelvan e Zédina, ao meu irmão José Marcos Rezende e minha esposa Maria José Carneiro Ferreira pelo incentivo durante a realização do curso e pelas preocupações durante minhas viagens mensais à Bom Despacho/MG.

Obrigado aos companheiros e amigos que fiz durante o tempo que frequentei o polo do ENCI/UFMG em Bom Despacho. Em especial, Renato Rodrigo da Costa (Perdigão/MG), Ana Paula de Mendonça (Nova Serrana/MG), Gabriela Bolina (Bom Despacho/MG), Josimar (Moema/MG) e ao tutor Santer Matos (CP/UFMG) pelas caronas, bate-papos, troca de informações, enfim, pela amizade que espero perdurar por muitos anos. Obrigado a todos!

Meu último agradecimento para minha irmã Lidiane que, infelizmente, no ano de 2014 nos deixou. Após uma luta de quase 8 anos contra o câncer, seu esforço não foi em vão. Você foi guerreira e muito forte contra um dos males que afetam e, ainda continuará afetar, a raça humana. Obrigado por tudo e pela imagem de guerreira que você deixou para nós!

RESUMO

Este trabalho traz uma proposta de elaboração de um planejamento de ensino de cinética das reações químicas com auxílio didático de simulação interativa *Reações e Taxas*. Os 25 discentes do 3º ano do ensino médio participaram de atividades investigativas emergidas no processo de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*. Ao final, aplicou-se questionários em escala Likert para avaliação pedagógica do uso da simulação interativa e do método cooperativo de ensino. Resultados da avaliação foram bastante positivos tanto para o recurso didático como para a estratégia de ensino adotada. O planejamento proporcionou troca de informações, reestruturação do conhecimento elaborado, exposição oral e postura ativa no processo de ensino e aprendizagem desde que implementados e aplicados de maneira sistematizada.

Palavras-chaves: Cinética Química. Atividades Investigativas. Método *Jigsaw*. Simulação Interativa.

ABSTRACT

This paper presents a proposal to develop a kinetic teaching planning of chemical reactions with teaching aid in an interactive simulation *Reactions and Rates*. The 25 students of the 3rd year of high school participated in investigative activities emerged in the *Jigsaw* cooperative learning process. At the end, it applied questionnaires on *Likert* scale for educational evaluation of the use of interactive simulation and cooperative method of teaching. Evaluation results were very positive both for the teaching resource as for the teaching strategy adopted. Planning provided exchange of information, improved knowledge of the restructuring, oral communication and active role in the teaching and learning process since implemented and applied in a systematic way.

Keywords: Kinetic Chemistry. Investigative Activities. *Jigsaw* Method. Interactive Simulation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	10
2.1. Cinética Química: Dificuldades e Propostas para o Ensino Médio	10
2.2. Ensino de Ciências por Investigação: Para que(m) serve?	16
2.3. Simulações Interativas PhET: Orientações e Possibilidades	19
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	25
3.1. Termos de autorização da pesquisa	25
3.2. Temática e estruturação da sequência didática	26
3.3. Roteiros investigativos com experimentos e simulações interativas	27
3.4. Instrumentos de coleta de informações	28
3.5. Método de aprendizagem cooperativa <i>Jigsaw</i>	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1. Dados da avaliação pedagógica da simulação interativa	34
4.2. Dados da avaliação do método cooperativo <i>Jigsaw</i>	38
4.3. Autoanálise da elaboração/execução do planejamento didático	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. REFERÊNCIAS	47

ANEXOS

Anexo I – Autorização da Escola para Realização da Pesquisa

Anexo II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Anexo III – Sequência Didática “Alimentos e Alimentação: Relações com cinética das reações químicas”

Anexo IV – Roteiros de Experimentos Investigativos

Anexo V – Roteiro Investigativo com Simulação Interativa

Anexo VI – Questionário de Pré e Pós-Teste

Anexo VII – Questionário de Avaliação Pedagógica da Simulação Interativa “Reações e Taxas”

Anexo VIII – Avaliação do Método de Trabalho Cooperativo *Jigsaw*

Anexo IX – Lista de Questões Finais do Conteúdo

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o processo de ensinar sobre ciências ainda tem sido conduzido, por grande parte dos professores, permeado com características do modelo tradicional de ensino. Neste sentido, docentes em Química ainda têm adotado práticas pedagógicas favorecendo memorização de fórmulas, de regras de nomenclatura de compostos químicos e/ou aplicação de operações matemáticas para solucionar exercícios em busca de resultados expressos na forma de números.

Poucas atividades investigativas têm sido propostas e publicadas por professores das áreas de ciências. Atividades que valorizam, por exemplo, o desenvolvimento de habilidades conceituais, cognitivas e atitudinais. Conforme Fatareli e colaboradores (2010, p. 163), a restrição de propostas didáticas desta natureza não é diferente para o ensino de cinética química.

Caminhos didáticos alternativos se encontram descritos na literatura específica apontando propostas e resultados de pesquisas voltadas ao ensino de Química. Propostas, aplicações e avaliações alternativas didáticas e metodológicas que oportunizem momentos para construção do conhecimento através da interação entre sujeitos e recurso didático têm sido apresentado.

No trabalho de Oliveira e colaboradores (2013, p.148), por exemplo, foi descrito uma proposta de utilização de simulação interativa visando compreender conceitos fundamentais relacionados aos modelos atômicos de Thomson e Rutherford-Bohr. Para desenvolver habilidade de trabalho em grupo, os sujeitos participantes realizaram atividades em pequenos grupos cooperativos conforme características da vertente de organização denominada de método *Jigsaw*. Os pesquisadores afirmam ter obtido resultados positivos considerando a associação entre o recurso didático e o trabalho cooperativo na aprendizagem da Química.

O desenvolvimento e avaliação didática de simulações interativas como recurso didático vem sendo apresentados e discutidos na literatura específica da área. Este recurso pode trazer em seu interior uma situação-problema abordando um fenômeno físico à ser investigado. Na tela principal de uma simulação, o estudante terá contato com botões de controle dos fatores físicos e variáveis envolvidas com a ocorrência do fenômeno físico. Acredita-se que a

manipulação dos dispositivos desta ferramenta oferece oportunidade para adquirir habilidades que fazem parte dos componentes para uma proposta de ensino voltada à investigação. Observar a ocorrência de fenômeno, levantar hipóteses, identificar evidências, propor argumentos, redigir explicações, elaborar argumentos, analisar e interpretar informações são algumas habilidades que podem ser agregadas com uso de simulações interativas.

Por meio deste recurso, cabe ao professor estruturar, aplicar e coletar avaliações sobre a viabilidade do recurso no desenvolvimento de habilidades de natureza investigativa. Não sendo objetivo do trabalho de Adams, Paulson e Wieman (2008, p.2), os pesquisadores recomendam uma orientação mínima permitindo aos estudantes conhecer seus componentes e funções, operando seu modo de aprendizagem, discutindo e produzindo suas próprias explicações acerca de fenômenos físicos do nosso cotidiano. Os pesquisadores ainda consideram que atividades desta natureza podem ser realmente efetivas na aprendizagem.

Partindo do conhecimento adquirido durante o curso de especialização sobre ENCI, especificamente no contexto de um roteiro de simulação envolvendo “*características das atividades investigativas semiestruturadas e estruturadas*” descritas na disciplina ENCI IV, percebeu-se claramente um caminho distinto da proposta por Adams, Paulson e Wieman (2008). Para caracterizar como atividade investigativa esta deve ser no formato de roteiros de investigação por meio de orientações escritas ou orais (roteiros investigativos) produzidos pelo professor.

Diante do que foi apresentado até aqui, o presente trabalho apresentará uma proposta de planejamento de ensino investigativo com auxílio didático da simulação interativa *Reações e Taxas*. Os resultados da avaliação sobre a viabilidade pedagógica do uso deste recurso didático durante sua aplicação também será descrito e discutido. É importante acrescentar que, a aplicação do planejamento abará um modelo de processo ensino-aprendizagem focado no formato de grupo cooperativo *Jigsaw*.

Acredita-se que a associação entre o planejamento idealizado, o recurso computacional e o método cooperativo possa influenciar na melhor compreensão sobre cinética química, em particular, sobre os fatores que alteram a velocidade de reações químicas.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Nesta seção serão apresentadas considerações a respeito do tema cinética das reações químicas. Como o ensino investigativo pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades para construção do conhecimento científico e uso de simulações interativas da Physics Education Technology (PhET) como ferramenta computacional de suporte no ensino de química também serão discutidos.

2.1. Cinética Química: Dificuldades e Recomendações para o Ensino Médio

A ciência química tem uma importância imprescindível em nosso cotidiano. Funcionamento e manutenção do corpo humano, produção e conservação de alimentos, prevenção e tratamento de doenças por meio de medicamentos, diferentes combustíveis para transporte individual e coletivo e uma diversidade de materiais aplicados na construção civil são áreas em que se encontra presente. Para cada uma dessas áreas, uma gama de conhecimento teórico, experimental e simbólico se encontram registrados em estudos científicos.

Em toda a cronologia do desenvolvimento da humanidade, a ciência e seus artefatos tecnológicos estiveram presentes produzindo transformações e impactos em diversos meios distinta da natureza. Transformações na visão da sociedade, na forma de enxergar o mundo e compreender a natureza e os fenômenos que nos cerca são algumas que podem ser destacadas.

Um exemplo dessas transformações é a capacidade de combinação entre substâncias químicas que permite obter matéria-prima, objetos ou produtos úteis em finitos setores como, alimentício, farmacêutico, automobilístico, metalúrgico, construção civil, entre outros. A capacidade de combinação dos materiais se deve a sua reatividade e aos fatores e condições necessárias para que sua obtenção aconteça em ritmo considerável.

O termo *ritmo* tem sentido sinônimo de *velocidade*, fazendo analogia a cinética com que ocorre as transformações físicas e químicas entre substâncias químicas. Contemplando uma área da química, a cinética das

reações é muito importante para a manutenção e sobrevivência da humanidade.

Das diversas possibilidades de temas para abordagem, a relação entre *alimentos* e *alimentação* apresenta espaço contextualizado importante e seu ensino tem sido explorado, de forma direta ou indireta, em trabalhos acadêmicos e livros didáticos publicados (LIMA *et al.*, 2000; MACHADO *et al.*, 2014; MENDES *et al.*, 2014; MORTIMER; MACHADO, 2013; FONSECA, 2013).

A cinética das reações químicas se encontra presente em vários etapas da produção, maturação e conservação de alimentos. O crescimento da população em todos os países tem condicionado a aplicação de procedimentos com intuito de elevar a oferta de alimentos produzidos sem perda de qualidade. Esta característica é essencial para garantir uma alimentação de qualidade e com nutrientes em quantidade ideal ao corpo de qualquer ser humano.

Tanto durante o preparo dos alimentos quanto na alimentação, o corpo humano se comporta como um grande reator em que inúmeras reações químicas acontecem simultaneamente. Preparo de massas, derivados lácteos, adição de conservantes e digestão de alimentos diversos com ação de sucos gástricos e de enzimas para degradação das macromoléculas em moléculas menores são alguns exemplos em que a cinética das reações químicas pode ser abordada.

Sendo assim, a interação entre o conhecimento científico e seu produto elaborado sempre gerou novas buscas permitindo a reformulação e ampliação da estrutura do “antigo” conhecimento. As transformações provocadas atingem pessoas das várias camadas da sociedade. Assim, qualquer mudança em sua estrutura de conhecimento necessita ser transmitida de alguma forma aos indivíduos da sociedade.

A transmissão do conhecimento científico pode acontecer por meio de ferramentas de comunicação e informação em que a sociedade se encontra inserida. No entanto, é no espaço escolar que essa comunicação pode ser apresentada em uma discussão coletiva tornando-se uma reconstrução mais leal da situação. Discutir sobre ciência e tecnologia é imprescindível para formação humana e cultural do ser humano e, o espaço escolar torna-se o local ideal para uma construção da identidade e da formação científica.

A estreita relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é discutida. Santos e Porto (2013) enfatizam que o desenvolvimento da ciência e tecnologia depende inegavelmente de como a educação é oferecida para a sociedade. Assim,

“O desenvolvimento científico e tecnológico dos países sempre esteve atrelado a investimentos maciços na pesquisa científica. Todavia, está claro que esse investimento só prospera se for acompanhado de investimentos em educação, que deve se iniciar na educação básica”.

Por outro lado, grande parte das escolas da educação básica ainda estão permeadas por docentes com formação e atuação profissional centrada em métodos e técnicas tradicionais de ensino (COSTA *et al.*, 2005). Memorizar equações, fórmulas e regras diversas, ausência de correlação da temática com CTSA, aulas focadas na descrição de definições e leis distante do mundo cotidiano e resolução de questões de natureza puramente matemática são características ainda presente nas aulas de ciências, em particular, aulas de química (LIMA *et al.*, 2000).

Diante dessas características, aulas expositivas e descontextualizadas são responsabilizadas por parte do quadro atual da educação, como o elevado nível de rejeição desta ciência pelos discentes. Não se pode deixar de lado, que a ciência química também está imersa em aspectos abstratos quanto a sua temática. Ferreira e Justi (2008, p. 32) salientam que esta ciência

“Lida com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível aprender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos”.

As sensações descritas pelas pesquisadoras são essenciais para compreensão da importância de despertar o interesse e vontade de ir além do que já se sabe e, ir além daquilo que está sendo inserido no espaço escolar. A dúvida alimenta o desejo, e desejo pode contribuir para incentivar nossa busca por novos horizontes de conhecimento acerca de fenômenos naturais (FERREIRA; JUSTI, 2008, p. 32).

Ainda dentro da perspectiva de pesquisa desenvolvida no trabalho de Ferreira e Justi (2008, p. 32) é digno adicionar uma importante observação

sobre como o conhecimento das ciências tem sido tratado nas escolas tradicionais.

“(…) o conhecimento é apresentado como mais um “conteúdo”, sem que seja estudado o processo humano envolvido por trás daquele conhecimento, sem emoção, sem busca, sem motivação. Pensar sobre como um fenômeno ocorre se torna cada vez mais difícil, à medida que o saber na escola se associa à memorização de fatos, equações e procedimentos”.

Não diferente para qualquer temática das ciências naturais ou da química, o estudo sobre velocidade e fatores interferentes em uma reação química também tem sido apresentado através de aulas expositivas (LIMA *et al.*, 2000) e pautado na pura transmissão de conhecimento (MACHADO *et al.*, 2007). Por estarem longe de algum contexto com relações CTSA, certos conceitos e fatores influentes na velocidade de uma reação química são introduzidos em “raras” e poucas atividades experimentais que, ademais privilegiam a reprodução de procedimentos técnicos de laboratório em detrimento a curiosidade e a formação investigativa do discente (COSTA *et al.*, 2005).

Em linha contrária à realidade descrita anteriormente, propostas inovadoras de ensino foram estruturadas, aplicadas e avaliadas por pesquisadores da área de educação em química. Proposta de um currículo básico comum para química no estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000), análise de concepções de discentes do ensino médio (MENDES *et al.*, 2007) e em livros didáticos de química (MARTORANO; MARCONDES, 2009), uso de abordagem contextualizada para ensinar sobre cinética de reações químicas (LIMA *et al.*, 2000) e uso de método cooperativo¹ de aprendizagem *Jigsaw* (FATARELI *et al.*, 2010) são alguns exemplos reportados na literatura nacional.

Em nosso estado, os professores de química têm abraçado orientações propostas no currículo básico comum (CBC), tornando-o documento norteador

¹ Método cooperativo de aprendizagem envolve o trabalho de alunos, em pequenos grupos, para que todos tenham oportunidade de participar de uma tarefa coletiva designada sem uma supervisão direta e imediata do professor. O trabalho em grupo pode proporcionar aprendizado por meio de ações colaborativas. O método *Jigsaw* baseia-se na divisão do tema em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar uma parte. Os alunos do grupo de base e, durante o desenvolvimento das atividades, formam o grupo de especialistas para estudar e discutir seus materiais juntos. Depois da discussão, cada aluno retorna ao seu grupo de origem e ensina sua parte para os outros membros. Ao final, todos aprendem todo o conteúdo, e o aprendizado dos alunos pode ser avaliado individualmente.

para a formulação de seu planejamento didático anual. A proposta ali descrita se encontra organizada com objetivo de aproximar o discurso científico e do discurso cotidiano. Sendo assim, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) fazem uma importante ponderação ao professor que pretende aplicar esta aproximação como um dos objetivos na proposta de seu planejamento.

“(...) para que isso aconteça é preciso que o discurso científico faça sentido para o aluno. Isso poderia ser alcançado tanto problematizando suas ideias informais quanto criando contextos que sejam significativos para ele”.

O professor pode levar para suas aulas situações problematizadoras permeadas no contexto envolvente da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Usando-as de forma adequada é possível ouvir/dar voz ao pensamento discente promovendo de forma coletiva um processo de transformações dialógicas que permitam uma ressignificação conceitual (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000). Em vista do exposto, é importante considerar que a organização da mesma necessita responder à demanda atual de possibilitar ao discente:

A compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (PCN+). Além disso, é desejável que o aluno possa ter condições de julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (PCNEM, 1999).

Além disso, o ensino de química via modelo tradicional também desvaloriza as ideias prévias dos discentes. É importante conhecê-las, pois estas podem ser valiosas fornecendo informações sobre lacunas e dificuldades de aprendizagem dos discentes. Essas informações podem ser usadas no planejamento de aulas mais adequadas de química conforme as reais necessidades formativas (MENDES *et al.*, 2007).

Adequado também deve ser o livro didático escolhido pelo professor. Tal recomendação se encontra nas considerações de Martorano e Marcondes (2009, p.351). Em “*As concepções de ciência dos livros didáticos de químicas, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004*”, as autoras analisaram mais de 20 livros didáticos e identificaram

a presença de concepções deformadas da ciência e de seu processo de construção. Encontraram ainda evidências suficientes que levam a afirmar que a ciência apresentada como um conjunto de enunciados universais e imodificáveis, não como modelos explicativos sujeitos a transformações e modificações. Por final, afirmam que livro didático pode influenciar na visão que os discentes podem desenvolver.

Acredita-se que a ausência do contexto da descoberta e a não descrição sucinta dos envolvidos no processo de construção do conhecimento se tornam fatores exemplos que corroboram para formalização de um livro didático com tais características. Um caminho possível para minimizar a formação de imagens de natureza mencionada anteriormente se baseia na contextualização do ensino de cinética das reações químicas (COSTA *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2000; MACHADO *et al.*, 2007).

Conservação de alimentos, conservantes alimentícios e obesidade e corrosão metálica foram alguns dos contextos abordados e registrados na literatura da área. Com objetivo distinto, Fatareli e colaboradores (2010) usaram o conteúdo de cinética química em uma abordagem cooperativa de aprendizagem. Favorecendo o trabalho coletivo e a confiança de informações para debater questões a respeito dos fatores que afetam a velocidade de uma reação química, o método *Jigsaw* favoreceu melhor entendimento dos alunos em relação aos conceitos trabalhados e o aprimoramento da capacidade de comunicação escrita dos estudantes.

Ambas as propostas mencionadas nos dois últimos parágrafos possuem ponto comum: uso de atividades experimentais. Esta estratégia além de ser contextualizada deve contribuir para o desenvolvimento de habilidades investigativas. As experiências devem ser esquematizadas a permitir o desenvolvimento da capacidade de hipotetizar, de formular explicações prévias, de identificar evidências, de propor argumentos consistentes e estruturar considerações acerca do tema investigado.

Assim, torna-se imprescindível discutir na próxima seção considerações para que(m) serve o ensino investigativo. Esta abordagem pode enveredar por uma formação mais ampla do ser humano e suas recomendações devem ser consideradas na elaboração de propostas didáticas

que levem o discente a “investigar” e transformar seu pensamento para um lado mais científico sobre uma temática.

2.2. Ensino de Ciências por Investigação: Para que(m) serve?

Nas últimas décadas, pesquisadores e profissionais da educação têm discutido acerca de novas abordagens de ensino orientando importantes produções reflexivas para o ensino de ciências, dentre elas devemos lembrar do ensino de ciências por investigação (ENCI).

Para Sá e colaboradores (2007), o ENCI se encontra pouco difundido e estabelecido na formação inicial e continuada dos professores do Brasil. Ainda assim, o interesse por essa perspectiva de ensino transparece em distintos trabalhos acadêmicos (CARVALHO, 2013; LIMA, DAVID, MAGALHÃES, 2008; MUNFORD, LIMA, 2007; ZÔMPERO, LABURÚ, 2010).

O Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG) tem desenvolvido um projeto de ensino, pesquisa e extensão voltado a sua disseminação através do curso de especialização *lato sensu* intitulado *Ensino de Ciências por Investigação* (ENCI) ofertado na modalidade semipresencial. Segundo Lima, David e Magalhães (2008), a proposta do ENCI é fundamentada no diagnóstico de que

“o ensino de ciências ainda se encontra consolidado por meio de proposições científicas isoladas, representadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real”.

As características de ensino representadas acima fazem parte de um rol que representa a denominada perspectiva tradicional de ensino. Diferentemente, o ENCI entende que para ensinar ciências deve-se partir de dois pressupostos básicos. O primeiro de que as explicações científicas são construídas, desenvolvidas e validadas em espaços de investigação orientada e, o segundo está na necessidade permanente de espaços para reflexão e troca de experiências entre docentes que implementam o ENCI por meio de atividades investigativas em suas propostas de ensino (LIMA, DAVID, MAGALHÃES, 2008).

Investigar em aulas de ciências é comumente associado à imagem de que o professor deve desenvolver propostas pautadas em atividades práticas ou experimentais (MUNFORD; LIMA, 2007). No entanto, esta compreensão é considerada equivocada, já que investigar está além da capacidade de (re)conhecer materiais e executar procedimentos como descrito em uma “receita”.

Concordando com Sasseron e Carvalho (2008), a proposta de ensino por meio da investigação é criar um ambiente investigativo em sala de aula de ciências para que se possa ensinar os alunos no processo do trabalho científico visando, gradativamente, uma formação mais ampla da cultura de produção do conhecimento e da linguagem do mundo científico.

Ao docente em ciências é preciso compreender como uma atividade investigativa deve ser planejada, trabalhada e avaliada em sala de aula. Azevedo (2012) descreve que uma atividade, para ser considerada investigativa, deve ser acompanhada de situações problematizadoras e questionadoras fornecendo subsídios para desenvolver um diálogo coletivo entre os envolvidos.

Do mesmo modo, Sá e colaboradores (2007) relatam que as atividades investigativas devem possuir como características a formulação de um problema que instigue os alunos, desencadeando debates e discussões entre os estudantes, além de propiciar a obtenção e a avaliação de evidências. Percebe-se a efetividade do ENCI quando se manifesta no aluno a busca por refletir, discutir, explicar e relatar o que lhe foi proposto. Assim, o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, passando a ter grande influência sobre elas, tornando-se parte integrante da construção de seu conhecimento (AZEVEDO, 2012).

Do mesmo modo, Carvalho (2013) considera que as atividades investigativas devem possuir uma sequência primordial.

“Iniciar por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno em questão”.

Para desenvolvê-las, o professor deve possuir ou implementar em sua atuação características essenciais como: ser questionador, estimulador do

processo de verificação e formulação de hipóteses, propor novos desafios. Assim, o docente deixa de ser um simples expositor e passa a ser orientador do processo de ensino. Ou seja, se sua proposta é contribuir para uma formação investigativa do conhecimento científico, o mesmo também deve aportar-se dessas ferramentas e utilizá-las em suas práticas educativas.

No quesito contextualização, o ENCI defende que os discentes explorem e experimentem o mundo natural levantando questões, elaborando hipóteses, analisando evidências, produzindo considerações e comunicando resultados. Conforme Sá e colaboradores (2007) é um rico e oportuno espaço para promover a ressignificação gradativa do conhecimento comum em conhecimento com uma linguagem mais científica.

No entanto, é digno de nota que não existe um padrão sobre quantas e quais características uma atividade deve possuir para ser considerada investigativa. Para defini-la como investigativa deve-se considerar a situação e a forma como o docente estrutura, desenvolve e avalia tal atividade durante seu percurso didático (CARVALHO, 2013; SÁ *et al.*, 2009; MUNFORD; LIMA, 2007).

Além disso, Munford e Lima (2007) acrescentam a esta discussão que não é possível ensinar todo o conteúdo de um componente curricular usando somente abordagem investigativa. Certos temas seriam mais apropriados para essa abordagem, enquanto outros teriam de ser trabalhados usando diferentes formas de abordagem (AZEVEDO, 2012).

Carvalho (2013) discute sobre uma proposta de ensino centrada na sequência de ensino investigativa (SEI). Problematização contextualizada, discussão de variáveis envolvidas, resolução de problemas e sistematização do conhecimento construído são algumas partes do ciclo de uma SEI. A referida autora argumenta que para dar conta de conteúdos curriculares mais complexos existe uma demanda pela aplicação de vários ciclos com essas etapas ou mesmo o uso de outras abordagens que possam ser planejadas ou implementadas.

É possível perceber que, no ensino por investigação, a participação dos alunos é um dos quesitos fundamentais para que o processo se torne significativo. Adotar uma postura ativa, aprender a pensar, verbalizar ou

escrever suas ideias com justificativas plausíveis são condições essenciais para aprender a “investigar” sobre ciências.

Contudo, a compreensão das características que potencializam o ensino por investigação por parte dos educadores é de suma importância para que o processo de transformação em suas práticas de ensino ocorra além do aprendizado em um curso de formação inicial ou continuada dessa natureza.

Fazendo uso das palavras de Azevedo (2012)

“O professor deve conhecer bem o assunto para poder propor questões que levem o aluno a pensar, deve ter uma atitude ativa e aberta, estar sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas certas, questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, e sem achar que a sua resposta é a melhor, nem a única”.

2.3. Simulações Interativas PhET: Orientações e Possibilidades

Uma das relações de extrema dependência observada nas últimas décadas é a associação entre pilares fundamentais do nosso mundo: Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade. O desenvolvimento da ciência trouxe para a sociedade um conjunto de conhecimento e instrumentos tecnológicos capazes de revolucionar vários setores, inclusive, a área educacional (WIEMAN; PERKINS, 2006).

O uso de computadores e suas ferramentas com finalidade de auxiliar o ensino de qualquer componente curricular não é recente. Ribeiro e Greca (2003) explicam sobre o elevado otimismo de pesquisadores em seu uso didático, durante as décadas de 1970 e 1980, decorrente do sentimento de que seria possível resolver todos os problemas dentro de uma sala de aula.

Atualmente, compreende-se que somente seu uso não o tornar suficiente para sanar problemas educacionais como, por exemplo, interesse, disciplina e aprendizagem efetiva. Alguns pesquisadores argumentam que somente o uso deste recurso não garante compreensão conceitual de distintos fenômenos microscópicos e de sua conseqüente manifestação em nível macroscópico (EICHLER; DEL PINO, 2000; WIEMAN; PERKINS, 2006).

De ferramenta auxiliar a instrumento de aprendizagem, o computador tem participação em grande parte das atividades desenvolvidas pelos professores e discentes. Procura de documentos em sites de buscas, uso de

textos de divulgação científica, redação de relatórios, elaboração de apresentações e comunicação em rede social são algumas das atividades de destaque. Neste contexto de ensinar e aprender, é possível perceber que os instrumentos computacionais foram sendo adequados às necessidades educacionais do momento permitindo explorar novas possibilidades de estratégias e recursos didáticos (RIBEIRO; GRECA, p. 542, 2003).

Ao longo das últimas décadas, várias ferramentas computacionais foram desenvolvidas e introduzidas ao ambiente da educação em ciências, em particular, ao ensino de química. Produtos de uma inovação tecnológica e, conseqüentemente, educacional, as ferramentas foram classificadas por Vieira (1997) apud Ribeiro e Greca (p.543, 2003) e descritas em 12 diferentes categorias de “softwares” durante uma revisão de artigos publicados no periódico *Journal of Chemical Education*, entre 1978 e 1994. *Base de dados, modelagem computacional, hipertexto, simulações de práticas experimentais, cálculos computacionais, jogos e games, tutoriais e simulações conceituais* foram algumas das categorias identificadas e descritas em seu trabalho.

Ribeiro e Greca (2003, p. 544) descrevem também que simulações são programas que representam um modelo de um sistema ou processo real de acordo com teorias ou modelos que descrevem seu comportamento. O uso desta ferramenta possibilita a visualização de eventos que acontecem em três níveis primordiais de compreensão (microscópico, simbólico e macroscópico). A conjuntura entre esses níveis permite (re)elaborar um modelo mental acerca do fenômeno em estudo.

Para Giordan (2008, p.127), a simulação é uma ferramenta didática que possibilita despertar o interessado discente quando esta consegue transferir um fenômeno físico de nosso cotidiano para um plano computacional denominado plano “simulado”. Estruturado e codificado por meio de linguagem de programação específica, esta ferramenta torna possível a reprodução e controle de variáveis componentes de leis físicas que coordenam um fenômeno físico. Em Finkelstein e colaboradores (2005), a manipulação torna possível sua apresentação visual em tela de computador durante aulas possibilitando desenvolver trabalho individual e/ou em pequenos grupos.

No que tange a manipulação, um conjunto de botões de controle de variáveis são indexados no corpo estrutural da simulação. Assim, o discente

poderá utilizá-lo de forma independente aprendendo: (I) a analisar o comportamento individual ou integrado de cada uma das variáveis; (II) a propor narrativas explicativas sobre a regularidade individual ou conjunta de cada variável; (III) a coletar dados e associá-los contribuindo para tecer 'blocos' de conhecimento; (IV) a (re)construir justificativas e argumentos e levantar novas hipóteses e premissas explicativas. Giordan (2008, p.218) acredita que as possibilidades enunciadas anteriormente podem contribuir para o domínio de habilidades estruturantes sobre a forma de pensar que rege o comportamento de uma comunidade científica.

Dominar habilidades desta natureza não torna a manipulação tão importante quanto a produção de significados e sentidos de valor cognitivo durante cada ação desencadeada durante o uso da simulação. O período de interação do discente neste espaço didático torna possível perceber como ele se apropria de termos técnicos e simbólicos, e de como ele levanta hipóteses alternativas e propõem formas de resolver com argumentos explicativos momentos que não acontecem com frequência em aulas tradicionais. Fica evidente que, aspectos positivos podem ser evidenciados durante as transformações em seus enunciados escritos ou dialogados seja por meio de trabalhos individuais e/ou coletivos sobre um fenômeno físico em estudo.

Por outro lado, como qualquer recurso didático, aspectos negativos também podem ser evidenciados. O uso único e contínuo deste recurso impede a produção de modelos 'errados' não oportunizando ao discente espaço de reconstrução mental e conceitual contínua. Assim, simulações podem ser determinadas como programas estruturados por um modelo explicativo implicitamente perpassado por suas fases.

Nos dias atuais, alguns trabalhos descrevem propostas sobre as simulações interativas produzidas pelo Projeto PhET (*Physics Education Technology Project*) (ARANTES; MIRANDA; STUART, 2010; FINKELSTEIN *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2013; WIEMAN; PERKINS, 2006). Idealizado pelo professor doutor Carl Weiman, reconhecido Nobel de Física em 2001, o projeto é desenvolvido por um grupo de cientistas, engenheiros de softwares e professores de ciências das áreas componentes e de distintos níveis de ensino. Os membros fazem parte do *Grupo de Pesquisa em Ensino de Física*, da

Universidade do Colorado situada no campus da cidade de Boulder (ARANTES; MIRANDA; STUART, 2010; WIEMAN; PERKINS, 2006).



Figura 1: Interface de entrada do PhET Interactive Simulations. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/>. Acesso em 18 de maio, 2015.

Com mais de 200 milhões de acessos e compartilhamentos de 130 simulações (<http://phet.colorado.edu>) que abrangem disciplinas de biologia, física, matemática, química e ciências da terra, todas as simulações foram estruturadas conforme nível de ensino pretendido para ensinar aspectos primordiais das ciências. A alta interatividade com aprendizagem em ambientes animados que favorece um feedback bastante construtivo entre os usuários é uma característica marcante deste recurso didático (FINDELSTEIN *et al.*, 2005).

O crescente uso e interatividade são conseqüências do acesso e aplicação facilitada pela não exigência de recursos sofisticados. Disponibilizado em um portal citado anteriormente, as simulações podem ser usadas on-line ou o download gratuito pode ser realizado para uso off-line (na ausência de internet) por qualquer indivíduo. Particularidades como estas, valorizam este recurso de tecnologia da informação que pode ser considerado um valioso recurso educacional. Simulações interativas podem contribuir, por exemplo, com uma riqueza de conhecimento partindo do engajamento dos estudantes em seu processo de aprendizagem. Assim, cada simulação PhET possui como

objetivo educacional aumentar o interesse do aluno e, conseqüentemente, sua aprendizagem em ciências (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010).

Os detalhes estruturais de uma simulação são planejados e elaborados com mínimo de texto possível. Esta característica se encontra presente desde a representação do fenômeno físico, no layout elaborado, nos botões de controle de variáveis e nas imagens e figuras. Com esta estrutura, é possível cativar o estudante a explorar cada detalhe elaborado contribuindo para construção gradativa de seu próprio conhecimento (WIEMAN; PERKINS, 2006). Tal característica se encontra presente na descrição do trabalho de Kiboss, Ndirangu e Wekesa (p. 208, 2004):

“Uma simulação poderá apresentar uma simplificação da realidade ou alteração de detalhes permitindo aos discentes resolver problemas, compreender procedimentos e entender características do fenômeno em questão”.

As simulações interativas PhET foram elaboradas e testadas com objetivo de contribuir para a aprendizagem dos estudantes por meio de diferentes atividades desde que os conduzam a investigá-la. Este percurso metodológico condiciona o estudante a (re)elaborar seu próprio conhecimento durante a manipulação das ferramentas e variáveis. Assim, os autores consideram que *“o que eles fazem com a simulação é tão importante quanto às próprias simulações”* (FINKELSTEIN *et al.*, 2005).

Finkelstein e colaboradores (2005) listaram oito conselhos importantes para serem considerados para proposição de atividades com uso deste recurso didático:

- 1) Definir metas específicas de aprendizagem.
- 2) Incentivar os estudantes na apresentação e discussão de seu conhecimento.
- 3) Elaborar ou elencar questões que valorizem suas ideias.
- 4) Conectar a simulação interativa com situações problemas do mundo real.
- 5) Desenvolver atividades colaborativas.
- 6) Oferecer orientação mínima para uso da simulação interativa.
- 7) Solicitar explicação/justificativa/argumentação por meio de palavras ou diagramas.

- 8) Ajudar o estudante a monitorar/checar sua compreensão elaborando novas questões, realizando testes experimentais e checando-as com uso da simulação interativa.

Justificando a adoção de orientação mínima, os pesquisadores argumentam que a simulação possui estrutura e aparência que facilitam, de forma implícita, a capacidade de determinar quais fatores são importantes na construção de seu próprio conhecimento (ADAMS; PAULSON; WIEMAN, 2008).

Acreditando nessa capacidade, os estudantes elaboram gradativamente “pequenos circuitos” de conhecimento que vão integrando o seu referencial mental. Nada impede que a este seja acrescido informações para que possa ser utilizadas na compreensão de novas situações. Uma recomendação a parte para potencializar a transferência do conhecimento, sugere o contato discente com a ferramenta antes de responder a qualquer questão (ADAMS; PAULSON; WIEMAN, 2008; FINKELSTEIN *et al.*, 2005).

Neste caminho, os estudantes interagem com a simulação, por meio da exploração, manipulando variáveis envolvidas no espaço visual conforme seu ritmo. Assim, a construção do referencial mental se faz de acordo com a forma que eles enxergam o conceito e, possivelmente, afetado pelo seu comportamento no uso da simulação interativa (KIBOSS; NDIRANGU; WEKESA, 2004).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesta seção descreve-se as 5 etapas para realização do trabalho. Sendo elas: (I) Produção dos termos de autorização para pesquisa por parte da escola e dos pais; (II) Elaboração da sequência didática conforme objetivo da presente proposta do planejamento; (III) Elaboração dos roteiros investigativos com uso de atividades experimentais e com uso de simulação interativa; (IV) Produção dos questionários de coleta de dados (pré e pós-teste, avaliação pedagógica da simulação, do método de trabalho cooperativo e avaliação final da unidade); e (V) Aplicação do planejamento didático utilizando o método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*. Uma descrição mais sucinta para cada momento e dos referenciais utilizados será apresentada a seguir.

3.1. Termos de autorização para pesquisa

Os sujeitos participantes foram discentes do 3º ano do ensino médio matriculados no período vespertino na Escola Estadual Alonso de Moraes Andrade, da cidade de Itapagipe/MG. A escolha dos sujeitos se deve ao pedido realizado pela direção e supervisão da escola para que fosse aplicado para um grupo de discentes dentre aquelas turmas designadas ao professor-pesquisador. A instituição é a mesma onde o professor-pesquisador trabalha como docente efetivo na disciplina de Química e como designado na disciplina de Biologia.

A aplicação do planejamento envolveu a participação 29 discentes, porém apenas 25 cumpriram todas as etapas elaboradas neste trabalho (Anexo III). Antes da aplicação da proposta, o professor-pesquisador dialogou com os componentes da direção e supervisão escolar visando esclarecer objetivos e elementos norteadores para realização da pesquisa. Na mesma reunião foi entregue uma versão impressa do projeto de pesquisa, do termo de autorização da escola para realização da pesquisa (Anexo I) e do termo de consentimento livre e esclarecido para pais e responsáveis pelos discentes (Anexo II).

Após uma semana da primeira reunião, a direção e supervisão escolar decidiram pela permissão para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa na

condição de que o mesmo acontecesse durante o período noturno na forma de um minicurso com reuniões programadas e registradas junto a supervisão escolar.

3.2. Temática e estruturação da sequência didática

Devido à grande importância do tema cinética para a formação do estudante, a sequência didática denominada “*Alimentos e alimentação: relações com cinética das reações químicas*” foi elaborada constituindo-se de 4 etapas (Anexo III). Todas as etapas foram elaboradas inicialmente pensando no planejamento envolvendo o uso de atividades experimentais investigativas, simulação interativa e método cooperativo *Jigsaw*.

Cada etapa foi estruturada considerando a importância da proposição de atividades que possibilitem a construção de significados pelos discentes (dimensão epistêmica) e estratégias para a promoção de interações sociais (dimensão pedagógica), conforme descrito por Firme, Amaral e Barbosa (2008).

A título de exemplificação e ilustração, a primeira etapa contemplou apresentação da proposta aos discentes, formação do grupo de base, simulação do grupo de especialistas, aplicação de questionário *pré-teste* e introdução ao estudo de cinética química. Para cada momento, objetivos foram instituídos no sentido de buscá-los como orientadores para cada participante sobre como e o que seria feito em 3 aulas de duração 60 minutos cada. Este fragmento caracteriza-se pela *dimensão epistêmica*.

A diversidade de recursos didáticos (datashow, textos de orientação, formulários de questões, livro didático e caderno de registro) e a forma de trabalho dos alunos (individual, grupos base e grupo cooperativo) pertencem a *dimensão pedagógica*.

A segunda etapa foi estruturada por 4 aulas de 60 minutos, contemplando discussões por meio atividades teóricas e práticas sobre conceitos básicos de velocidade de reação química e fatores que alteram a cinética das reações químicas. Neste momento, uma atividade investigativa experimental comum a todos os grupos de base foi aplicada não sendo desenvolvido o grupo de especialistas. O mesmo ocorreu durante o uso da

simulação interativa envolvendo a interface “*experimentos de taxas*” que foi utilizada com objetivo de favorecer compreensão de aspectos interferentes na cinética das reações.

A terceira etapa foi estruturada para 6 aulas com duração de 60 minutos cada uma. Aqui, atividades investigativas experimentais e duas atividades com uso de simulação foram aplicadas usando integralmente o método cooperativo *Jigsaw*. Ao final das atividades um debate geral foi realizado onde cada grupo de base apresentou suas argumentações em relação as questões propostas para cada atividade. O professor-pesquisador atuou como orientador e moderador das atividades.

Na última etapa, que durou 4 aulas de 60 minutos cada, o professor-pesquisador aplicou 4 questionários de avaliação sobre a qualidade pedagógica da simulação, questões referente a unidade didática planejada, do trabalho cooperativo em método *Jigsaw* e aplicação do pós-teste. Todas essas avaliações foram individuais com objetivo de registrar as considerações de cada participante.

3.3. Roteiros investigativos com experimentos e simulações interativas

Os roteiros foram produzidos (Anexo IV e V) considerando características investigativas discutidas e apresentadas pela equipe do ENCI, conforme o trabalho de Sá e colaboradores (2007). Problematização, levantamento de hipóteses, promoção de debates e discussões, aplicação de teorias, produção de múltiplas interpretações, debate coletivo e comunicação dos resultados são características incorporadas as atividades desenvolvidas.

Ainda em Sá e colaboradores (2007), um conjunto de explicações se apresentam para auxiliar a compreensão descritiva do real significado de cada característica.

Características	Descrição
Problematização	Situação problema proposta pelo professor(a). Questão que desperte a curiosidade dos participantes em resolvê-la.

Levantamento de Hipóteses	Após a problematização, deve-se oferecer espaço aos participantes para levantar hipóteses possíveis sobre como resolver o problema.
Promoção de debates e discussões	Momento para discussões e debates entre os participantes.
Aplicação de teorias científicas	Apropriação de conhecimento científico para resolução de situações-problemas.
Produção de múltiplas interpretações	Proposição de interpretações diversas de um mesmo fenômeno.
Debate e comunicação de resultados	Espaço para apresentar e discutir resultados com todos os participantes.

Tabela 1. Características das atividades investigativas segundo Sá e colaboradores (2007).

Introduzindo essas características, os roteiros resultantes continham natureza semiestruturada possibilitando a disposição de orientações adequadas aos participantes na tentativa de promover o desenvolvimento de habilidades investigativas.

Cabe salientar que não foi possível introduzir todas as características nos roteiros. Assim, para cada atividade foi enfatizada algumas delas evitando apresentá-las como uma sequência rígida e obrigatória para todas atividades.

3.4. Instrumentos de coleta de dados

No percurso metodológico deste trabalho foram redigidos, modificados e aplicados 5 instrumentos para a coleta de dados. Conhecimento prévio sobre “*Conservação de alimentos e cinética das reações químicas*” dos participantes foram levantados em questionário denominado *pré-teste* (Anexo VI). Opiniões e afirmações sobre a qualidade pedagógica da simulação “*Reações e Taxas*” e do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw* também foram solicitadas (Anexo VII e VIII). Ao final da aplicação da unidade didática planejada foi aplicado novamente o conjunto de questões do *pré-teste* com objetivo de verificar possíveis alterações no conhecimento e opinião dos participantes. Por

fim, um conjunto de questões de vestibular foi selecionado para realização de uma avaliação final da proposta (Anexo IX).

O *pré e pós-teste* foi elaborado com intuito de levantar concepções prévias dos discentes acerca dos princípios básicos para conservação dos alimentos e sua capacidade de relacioná-la com a temática *Cinética das Reações Químicas*, trabalhadas ao longo da sequência proposta. Cada questão foi elaborada com objetivo de abarcar conceitos que pretendemos explorar no decorrer do desenvolvimento do presente trabalho (Anexo VI).

As perguntas foram sequenciadas com objetivo de partir de uma possível conceituação, definição ou delimitação sobre o que se entende por cinética de reações químicas (*questão 1*), perpassando por possível exemplificação de sua importância cotidiana (*questão 2*), da apresentação de noções implícitas ou explícitas sobre fatores que afetam o percurso das reações química em produtos alimentícios naturais ou industrializados (*da questão 3 à questão 14*).

O organograma abaixo ilustra a sequência pretendida para verificação do conhecimento prévio dos participantes e para reconsideração de possíveis mudanças na estrutura das respostas apresentadas. Acredita-se ser possível identificar por meio de comparação das informações escritas neste instrumento, se o recurso didático teve possível efeito transformador nas ponderações apresentadas. No entanto, é importante salientar que toda transformação desta natureza não se limita ao uso exclusivo do planejamento didático deste trabalho. Assim, as transformações conceituais e atitudinais são decorrentes de eventos multifatoriais dentro e fora do contexto didático desenvolvido.

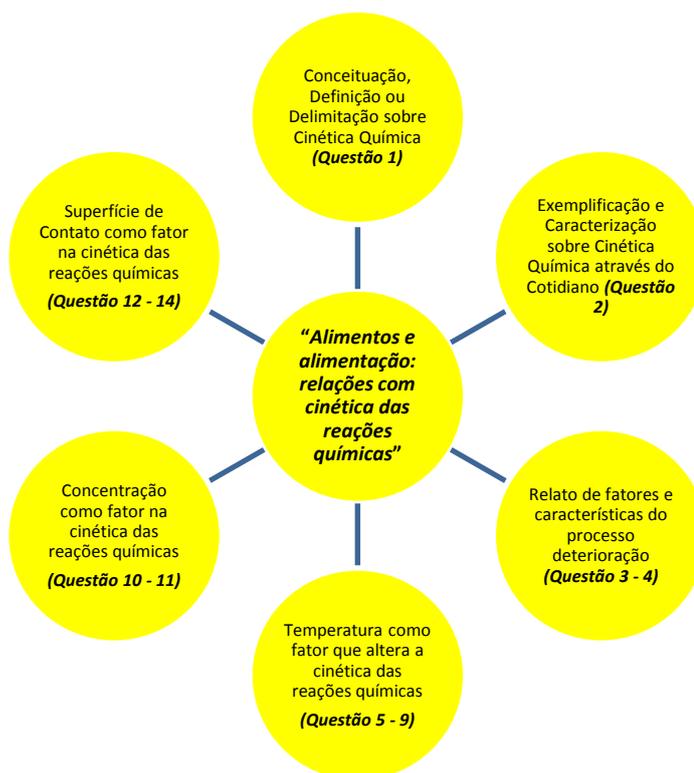


Figura 1. Organograma explicativo das questões elaboradas para o pré e pós-teste (Anexo VI).

Opiniões e afirmações sobre a qualidade pedagógica da simulação “Reações e Taxas” e do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw* também foram solicitadas (Anexo VII e VIII). Os questionários foram adaptados dos trabalhos de Oliveira e colaboradores (2013) e de Fatareli e colaboradores (2010), respectivamente.

Cada questionário de avaliação continha 15 afirmações correspondente ao recurso didático utilizado. Cada questão continham cinco opções posicionadas em níveis diferentes de concordância, neutralidade e discordância na forma de escala Likert.

Ao final da aplicação da unidade didática planejada foi aplicado novamente o conjunto de questões do *pré-teste* com objetivo de verificar possíveis alterações no conhecimento e opinião dos participantes. Por fim, um conjunto de questões de vestibular foi selecionado para realização de uma avaliação final da proposta (Anexo IX).

3.5. Aplicação do planejamento com método cooperativo *Jigsaw*

Todo o planejamento discutido e apresentado na seção de anexos deste trabalho tem como base de sustentação algumas passagens teóricas de investigações anteriormente descritas. No entanto, uma passagem descrita por Fatareli e colaboradores (2010) pode ser considerada primordial, na qual considera que “*aprender deve ser um processo que favoreça uma interação mais efetiva entre os envolvidos*”.

Atualmente, a realidade ainda é de um ensino permeado por propostas com enfoque no desenvolvimento individual de habilidades. Conforme descrito por Cochico (2004) apud Leite e colaboradores (2013)

“O panorama atual dentro das escolas evidencia um ensino baseado em uma estrutura expositiva, individualista e competitiva, na qual o aluno é um ser passivo na sala de aula, recebendo a mesma informação que os outros, e ativo fora da escola, estudando sozinho para compreender e adquirir conhecimento (...)”.

Documento oficiais, como Brasil (2011, p. 20) sugerem o rompimento com essas características visando a formação de um ser onde os conteúdos de ensino e as metodologias deveriam propiciar o

“desenvolvimento de capacidades para resolver problemas, comunicar ideias, tomar decisões, ser criativo e cooperativo, ter iniciativa, autonomia, flexibilidade, espírito de equipe, responsabilidade, interesse e atenção nos trabalhos desenvolvidos”.

Para tanto, atividades voltadas para aprendizagem cooperativa tem sido introduzidas em propostas de ensino que conduzem a resultados satisfatórios e de maior receptividade (FATARELI *et al.*, 2010; LEITE *et al.*, 2013). Aprender de forma cooperativa permite dar espaço para cada participante durante o estudo e reflexão de um tema. Trocas de informações e discussões durante a atividade permitem aprimorar o conhecimento pessoal e do grupo cooperativo.

Tanto Fatareli e colaboradores (2010) como Leite e colaboradores (2013) discorrem sobre cinco princípios e elementos que devem estar presentes em atividades desta natureza:

a) *Interdependência positiva*: o sucesso do grupo não é atingido de forma individual.

b) *Responsabilidade individual*: cada participante deve contribuir ativamente.

- c) **Competências cooperativas:** habilidade de compreender e transmitir o tema bem como avaliar o trabalho individual e cooperativo.
- d) **Competências interpessoais:** habilidades de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflitos.
- e) **Processamento grupal:** avaliação constante e sistemática do trabalho individual para progressão na aprendizagem do grupo cooperativo.

Algumas variantes do método cooperativo foram desenvolvidas, desde 1970, para permitir a inserção desses princípios. O método *Jigsaw* permite ao docente utilizar um conjunto de procedimentos onde cada participante faz parte de um grupo inicial denominado *grupo de base* (1º momento da Fig. 2). Aqui, o número de participantes neste trabalho permitiu a formação de 5 grupos de base.

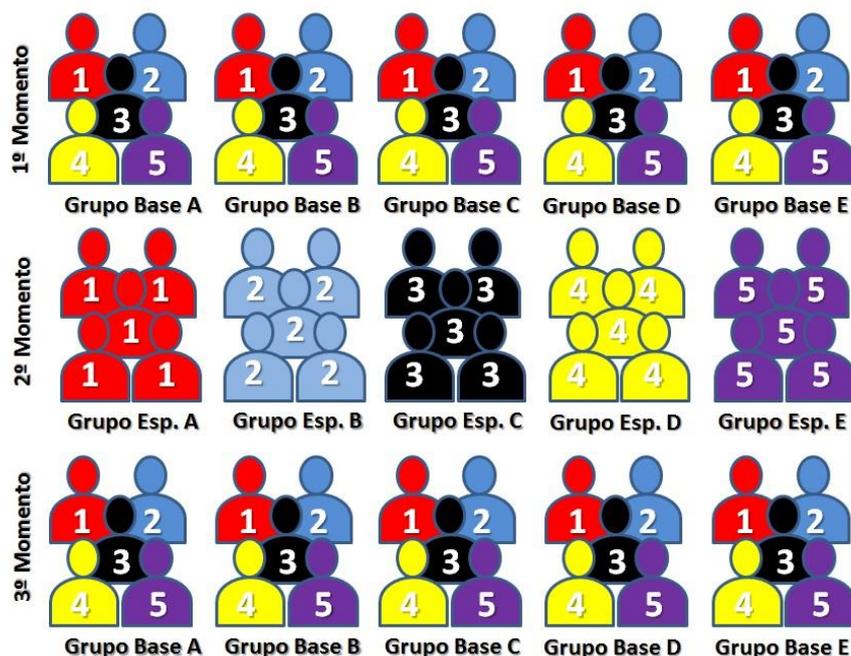


Figura 2. Organização do método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*.

Normalmente, o assunto é subdividido em pequenos tópicos com objetivo de abrir espaço para promover a capacidade de observar e discutir fragmentos oportunizando uma produção coletiva de apontamentos conclusivos sobre o tema. No entanto, em alguns momentos deste trabalho abriu-se mão desta divisão conforme pode ser evidenciado no planejamento da sequência didática (ver Anexo III).

Algumas atividades foram desenvolvidas cooperativamente apenas com o *grupo de base* com objetivo de desenvolver os princípios de interdependência positiva e competências cooperativas. Atividades experimentais investigativas e com a simulação interativa “*Reações e Taxas*” foram desenvolvidas dentro do ciclo normal do método *Jigsaw* (1º, 2º e 3º momento).

Cada participante do *grupo de base* recebeu uma versão do roteiro das atividades investigativas experimentais, do roteiro investigado com uso de simulação interativa e dos questionários que foram aplicados. Assim todos estavam a par das atividades que seriam desenvolvidas entre os participantes.

Para garantir a participação de todos os participantes, o professor pesquisador atribuiu a cada um dos cinco componentes a seguinte função: *redator* – redige as respostas do grupo; *mediador* – organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve conflitos de opinião; *relator* – expõe os resultados da discussão; e *porta-voz* – tira dúvidas com o professor (FATARELI *et al.*, 2010).

Após apresentação de cada atividade investigativa ocorria a formação do *grupo de especialistas* (2º momento da Fig. 2), Nesta formação, cada grupo engajou-se na produção argumentativa sobre as questões designadas de forma a permitir a contribuição de suas ideias na resolução.

Após a exposição de todos os pontos de vista, os grupos iniciaram uma discussão, com o intuito de chegar a um consenso sobre o que deveria ser respondido, fazendo com que cada participante escrevesse em sua folha a mesma resposta (LEITE *et al.*, 2013).

Posteriormente, os integrantes retornam ao *grupo de base*, e cada um expõem o conhecimento adquirido no *grupo de especialistas*. Cada participante necessitou aprender para explicar aos colegas de forma clara o que aprendeu em uma atmosfera de coletividade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para apresentação dos dados coletados optou-se pela elaboração de gráficos de colunas apresentando, em seguida, discussão teórica sobre os mesmos. Inicialmente são discutidos as impressões pedagógicas do uso da simulação interativa nas atividades investigativas e, posteriormente, o uso da estratégia do método cooperativo *Jigsaw* no desenvolvimento de habilidades individuais para resolução das atividades investigativas elaboradas.

4.1. Dados da avaliação pedagógica da simulação interativa

Os gráficos de colunas múltiplas foram elaborados visando representar quantitativamente as opiniões dos vinte e cinco participantes (n=25) em relação as impressões pedagógicas sobre o uso da simulação “*Reações e Taxas*”.

As cinco primeiras afirmações (Anexo VII) faz referência a facilidade de manipulação (Q.1. A simulação interativa é de fácil utilização), interatividade (Q.4. O grau de interatividade da simulação interativa é elevado e Q.5. As formas de representações das informações são visualmente agradáveis) e compreensão do conteúdo (Q.2. A interface gráfica é simples e de fácil compreensão e Q.3. O conteúdo do aplicativo é abrangente e adequado ao público). O gráfico abaixo reflete a boa aceitação do recurso didático utilizado mediante a ausência de discordância e o grande número de participantes posicionando-se entre concordo e concordo plenamente.

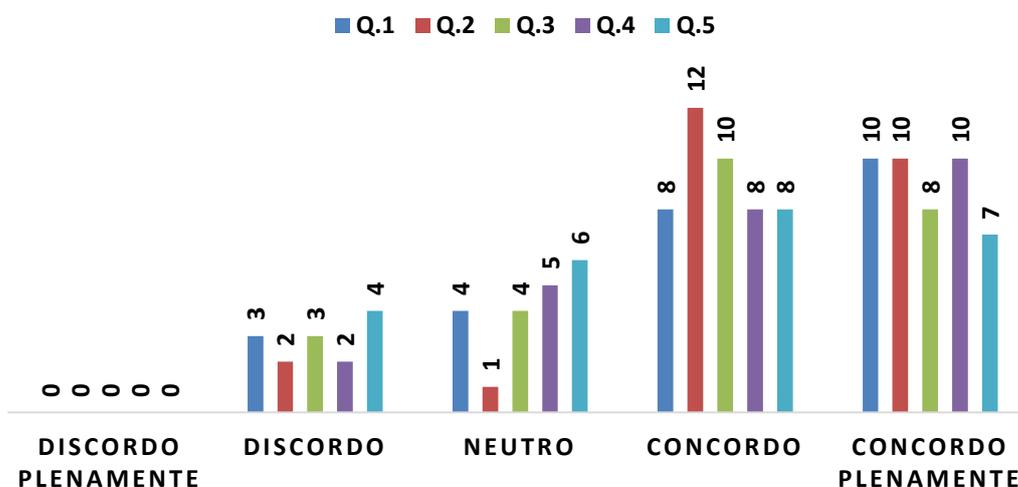


Gráfico 1. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 1, 2, 3, 4 e 5. (Fonte: Dados da pesquisa).

Analisando as considerações dos participantes, um ponto discordante entre as questões Q.4 e Q.5, já que ambas refletem sobre a interatividade dos participantes com a simulação interativa. Questionando esta diferença em diálogo paralelo, um deles afirmou que “há muita informação para ser processada ao mesmo tempo”, mesmo assim ponderou que “não causa desinteresse, pois permite que repita a simulação quantas vezes quisermos”.

Por meio das passagens acima, pôde-se perceber que os participantes se engajaram na busca pela compreensão da simulação interativa visando solucionar a atividade investigativa. Este fato condiz com características de uma ensino investigativo pois favoreceu uma postura mais ativa, buscando inteirar-se do assunto e se apropriando da questão problematizadora do planejamento proposto (AZEVEDO, 2012; SÁ et al., 2007).

Por se tratar de uma ferramenta didático-computacional com grau de interatividade elevado, a simulação interativa desperta curiosidade e motiva a exploração do conteúdo proporcionando estabelecer relações entre as variáveis envolvidas. Sendo assim, a simulação interativa tem efeitos sobre o processo de ensino-aprendizagem (Q.7. A simulação interativa contribui para o aprendizado dos conceitos de cinética química; Q.8. A simulação interativa motiva o estudante e coloca-o numa situação de aprendizagem ativa e Q.9. A simulação interativa estimula o raciocínio do aluno) e no interesse pelo conteúdo e compreensão dos conceitos envolvidos (Q.6. A forma e o conteúdo do aplicativo despertam a curiosidade e o interesse do usuário e Q.10. As animações presentes no aplicativo facilitam o entendimento dos conceitos).

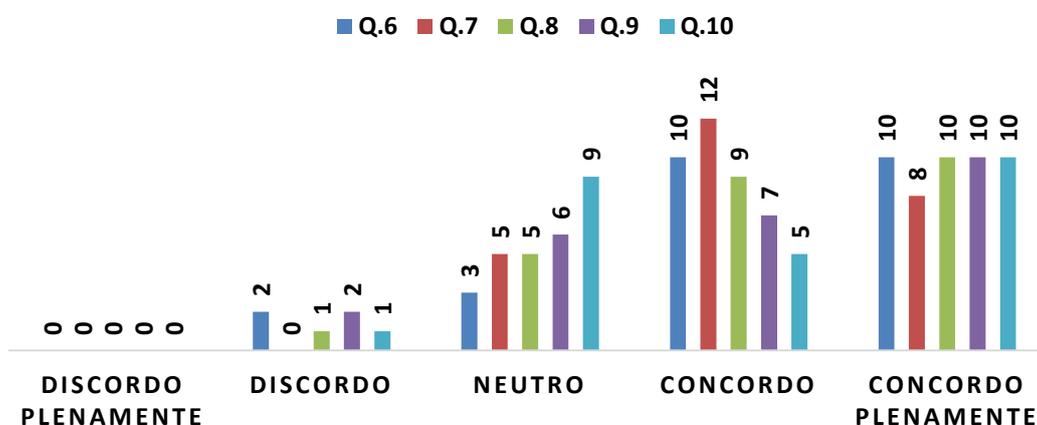


Gráfico 2. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 6, 7, 8, 9 e 10. (Fonte: Dados da pesquisa).

Os resultados novamente refletem novamente boa aceitabilidade do recurso didático, já que parte considerável das afirmações situaram-se entre concordo e concordo plenamente. Porém, uma divergência entre duas questões chama atenção para análise.

A questão 7 e 10 abordam a contribuição do software e das animações na compreensão dos conceitos envolvidos. Enquanto 20 participantes assinalam positivamente com a primeira afirmação apenas 15 assinalaram da mesma forma para a segunda afirmação. Neste mesmo ponto é importante registrar a neutralidade de 9 participantes em relação a mesma afirmação. Pode-se explicar tal divergência pela necessária intervenção do professor junto ao grupo de base ou grupo de especialistas. A intervenção realizada a pedido do porta-voz de cada grupo com intuito de explicar como e onde os conceitos de cinética química estavam envolvidos na situação do roteiro investigativo.

As explicações produzidas pelo professor levou em consideração as hipóteses e explicações produzidas pelo redator e comunicadas oralmente pelo relator. Uma característica investigativa impregnada nesta passagem foi capacidade de desencadear debates e discussões envolvendo integrantes de cada grupo e/ou com o professor-pesquisador.

No entanto, para que o debate e discussão ocorra é necessário que os participantes tenham elaborado hipóteses e registrado suas dúvidas inserindo-se no processo investigativo. Conforme Sá (2007), os resultados das atividades investigativas precisam ser sustentados por evidências proporcionando momento de busca e troca de informações entre os envolvidos. A troca de informações ocorre em consequência da ausência de uma compreensão ou o choque entre múltiplas interpretações compartilhadas.

As cinco últimas questões da avaliação pedagógica tem como enfoque para qual sujeito (discente ou docente) a simulação deve ser útil (**Q.11**. A utilização da simulação interativa somente pelo professor pode melhorar o rendimento dos estudantes e **Q.12**. A utilização da simulação interativa pelo professor e pelo aluno pode melhorar o rendimento dos estudantes) e em qual situação de ensino a simulação interativa pode aplicada (**Q.13**. Somente a utilização da simulação interativa traz vantagens sobre o livro impresso; **Q.14**. A simulação interativa serve como uma ferramenta complementar aos livros nos estudos e **Q.15**. É possível aprender mais com uso da simulação interativa

do que com o uso somente de livros didáticos e atividades experimentais). Os dados reportados no gráfico revela considerações positivas em relação a participação ativa dos discentes e na importância que este recurso oferece na compreensão além do conteúdo abstrato traduzido pelo professor e contido no livro didático.

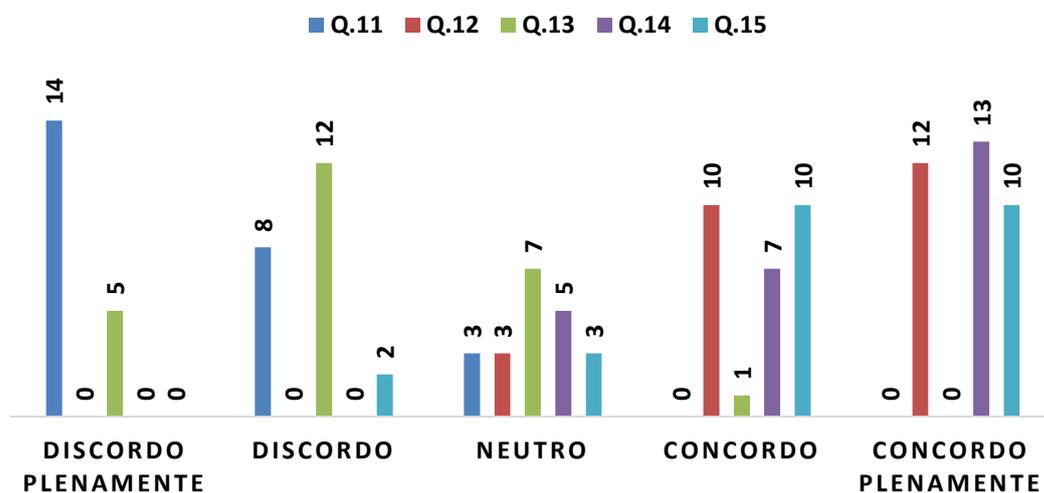


Gráfico 3. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 11, 12, 13, 14 e 15. (Fonte: Dados da pesquisa).

O processo de ensino de cinética química torna-se mais adequado com a participação efetiva dos todos os sujeitos envolvidos. A simulação interativa como recurso exclusivo do professor não foi considerado como opção adequada (Q.11). O trabalho coletivo possibilita uma aproximação entre as partes, valorizando a troca de informações, conduzindo debates e discussões acerca do tema em estudo (Q.12). Esta interação foi valorizada pelos participantes já que o método cooperativo *Jigsaw* ofereceu oportunidade a voz e pensamento de cada um deles.

A mesma interação pode ser descrita ao analisar os dados para afirmação 13. Utilizar somente a simulação não foi considerado uma vantagem relação ao livro didático. Questionando esta diferença em diálogo paralelo, um dos participantes afirmou que *“somente um maneira não traz fácil compreensão. Os professores deveriam utilizar diferentes formas para ensinar”*.

Afirmção descrita acima é reforçada pela distribuição quantitativa para as afirmações (Q.14 e Q.15). Associação entre recursos didáticos é vista com bons olhos pelos alunos uma vez que consideraram a simulação interativa um

instrumento de verificação da dinâmica nas transformações químicas e na cinética de suas reações.

4.2. Dados da avaliação do método cooperativo *Jigsaw*

O método cooperativo *Jigsaw* também foi avaliado como estratégia do planejamento elaborado. Considerando que investigar é um processo coletivo inerente à todos praticantes de qualquer área de ciências e, que o ser humano necessita de espaço e condições ideais para (trans)formar seu conhecimento, encontrou-se neste método uma ferramenta ideal para propósito aqui descrito.

A organização dos dados se fez no mesmo modelo da seção anterior. Os gráficos de colunas foram elaborados para apresentar quantitativamente a distribuição conforme as afirmações lançadas para avaliação dos participantes (anexo VIII). As primeiras cinco afirmações decorrem sobre: **Q.1.** Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula *Jigsaw* do que faço normalmente nas aulas expositivas: independência no desenvolvimento das atividades; **Q.2.** Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de cinética química que estão nas etapas do *Jigsaw*: contribuição do professor nas atividades cooperativas; **Q.3.** Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula *Jigsaw* do que costumo trabalhar durante as aulas expositivas/expositivas dialogadas: intensidade com que conduziram a realização das tarefas; **Q.4.** Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que quando nós temos que trabalhar em pequenos grupos: preferência pela estratégia de ensino e **Q.5.** Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo “*Alimentos e alimentação: relações com cinética das reações químicas*” trabalhando no formato de aula *Jigsaw*: eficiência do método *Jigsaw* no ensino de cinética química.

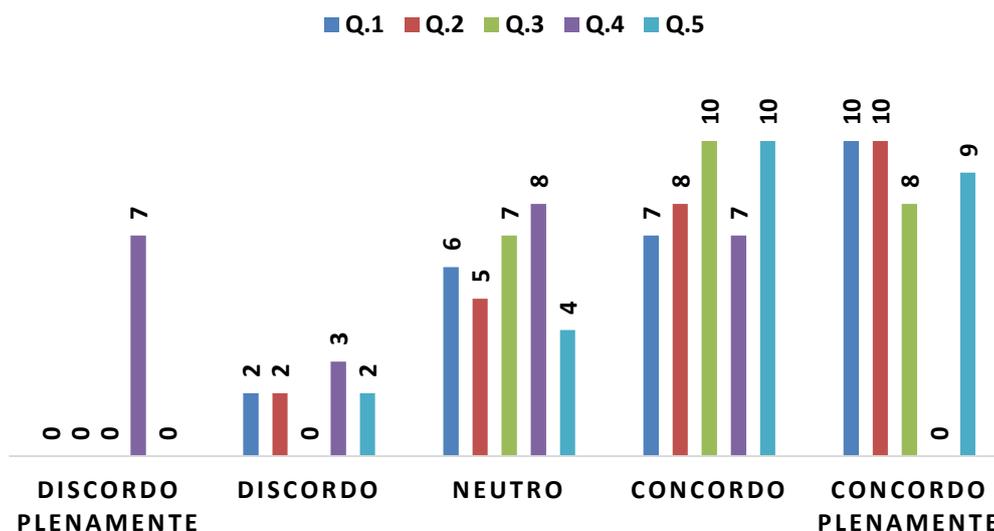


Gráfico 4. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 1, 2, 3, 4 e 5. (Fonte: Dados da pesquisa).

Os dados ilustrados no gráfico abaixo reportam condições onde o método se mostrou algo positivo devido a motivação dos alunos no decorrer do planejamento elaborado. Além disso, alunos considerados desinteressados participaram ativamente das atividades.

Os resultados foram positivos com relação as afirmações. Observa-se que o trabalho independente (Q.1) e a intensidade (Q.3) com que realizaram as atividades foi mencionado por, respectivamente, 17 e 18 dos participantes, situando-se entre concordo e concordo plenamente. Conforme Fatarelli e colaboradores (2010), o objetivo básico do trabalho cooperativo é favorecer a responsabilidade individual para o desenvolvimento efetivo da atividade coletiva. Desta parece razoável afirmar que esta percepção ficou evidente aos participantes em decorrência das atividades desenvolvidas.

Em relação a segunda afirmação (Q.2), mesmo com grau considerável de independência, os participantes ainda compartilham o sentimento de necessária condução das atividades por meio das orientações do professor. Ou seja, é válido afirmar que, do ponto de vista dos discentes, ensinar é algo que só os professores podem realizar. Os resultados dessa assertiva vão em sentido contrário ao apresentado por Fatarelli e colaboradores (2010). Tal apontamento ainda é demonstrado pelo número considerável de afirmações positivas presente na quarta questão quando concordam na preferência pela discussão dialogada realizada pelo professor. Mesmo não sendo grande parte,

é importante salientar que o uso de métodos cooperativos em propostas didáticas não se encontram difundidas nas escolas. Intervenções desta natureza somam forças com outras já realizadas e apresentadas na literatura da área ampliando exemplos que possam ser aplicados no ensino de áreas das ciências.

Neste segundo momento, o gráfico cinco elucida opiniões sobre afirmações que avaliam o método *Jigsaw* em relação a sua aceitação (Q.6. Eu não gostei de trabalhar no formato de aula *Jigsaw* por que meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas), procedimentos para desenvolvê-lo (Q.7. Eu acho que o formato de aula *Jigsaw* é confuso e desestruturado), o trabalho cooperativo entre os estudantes (Q.8. Eu gostei de trabalhar no formato de aula *Jigsaw* por que pude trabalhar junto com outros colegas), a organização para realização do trabalho cooperativo (Q.9. Foi difícil organizar sozinho o nosso trabalho no formato de aula *Jigsaw*) e sua possível associação entre métodos alternativos de ensino (Q.10. O uso de diferentes métodos de ensino (método *Jigsaw*, experimentos e simulação interativa) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas).

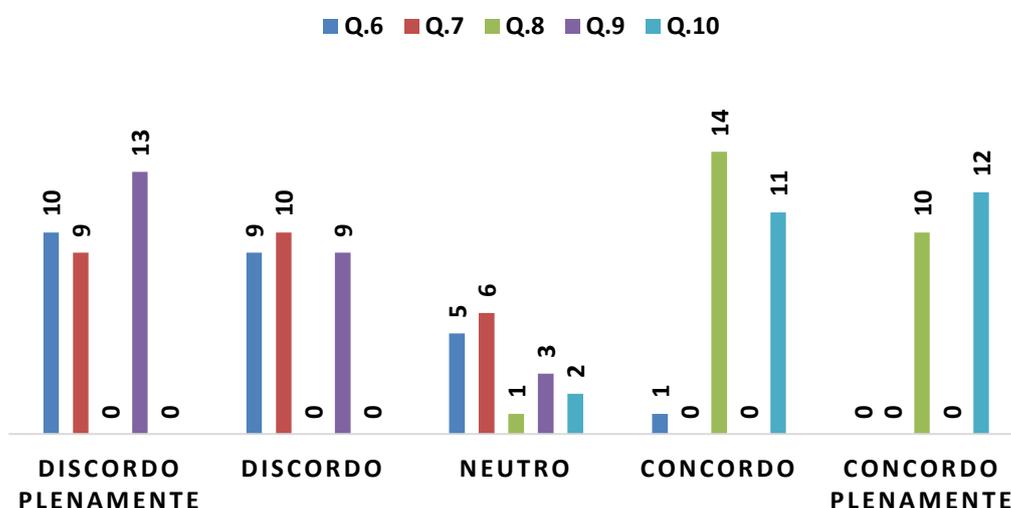


Gráfico 5. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 6, 7, 8, 9 e 10. (Fonte: Dados da pesquisa).

Analisando os resultados reportados no referido gráfico é possível afirmar que o método cooperativo teve boa aceitação por parte dos participantes (Q.6), a forma como foi planejado seu formato não transpareceu como confuso e desestruturado (Q.7) e não sentiram dificuldade na

organização e distribuição das responsabilidades para desenvolver as atividades planejadas (Q.9). Os participantes ponderaram positivamente ao fato de trabalhar com outros colegas (Q.8) e também para a inserção de diferentes métodos de ensino nas aulas bem como no planejamento desta proposta.

Os dados da assertiva número seis (Q.6) corroboram com as ponderações realizadas por Fatarelli e colaboradores (2010) que comparam a aceitação da aprendizagem cooperativa em relação aprendizagem tradicional. Apontam que a aplicação do método *Jigsaw* favorece aquisição de competências de natureza social, como o lado afetivo, motivacional e as relações cooperativas.

Para aquisição dessas competências torna-se necessário deixar claro que a estratégia, método ou recurso didático utilizado devem fazer parte de um planejamento estruturado. No seio desta estrutura deve haver espaço para orientar corretamente os participantes esclarecendo sua responsabilidade e seu papel no efetivo desempenho das atividades. Sendo assim, acredita-se que as orientações transmitidas pelo professor-pesquisador e compreensão por parte dos participantes tornaram possível um número considerável de não concordância com afirmação número sete.

Na mesma linha da assertiva anteriormente discutida, as afirmações **Q.11** (A distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, facilitado, etc.) facilitou a realização do trabalho do grupo) e **Q.12** (A distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, redator etc.) facilitou a organização do trabalho do grupo.) avaliam a opinião sobre as funções que cada componente deveria exercer durante atividade em seu grupo de base. Mesmo com a neutralidade de uma pequena parcela, grande parte dos avaliados concordaram parcial ou plenamente com as assertivas em questão. Os dados do gráfico 6 ilustram a distribuição quantitativa para o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de habilidades cooperativas (**Q.13**. Ter um papel específico a desempenhar no grupo (mediador, porta-voz, redator etc.) me ajudou no desenvolvimento de novas habilidades ou no aperfeiçoamento de habilidades que eu já possuía), para a importância da estratégia de debate/discussão ao final de cada atividade elaborada (**Q.14**. Considero que o processamento grupal, realizado no final dos trabalhos dos grupos de base, é importante para o bom andamento das

atividades no grupo) e intenção de participar de novas atividades envolvendo os recursos e estratégias associadas no planejamento deste trabalho (Q.15. Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato *Jigsaw*, experimentos investigativos e simulações interativas na disciplina Química).

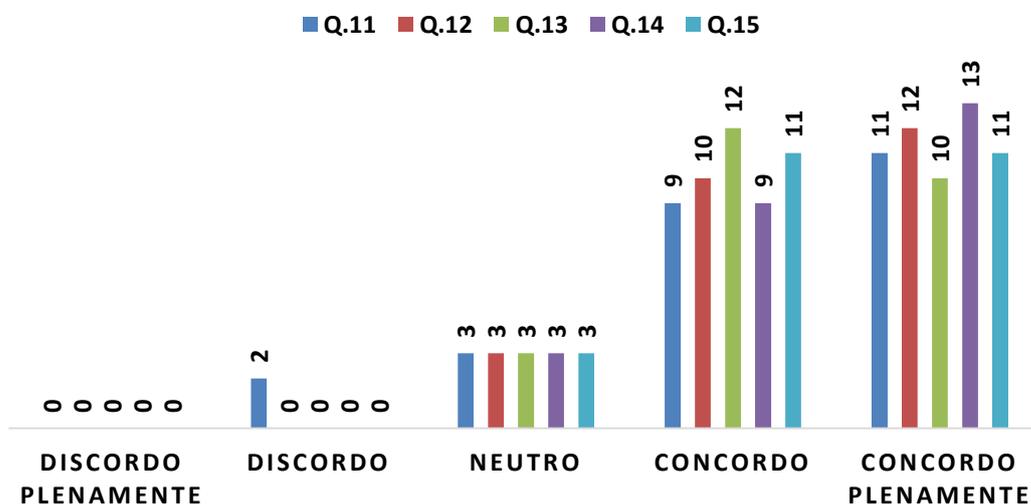


Gráfico 6. Número de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para afirmativas 11, 12, 13, 14 e 15. (Fonte: Dados da pesquisa).

As afirmações concernentes a realização e organização das funções entre os participantes dos grupos de base foi encarado como positivo por 20 discentes, facilitando a realização de atividades investigativas planejadas pelo professor-pesquisador. Segundo Barbosa e Jófili (2004) apud Fatarelli e colaboradores (2010), quando os participantes tem clareza sobre a sua função e de cada integrante do grupo como pontos importantes para realizá-la, o seu empenho e compromisso na aprendizagem geral eleva-se consideravelmente.

O desempenho das funções se mostra muito importante pois oportuniza a possibilidade de desenvolver uma habilidade nova ou aperfeiçoar uma habilidade adquirida. A capacidade comunicação oral em um debate ou discussão é um dos momentos primordiais. Tanto no método *Jigsaw* quanto na elaboração de uma atividade investigativa é importante oferecer espaço para voz aos participantes. A integração e cooperação ativa conduz a alcançar um objetivo comum onde cada participante contribui com sua observação, dúvida e conhecimento. Acredita-se que seja uma das razões para o número de considerações em favor de novas atividades como as descritas neste trabalho.

4.3. Autoanálise da elaboração/execução do planejamento didático

O presente espaço visa apresentação de opinião pessoal ou autoanálise do desenvolvimento do trabalho aqui descrito. Ao leitor não quero deixar impressões somente positivas, pois, de forma democrática e ética, qualquer trabalho de pesquisa possui seus momentos de dificuldades e busca por espaço de reflexão e renovação. Em momentos assim, que cada professor, seja ele pesquisador ou não, deve reavaliar de forma coletiva visando alcançar o objetivo real da proposta.

A princípio, e ainda durante o curso do ENCI, a proposta inicial era apenas desenvolver roteiros investigativos de natureza estruturada visando explorar aspectos microscópicos ligados aos fatores interferentes na cinética das reações químicas. É possível confessar que esta ferramenta seduziu sentimentos como “encontrei aquilo que precisava para atrair atenção de meus alunos(as)”. Ideias iniciais a parte, mas leituras de estudos publicados e diálogos com tutores, colegas e orientadora foram essenciais para vislumbrar as dificuldades iniciais para estruturação do planejamento.

Roteiros investigativos apenas abarcando o uso da simulação interativa deixaria qualquer atividade centrada na manipulação do recurso didático computacional e correlação entre as variáveis envolvidas com o conteúdo de cinética das reações químicas discutido anteriormente. Portanto, considerando que uma atividade investigativa deve apresentar uma situação problema por meio de uma questão problematizadora optou-se por pesquisar uma temática voltada ao seu cotidiano para favorecer o elo entre o conteúdo cinética das reações químicas e ferramenta didática computacional utilizada.

Após analisar as últimas edições de livros didáticos de Química do PNLD/2015, foi possível perceber que a temática alimentos e alimentação tem sido utilizada por diversos autores para exemplificar conceitos e aspectos desta área. Além disso, os livros ofereciam roteiros experimentais para que o professor acrescentasse em seu planejamento anual. As propostas de experimentos pareciam permeadas com uma ou outra característica investigativa. Porém, ainda continuavam com estrutura persistente do estilo livro de receitas.

Assim, estruturar o tema “*Alimentos e Alimentação: Relações com Cinética das Reações Químicas*” não foi tarefa fácil. Ainda é possível relatar que, à medida que cada leitura evoluía foi se percebendo que o planejamento didático teria maior aceitação por parte dos participantes se fossem introduzidas atividades experimentais. Tal aceitação se deve a ponderação de que todos os participantes já haviam participado de atividades similares como Feira de Ciências (Biologia, Física e Química) e Feira de História, Geografia, Artes e Sociologia e que, nestes espaços atividades experimentais e de apresentação oral e escrita são inerentes as feiras científicas e culturais.

Como professor de Química da rede estadual de ensino e, com pouca experiência na produção de atividades investigativas senti que a tarefa seria mais árdua pois tornou-se necessário pensar, escrever, reescrever e associar, quando possível, a simulação interativa como ferramenta para produzir explicações mais contundentes que envolviam a proposta investigativa. Nem todas as propostas foram contempladas com possibilidade de recorrer ao uso da ferramenta. O que se tornou um obstáculo para favorecer uma das características essenciais da atividade investigativa: debater e comunicar resultados.

Procurando uma alternativa possível para tal, encontrou-se na proposta de Fatarelli e colaboradores (2010), a adoção do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw* que possui como característica similar o *processamento grupal*. Assim, a formação de grupos cooperativos parecia ser um viés positivo. Por outro lado, durante a formação dos grupos de especialistas, os participantes apresentaram certa resistência em trabalhar cooperativamente com alguns dos colegas de sala de aula por conta do relacionamento pessoal neste espaço.

Outra dificuldade apresentada foi a adequação do tempo para execução das atividades tanto experimentais quanto com simulação interativa. Infelizmente, o tempo descrito no anexo III foi extrapolado necessitando de um adicional para realização das trocas de informações dentro do grupo de base e nos debates e discussões realizados.

Apesar das dificuldades até aqui relatadas, o aprendizado em planejar e lidar com situações de ensino diferentes daquelas que estamos acostumados a realizar proporciona espaço único para contribuir na reconstrução do sentido

de ensinar e aprender tanto para o aluno quanto para o professor. Acredita-se também que para iniciar uma proposta de natureza investigativa utilizar propostas já publicadas na literatura pode ser um ótimo caminho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprender é uma experiência primordialmente coletiva. Assim, retomando os objetivos deste trabalho, proposição de um planejamento de ensino investigativo, avaliação pedagógica da ferramenta (simulação interativa) e avaliação da estratégia de modelo cooperativo de ensino-aprendizagem, pôde-se perceber uma avaliação bastante positiva de seu uso e associação pelos discentes do 3º ano do ensino médio (n=25).

As análises dos dados obtidos da avaliação pedagógica para a simulação interativa e para o método cooperativo confirmam tal apontamento. Debates em grupo, possibilidade de (re)elaboração do conhecimento, troca de informações mediante dúvidas, exposição oral do conhecimento produzido e postura ativa na busca pela compreensão da cinética das reações químicas são alguns pontos proporcionados que podemos destacar em favor do planejamento proposto.

Concorda-se que a proposta com uso de simulação interativa apresenta limitações didáticas. O fato de explorar um mesmo fenômeno físico ou químico e estar centrado nele esgotando a compreensão de como se relacionam as variáveis envolvidas. É preciso deixar claro que este recurso didático não é a solução final para compreender aspectos voltados ao estudo de cinética das reações químicas. Cabe ao professor elaborar nas condições adequadas a sua implementação mesmo que associada a outras ferramentas e métodos de ensino. Avaliando sua eficácia é possível inferir sua efetividade para compreensão de uma situação-problema.

Da mesma forma deve-se posicionar com cautela também a estratégia do método cooperativo *Jigsaw* pois requer tempo mínimo necessário para realização satisfatória da atividade. Por exemplo, em sala de aula, o tempo de 50 minutos pode ser insuficiente para sua execução.

No entanto, novas questões surgem a partir dos dados coletados, por exemplo: Em quais aspectos houve evolução nas concepções iniciais e finais após participação nas atividades elaboradas? Qual proposta do planejamento didático contribuiu de forma mais efetiva na elaboração de respostas mais contundentes para as atividades investigativas? Em particular, quais contribuições mais efetivas para o ensino de aspectos de cinética química?

6. REFERÊNCIAS

ADAMS, W. K.; PAULSON, A.; WIEMAN, C. E. What levels of guidance promote engaged exploration with interactive simulations? *Physics Education Research Conference Proceedings*, v.1064, p.59-62, 2008.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*, v.11, n.1, p.27-31, 2010.

AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*. 1ª ed. São Paulo: Thompson, 2012. cap. 2, p.19-33.

BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Semtec, 2002.

_____. CNE/CEB. *Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio*. Brasília: CNE.CEB, 2011.

CARVALHO, A. M. P. C. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação – Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning. 2013. 152p.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A. corrosão na abordagem da cinética química. *Química Nova na Escola*, n.22, p.31-34, 2005.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: Estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, v.23, n.6, p.835-840.

FATARELI, F. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.32, n.3, p. 161-168, 2010.

FERREIRA, P. F.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. *Química Nova na Escola*, n. 28, p.32-36, 2008.

FINKELSTEIN, N. D.; ADAMS, W. K.; KELLER, C. J.; KOHL, P. B.; PERKINS, K. K.; PODOLEFSKY, N. S. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, v.1, n.1, p.010103-1 – 010103-8, 2005.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R.; BARBOSA, R. M. N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. *ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 15, Curitiba. Anais... Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2008.

- FONSECA, M. R. M. Química. 1 ed. v.2. São Paulo: Ática, 2013.
- GIORDAN, M. *Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 328p.
- KIBOOS, J. K.; NIDRANGU, M.; WEKESA, E. W. Effectiveness of a computer-mediated simulations program in school biology on pupils' learning outcomes in cell theory. *Journal of Science Education and Technology*, v.13, n.2, p.207-213, 2004.
- LIMA, M. E. C. C.; DAVID, M. A.; MAGALHÃE, W. F. Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. *Química Nova na Escola*, n.29, p. 24-29, 2008.
- LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. S. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n.11, p. 26-29, 2000.
- LEITE, I. S.; LOURENÇO, A. B.; LICIO, J. G; HERNANDES, A. C. Uso do método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.35, n.4, p. 4504-4507, 2013.
- LIMA, S. L. T.; JESUS, M. B.; SOUSA, R. R. R.; OKAMOTO, A. K.; LIMA, R.; FRACETO, L. F. Estudo de atividades proteolítica de enzimas presentes em frutos. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 47-49, 2008.
- MACHADO, A. H. *Aula de Química – Discurso e Conhecimento*. 2. ed. . Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. 200p.
- MACHADO, M. A.; BITENCOURT, E. L.; MESQUITA, W. D.; NUNES, S. M. T. Cinética química sob uma abordagem CTS. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 37, Águas de Lindóia. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2014.
- MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: A construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.12, n.2, p. 29-44, 2012.
- MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14, n.3, p.341-355, 2009.
- MASSI, L.; CERRUTTI, B. M.; QUEIROZ, S. L. Metodologia de ensino *Jigsaw* em disciplina de química medicinal. *Química Nova*, São Paulo, v.36, n.6, p. 897-904, 2013.
- MENDES, A. M.; FREITAS, L. A. B.; GOMES, R. L.; ALMEIDA, M. A. V. BATINGA, V. T. S. Análise das concepções de alunos do ensino médio sobre

cinética química. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 37, Águas de Lindóia. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2014.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. *Química: proposta curricular*. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/. Acesso em: 28/05/2015.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química*. 2 ed. v.2. São Paulo: Scipione, 2013.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.7, n.3, p.3, 2002.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. *Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?* Revista Ensaio. v.9, n.1, p. 72-89, 2007.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de simulação no ensino de atomística: Experiências computacionais para evidenciar micromundos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.35, n.3, p. 147-151, 2013.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, H. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: Uma revisão de literatura publicada. *Química Nova*, v.26, n.4, p.542-549, 2003.

ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. (Org.). *Educação Química no Brasil*. 2. ed. Campinas: Ed. Átomo, 2008. 328p.

SÁ, Eliane Ferreira; PAULA, Helder de Figueiredo e; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR, Orlando Gomes de. *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de Ciências*. VI ENPEC, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012. 388p.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. *Química Nova*, v.36, n.10, p.1570-1576, 2013.

SASSERON; L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, v. 17, p.97-114, 2011.

SER PROTAGONISTA. *Química*. 2º ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. *Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e diferentes abordagens*. Revista Ensaio, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K. A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, v.2, p.290-292, 2006.

ANEXO I

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Adriana Menezes Ferreira Vieira, MG-7.374.169, CPF 853.913.366-00, diretora da Escola Estadual Alonso de Moraes Andrade, recebi a visita do Prof. Me. Flávio Silva Rezende, aluno do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. O pesquisador me apresentou o projeto intitulado *“Planejamento de ensino investigativo com auxílio didático de simulação interativa: Potencialidades para o Ensino de Cinética Química”*, que tem por objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática para o ensino de Cinética Química aos discentes do 3º ano do ensino médio envolvendo aulas interativas e dialógicas com trabalho cooperativo e uso de experimentos investigativos e simulações interativas com auxílio de computadores. Todas as atividades serão realizadas nas dependências da Escola Estadual Alonso de Moraes Andrade. Além disso, durante o percurso das atividades ministradas pretende-se aplicar questionários para recolher informações sobre o conhecimento (pré e pós-teste), recepção e avaliação dos participantes na sequência didática desenvolvida. O projeto terá duração prevista para o mês de Abril e Maio, em consenso com a Profa. Me. Daniela Toledo de Paula, responsável pela disciplina de Química.

Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos discentes do 3º colegial vespertino no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor-pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos da pesquisa. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador

resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir.

Sinto-me esclarecido em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa. Reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao processo de ensino e aprendizagem de Química. Sendo assim, autorizo a realização da pesquisa nesta Instituição.

Belo Horizonte, 03 de Abril de 2015.

Adriana Menezes Ferreira Vieira – MG - 7.374.169

Diretora da Escola Estadual Alonso de Morais Andrade

Rua 10 n. 1111, Centro.

Itapagipe/MG

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

PAIS E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a) _____, Eu, Professor Flávio Silva Rezende, aluno do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa *“Planejamento de ensino investigativo com auxílio didático de simulação interativa: Potencialidades para o Ensino de Cinética Química”*. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo.

Esta pesquisa tem por objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática para o ensino de Cinética Química aos discentes do 3º ano do ensino médio envolvendo aulas interativas e dialógicas com uso de trabalho cooperativo, de experimentos investigativos e simulações interativas com auxílio de computadores.

Todas as atividades serão realizadas nas dependências da escola onde está matriculado o seu filho ou sua filha. Além disso, antes, durante e ao final das atividades ministradas pretendemos aplicar questionários para recolher informações sobre a compreensão, avaliação e recepção do (a) aluno (a) pela sequência didática desenvolvida.

Acreditamos que a pesquisa será importante, pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha) e para avaliarmos a qualidade pedagógica da sequência elaborada. As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de 2015. Participarão deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O discente terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes.

Assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome real em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Desde já agradecemos a sua colaboração!

Prof. Me. Flávio Silva Rezende / MG-11.692.415

Pesquisador Principal

fsilvarezende@gmail.com - (34) 9676 2285

Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Angélica Oliveira de Araújo

Orientadora da Pesquisa

angelicaoaraujo@gmail.com - (31) 9807 4621

Universidade Federal de Minas Gerais

A U T O R I Z A Ç Ã O

Após a leitura do documento acima (**CARTA CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: *“Planejamento de ensino investigativo com auxílio didático de simulação interativa: Potencialidades para o Ensino de Cinética Química”*, seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a): _____

Nome do(a) responsável: _____

Assinatura do(a) responsável: _____

RG: _____ CPF: _____

ANEXO III

SEQUÊNCIA DIDÁTICA “ALIMENTOS E ALIMENTAÇÃO: RELAÇÕES COM CINÉTICA DAS REAÇÕES QUÍMICAS”

Etapa	Dimensão Epistêmica		Dimensão Pedagógica	
	Atividades	Objetivos	Recursos Didáticos	Trabalho dos Alunos
1	- Apresentação da proposta de trabalho, dos objetivos e das atividades a serem desenvolvidas.	- Orientações gerais sobre a proposta de trabalho.	- Datashow.	- Individual.
	- Formação dos grupos de trabalho cooperativo e apresentação descritiva do método <i>Jigsaw</i> .	- Estruturar o grupo de trabalho cooperativo. - Orientar sobre a função e responsabilidade de cada integrante no grupo cooperativo.	- Texto com orientações gerais (Método <i>Jigsaw</i>). - Formulário de registro dos grupos de trabalho cooperativo.	- Individual. - Grupo de Base. - Grupo de Especialistas.
	- Aplicação do questionário de ideias prévias (Pré-Teste): Sobre “Alimentos e Alimentação: Relações com Cinética das Reações Químicas”.	- Recolha de informações sobre alimentos e alimentação e sua relação com cinética das reações químicas.	- Formulário de levantamento de ideias prévias.	- Individual.
	- Introdução ao estudo de cinética química e velocidade das reações químicas (Livro: Química, Martha Reis, v.2 – PNLD/2015).	- Introdução geral ao tema cinética das reações químicas.	- Datashow. - Livro Didático. - Caderno de registro de atividades.	- Grupo Base.

Número de Aulas/Minutos: 3 aulas/60 minutos/cada

Etapa	Dimensão Epistêmica		Dimensão Pedagógica	
	Atividades	Objetivos	Recursos Didáticos	Trabalho dos Alunos
2	- Velocidade de reação química em diferentes alimentos (naturais e industrializados).	- Apresentar e discutir evidências sobre velocidade de reação química em imagens com alimentos (naturais e industrializados).	- Datashow. - Caderno de Registro de Atividades.	- Grupo de Base.
	- Atividade experimental investigativa I: Decomposição do H ₂ O ₂ em batata.	- Identificar aspectos que possibilitam desenvolver ou retardar a velocidade de reações químicas.	- Materiais, Reagentes e Vidrarias. - Caderno de Registro de Atividades. - Formulário de Registro.	- Grupo de Base. - Grupo de Especialistas. - Grupo de Base. - Debate Geral.
	- Taxa de desenvolvimento da reação química (Livro: Química, Martha Reis, v.2 – PNLD/2015).	- Apresentar discussão teórica e matemática sobre como identificar a taxa de desenvolvimento de uma reação química. - Desenvolver habilidades de estudo e representação gráfica da taxa de desenvolvimento de uma reação química.	- Data Show. - Livro Didático. - Caderno de Registro de Atividades.	- Grupo Base.
	- Atividade com simulação interativa I: “Experimentos de taxas”.	- Simular o comportamento de substâncias químicas hipotéticas em diferentes condições em um ambiente interativo ilustrando a escala microscópica.	- Sala de Informática. - Roteiro com Simulação Interativa.	- Grupo de Base. - Grupo de Especialistas. Cooperativo. - Grupo de Base.

				- Debate Geral.
Número de Aulas/Minutos: 4 aulas/60 minutos/cada				

Etapa	Dimensão Epistêmica		Dimensão Pedagógica	
	Atividades	Objetivos	Recursos Didáticos	Trabalho dos Alunos
3	- Condições para que ocorra uma reação química (Livro: Química, Martha Reis, v.2 – PNLD/2015).	- Apresentar discussão teórica sobre condições para que ocorra uma reação química efetiva.	- Data Show. - Livro Didático. - Caderno de Registro de Atividades.	- Individual.
	- Atividade experimental investigativa II: AEI1: “Comprimido efervescente na água”. AEI2: “Mastigação dos Alimentos”. AEI3: “Escurecimento das frutas e verduras”. AEI4: “Catalisadores biológicos em frutas e verduras”. AEI5: “Tempo de Cozimento de Alimentos em Panela de Pressão”. - Atividade com simulação interativa II e III: “Colisão Simples” e “Muitas Colisões”.	- Realizar um experimento investigativo e produzir argumentações com uso de uma simulação verificando e discutindo o efeito da temperatura, superfície de contato, concentração, inibidor, pressão e catalisador na velocidade de uma reação química.	- Sala de Laboratório. - Notebook. - Caderno de Registro. - Roteiro experimental. - Roteiro da simulação.	- Grupo Cooperativo. - Grupo Base. - Debate Geral.
Número de Aulas/Minutos: 6 aulas/60 minutos/cada				

Etapa	Dimensão Epistêmica		Dimensão Pedagógica	
	Atividades	Objetivos	Recursos Didáticos	Trabalho dos Alunos
4	- Aplicação de questionário para avaliação pedagógica da simulação interativa.	- Recolha de informações sobre o recurso didático adotado.	Conjunto de questões para avaliar as considerações sobre o método à simulação interativa “ <i>Reações e Taxas</i> ”.	- Individual
	- Aplicação de questões para avaliação final da unidade didática elaborada.	- Aplicação de uma avaliação final sobre o conjunto de conhecimento trabalhado.	- Conjunto de questões envolvendo tema alimentos, alimentação e cinética química.	- Individual
	- Aplicação de questões para avaliação do método de trabalho cooperativo.	- Recolha de informações sobre método de trabalho adotado.	- Conjunto de questões para avaliar as considerações sobre o método de trabalho cooperativo <i>Jigsaw</i> .	- Individual
	- Aplicação do questionário de ideias prévias (Pós-Teste): Sobre “Alimentos e Alimentação: Relações com Cinética das Reações Químicas”.	- Recolha de informações sobre conhecimento (re)elaborado.	- Formulário de (re)formulação das Ideias Prévias.	- Individual
Número de Aulas/Minutos: 4 aulas/60 minutos/cada				

ANEXO IV

ROTEIROS DE EXPERIMENTOS INVESTIGATIVOS

Atividade experimental investigativa I

Por que a batata espuma?

Batata, batata-inglesa, batatinha, pataca, escorva, papa ou semilha é uma planta perene de nome científico (*Solanum tuberosum*). Da classe dos tubérculos, a batata é um alimento rico em amido, proteínas, vitamina B1, B3, B6 e C. Minerais como ferro, potássio, fósforo e magnésio também podem ser encontrados. Fibras e antioxidantes são seus componentes na prevenção de doenças relacionadas ao envelhecimento. Dentre as proteínas, destaca-se a *catalase*, uma espécie de enzima também encontrada em tecidos de órgãos do corpo humano.



Figura 1: Batata-inglesa.

Um grupo de discentes de uma escola de ensino médio recebeu de seu professor de Química, um tema de pesquisa que deverá ser apresentado oral e experimentalmente em sala de aula aos demais colegas. Para desenvolver o trabalho “Por que a batata espuma?”, o grupo recebeu um kit de materiais para propor uma apresentação experimental: batata, água oxigenada (10 volumes), palitos de fósforo bem grandes, tubos de ensaio, conta-gotas, pregador de roupa de madeira. Com estes materiais, além de estudar a capacidade da batata de gerar espuma, também serviu para testar a capacidade de combustão do palito de fósforo.

O seu grupo de base foi solicitado contribuir com informações relevantes para resolução das seguintes questões:

- a) **Sobre as enzimas:** O que são? Funções diversas? Funções no corpo humano? Alimentos com enzimas? Ação da catalase?
- b) **Em relação ao kit de materiais:** Proponha uma sequência experimental para verificar a capacidade espumante da batata e a combustão de um palito de fósforo.
- c) **Interpretando os resultados da proposta experimental:**
 - Equação das duas reações químicas na



Figura 1: Frasco de água

proposta experimental apresentada.

- Em qual situação a intensidade da espuma é mais intensa e duradoura: batata em cubos ou batata cortada em transversal? Proponha um explicação que envolva conceitos de cinética química.

d) Sobre a importância da catalase e água oxigenada: Proponha uma explicação com conjunto de conhecimentos até aqui adquiridos para a seguinte: “*A catalase e água oxigenada é importante na ação contra microrganismos patogênicos*”.

Atividade experimental investigativa II

Comprimido Efervescente na Água (Temperatura)

(Modificado de Fonseca, 2013, p. 177):

Combatendo acidez estomacal com ácido?

Há no mercado diversos produtos indicados para combater a acidez estomacal, como os antiácidos efervescentes, que podem ser encontrados na forma de pastilhas ou pó, para serem dissolvidos na água ao serem administrados.

Segundo informações do rótulo, uma pastilha efervescente (4 g) é composta de:

- Ácido acetilsalicílico (C₉H₈O₄): 325 mg
- Carbonato de sódio (Na₂CO₃): 400 mg
- Bicarbonato de sódio (NaHCO₃): 1700 mg
- Ácido cítrico (C₆H₈O₇): 1575 mg

Material necessário: 3 copos de vidro transparente. Termômetro. Cronometro. Água em temperatura ambiente. Água gelada (do refrigerador, 10°C). Água quente (do chuveiro, 60°C). 3 pastilhas de antiácido efervescente inteiras. 3 pastilhas de antiácido efervescente triturado.

Parte 1

- Coloque água em temperatura ambiente, água gelada e água quente em cada um dos copos. Utilize o termômetro para registrar o valor de temperatura. Adicione um comprimido efervescente inteiro em cada copo. Registre o tempo para finalizar a reação em cada copo. Observe e registre o que aconteceu.

Parte 2

- Agora, coloque água em temperatura ambiente, água gelada e água quente em cada um dos copos. Utilize o termômetro para registrar o valor de temperatura. Adicione um comprimido efervescente triturado em cada copo.

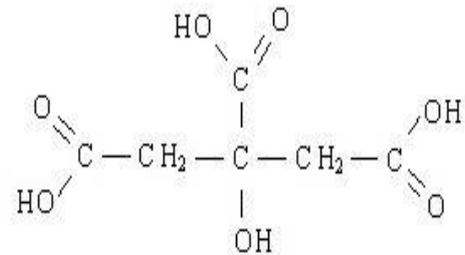


Figura 1: Molécula de ácido

Registre o tempo para finalizar a reação em cada copo. Observe e registre o que aconteceu.

Questões fundamentais

- Como explicar a ação da temperatura sobre a velocidade da reação química?
- Como explicar a ação do tipo de comprimido sobre a velocidade da reação química?

Orientação

- Recorra a simulação “*Reações e Taxas*”, utilizando a interface “*Colisão simples*” para elaborar argumentos que justifiquem sua resposta.

Investigue

1. Tratando-se de um produto indicado para combater a acidez estomacal (e que, portanto, deveria apresentar características básicas), é estranho ler nos rótulos a presença de **ácido acetilsalicílico** ($C_8H_8O_4$), **carbonato ácido de sódio** ($NaHCO_3$) e **ácido cítrico** ($COH(CH_2)_2(COOH)_3$). Investigue qual a função desses componentes no produto.

Atividade experimental investigativa III

Mastigação dos Alimentos (Superfície de Contato)

(Modificado de Ser Protagonista, 2013, p. 99)

Fatiado ou Inteiro?

Há uma recomendação na área da saúde para que se triturem muito bem os alimentos antes de ingeri-los, ou seja, eles devem ser mastigados muitas vezes. Essa prática aumenta a rapidez da reação, facilitando a digestão. Assim: Por que a mastigação é tão importante para a manutenção de uma boa saúde?



Durante a mastigação e digestão vários líquidos são produzidos por glândulas e órgãos desse sistema. Tais líquidos facilitam e aceleram a absorção de macro e micronutrientes pelo nosso corpo. A qualidade dos alimentos nesta hora faz grande diferença.

Figura 1: Peça de mussarela.

Um dos critérios para consumo de alimentos, especialmente, industrializados é o prazo de validade para consumo. Você já reparou que, o queijo mussarela a forma de peça de 1 kg tem prazo de validade maior do que o queijo mussarela comercializado em bandejas com fatias? Por que será?

Material necessário: 7 copos de vidro transparente. Queijo mussarela. Carne moída. Faca. Ácido Clorídrico (HCl) 1,0 mol/L. Mamão papaia verde. Água. Seringa de 10 mL.

Parte 1

- Pegue um copo de vidro transparente. Com ajuda de uma faca, faça pequenos cortes na casca do mamão papaia verde. Colete 5 mL do líquido presente na casca.
- Com auxílio de uma seringa, colete 20 mL de água e adicione ao copo 1 e 2.
- Com auxílio de uma seringa, colete 20 mL de HCl 1,0 mol/L e adicione ao copo 3 e 4.
- Com auxílio de uma seringa, adicione 5 mL de líquido do mamão ao copo 5 e 6. Adicione também 10 mL de água e 5 mL de HCl 1,0 mol/L.

e) Nos tubos 1, 3 e 4 coloque uma pequena bola de carne moída. Nos tubos 2, 4 e 6 adicione uma pequena massa de carne moída. Registre as transformações com auxílio da câmera do celular. Relate o que pode ter acontecido em cada copo.

Parte 2

- Prepare os 6 copos conforme as descrições da parte 1 (*a, b, c e d*). Utilize a faca e corte 3 cubos de mussarela. Corte uma outra porção de mussarela em cubos bem pequenos.

- Nos tubos 1, 3 e 4 coloque um pequeno cubo de mussarela. Nos tubos 2, 4 e 6 adicione uma quantidade de pequenos cubos. Registre as transformações com auxílio da câmera do celular. Relate o que pode ter acontecido em cada copo.

Questão fundamental: Como explicar a ação do líquido do mamão sobre os substratos (carne e mussarela)? Produza uma resposta com argumentos pertinentes considerando as observações realizadas.

Atividade experimental investigativa IV

Comprimido Efervescente na água (Concentração)

(Modificado de Fonseca, 2013, p. 177)

Vinagre e Pastilha: Quanto mais, melhor?

Há no mercado diversos produtos indicados para combater a acidez estomacal, como os antiácidos efervescentes, que podem ser encontrados na forma de pastilhas ou pó, para serem dissolvidos na água ao serem administrados.

Segundo informações do rótulo, uma pastilha efervescente (4 g) é composta de:

- Ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$): 325 mg
- Carbonato de sódio (Na_2CO_3): 400 mg
- Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$): 1700 mg
- Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$): 1575 mg



Figura 1: Frasco de vinagre.

Material necessário: 2 copos de vidro transparente. Água em temperatura ambiente. Vinagre. 2 pastilhas de antiácido efervescente inteiras. Seringa de 10 mL.

Desenvolvimento

- Coloque 50 mL de água em temperatura ambiente em cada um dos copos.
- Com ajuda da seringa, adicione: 5 mL de vinagre no copo 1 e 15 mL de vinagre no copo 2.
- Use a câmera de um celular para registrar as transformações simultâneas em cada copo.
- Adicione, simultaneamente, uma pastilha em cada copo. Observe e registre o que aconteceu.

Questões fundamentais

- Como explicar a ação da quantidade de vinagre sobre efervescência das pastilhas?
- Como a temperatura da mistura água e vinagre poderia alterar a cinética da reação química?

Orientação

- Recorra a simulação “*Reações e Taxas*”, utilizando a interface “*Muitas colisões*” para elaborar argumentos que justifiquem sua resposta para as questões fundamentais.

Investigue

1. Tratando-se de um produto indicado para combater a acidez estomacal (e que, portanto, deveria apresentar características básicas), é estranho ler nos rótulos a presença de **ácido acetilsalicílico** ($C_8H_8O_4$), **carbonato ácido de sódio** ($NaHCO_3$) e **ácido cítrico** ($COH(CH_2)_2(COOH)_3$). Investigue qual a função desses componentes no produto.

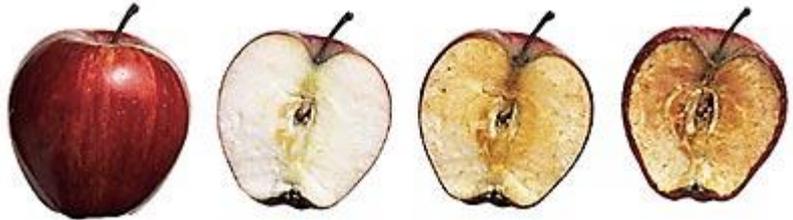
Atividade experimental investigativa V

Escurecimento das Frutas e Verduras (Inibidor)

(Modificado de Fatarelli *et al.*, 2010)

Corte do envelhecimento: Ação do Limão

Em nosso dia a dia, a forma como determinados frutos e vegetais, a exemplo das maçãs, bananas e batatas, escurecem quando



suas superfícies entram em contato com o ar, fazendo com sua aparência fique pouco desejável. As reações de oxidação são as responsáveis por esse fenômeno. É possível retardar ou impedir tal processo?

Figura 1: Escurecimento da maçã.

A reação de escurecimento em frutas, vegetais e suco de frutas é um dos principais problemas na indústria de alimentos. Considera-se que seja responsável pela perda de aproximadamente 50% de frutas tropicais no mundo. Por essa e outras justificativas, métodos de conservação de alimentos devem ser testados e desenvolvidos.

Material necessário: 1 unidade de Maçã. 1 unidade de Batata inglesa. 1 unidade de Banana. 1 unidade de Beringela. 4 unidades de Limão. Faca. 4 pratos.

Desenvolvimento

- Com auxílio da faca, corte a maçã, batata inglesa, banana e beringela ao meio. Disponibilize cada metade em um prato.



- Ainda com auxílio de uma faca, corte um limão ao meio e, esprema-o sobre a superfície de uma das metades de cada fruta ou verdura dos pratos.

Figura 2: Limão (*Citrus*)

- Use a câmera de um celular para registrar as transformações simultâneas em cada prato por durante 30 minutos.

Questões fundamentais

- Como explicar a ação do suco de limão sobre cada uma das metades de alimentos nos pratos?
- Como você definiria a palavra inibidor para esta situação de conservação de alimentos?
- Quais outros fatores poderiam acelerar a reação de deterioração dos alimentos que foram testados?

Atividade experimental investigativa VI

Catalisadores biológicos em Frutas (Catalisador)

(Modificado de Lima *et al.*, 2008)

Catalisando gelatina: Uma proteólise interessante

Enzimas ou catalisadores biológicos atuam em processos químicos para acelerar a velocidade de uma reação química sem ser consumida por ela. Órgãos e glândulas do nosso corpo produzem enzimas específicas para atuar no processo digestivo. Além de nosso corpo, vegetais como frutas, verduras e legumes também produzem enzimas importantes em nossa alimentação.

Por exemplo, enzimas proteolíticas são responsáveis pelo amadurecimento, germinação, diferenciação, morte celular e resposta de defesa em plantas. Algumas enzimas estão envolvidas no amadurecimento de frutos como figo, mamão e abacaxi e possuem importância econômica para aplicação em indústrias de carne, cerveja e medicamentos.



Figura 1: Cerveja e medicamentos.

Material necessário: Abacaxi. Mamão. Morango. Amaciante de carnes. Peneira. Liquidificador. Microondas. Geladeira. Gelatina sem sabor. Tubos de ensaio. Suporte de Tubos. Seringa. Colher. Faca. Bastão de Vidro. Copo de Vidro. Canudos plásticos.

Desenvolvimento

- Preparar o suco das frutas previamente picadas, utilizando o liquidificador e um pouco de água. Deve ser peneirado e reservado.
- Dissolver o pó de gelatina em água fria e aquecer por 30 s em forno Microondas. Preparar a sequência de tubos de ensaios conforme a tabela abaixo.

Tubo	Composição	Teste
1	10 mL de gelatina + 3 mL de água	Controle Negativo
2	10 mL de gelatina + 3 mL de suco de mamão	Mamão

- | | | |
|---|--|-------------------|
| 3 | 10 mL de gelatina + 3 mL de suco de morango | Morango |
| 4 | 10 mL de gelatina + 3 mL de suco de abacaxi | Abacaxi |
| 5 | 10 mL de gelatina + ponta de colher para amaciante de carne dissolvida em 3 mL de água | Controle Positivo |

- Introduzir um canudo plástico em cada tubo e registrar com uma foto.
- Todos os tubos deverão ser levados a geladeira por 20 minutos.
- Após esse tempo, reintroduzir um canudo plástico em cada tubo para verificar o processo de gelificação. Observe e registre o que aconteceu.

Questões fundamentais

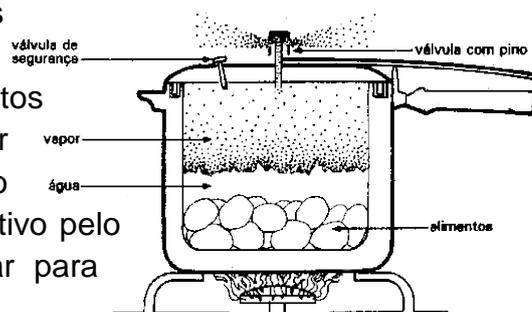
- O que são enzimas? Como elas atuam?
- Quais as frutas utilizadas no experimento que apresentam enzima proteolítica? Explique como você pode chegar a esta resposta.
- Qual seria o resultado caso fosse utilizado suco de figo no experimento. Explique com suas palavras.

Atividade experimental investigativa VII

Tempo de Cozimento de Alimentos em Panela de Pressão (Pressão)

Preparando batatas: Quanto mais quente, melhor?

A panela de pressão é um dos equipamentos mais utilizados na cozinha, devido a sua facilidade no preparo de certos alimentos. Sua função se propõe em cozinhar o alimento em menor tempo possível, por outro lado a maioria das pessoas não sabem o motivo pelo qual isso acontece. Como podemos explicar para que elas entendam?



A imagem ao lado ilustra o preparo de batatas inglesa para um prato culinário. Seria possível compreender melhor através da imagem por que isso acontece?

Material necessário: Batatas. Panela de pressão. Panela de tampa. Fogareiro de 2 bocas. Colher. Faca. Pratos.

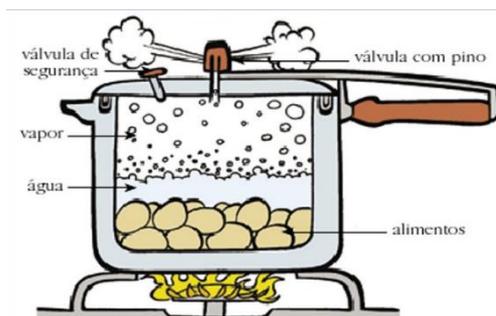
Desenvolvimento

- Coloque água em temperatura ambiente em cada uma das panelas até 3/4 de seu volume total.
- Coloque 6 batatas descascadas em cada uma das panelas e leve-as ao fogo ao mesmo tempo.
- Com auxílio da câmera de um celular registre as transformações por durante 15 minutos na forma de vídeo.
- Ao final de 20 minutos, desligue o fogareiro e retire as batatas dispondo-as cortadas ao meio em pratos identificados como *panela aberta* e *panela de pressão*. Observe e registre o que aconteceu com as batatas em cada uma das panelas utilizadas

Questões fundamentais

- Como explicar a ação de cada uma das panelas no preparo das batatas? Elabore explicações utilizando imagens registradas na seção de desenvolvimento.

- A eficiência está no fato de ter mais pressão interna?



- A eficiência está no fato da substância água alcançar a temperatura de ebulição mais rapidamente em uma das panelas?

Orientação

- Recorra a simulação “*Reações e Taxas*”, utilizando a interface “*Muitas colisões*” para elaborar argumentos que justifiquem sua resposta para as questões fundamentais.

ANEXO V

ROTEIRO INVESTIGATIVO COM SIMULAÇÃO INTERATIVA

Atividade investigativa com simulação interativa I

“Experimento de taxas”

Orientações gerais:

- 1) Forme seu grupo de base.



- 2) Realize a leitura de um trecho de artigo publicado por Costa e colaboradores (2006) intitulado “*Experimentos com alumínio*”.

O alumínio, em sua forma metálica, foi obtido em laboratório pela primeira vez em 1825, pelo dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851). Estudando o fenômeno da condutibilidade elétrica, Oersted obteve cloreto de alumínio (AlCl_3) a partir do óxido de alumínio (Al_2O_3). (...)



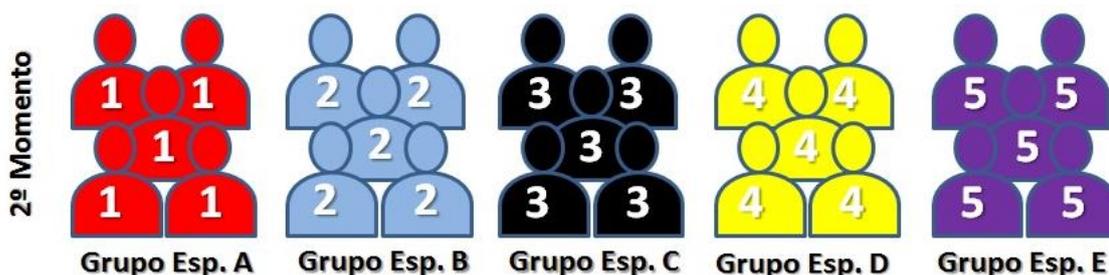
Nos dias de hoje, o alumínio é largamente utilizado em todo o mundo, e novos processos econômicos foram propostos para a viabilização de sua obtenção (...). Em relação às suas propriedades químicas, o alumínio reage espontaneamente com o oxigênio do ar formando uma película protetora de óxido de alumínio sobre sua superfície, aumentando sua resistência a intempéries. Entretanto, essa camada apassivadora não impede sua oxidação por ácidos e bases fortes, mesmo quando diluídos, ocasionado a corrosão do metal.

- 3) O texto introdutório aponta de forma descritiva reações químicas para obtenção do cloreto de alumínio. Abaixo temos a sequência de equação dessas reações químicas.



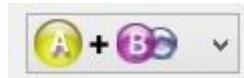
Analise cada uma das situações acima buscando compreender o balanceamento de cada equação das reações químicas citadas.

- 4) Neste momento deverá ser formado o **grupo de especialistas**.



- 5) Formado o **grupo de especialistas**, o *mediador* de cada grupo deverá abrir a simulação interativa “Reações e Taxas”, em particular, a interface “Experimento de taxas” para iniciar a compreensão da seguinte situação problema: “Como se comporta as substâncias químicas em diferentes condições?”.

- 6) Em **condições iniciais**, escolha a opção



- 7) Esta opção representará a **Reação I** envolvendo a obtenção do alumínio (Al). Onde:



- 8) Utilize a seção **tipo de molécula** e bombeie a quantidade de moléculas reagentes (**A** e **AB**) identificada no balanceamento realizado na **atividade 3**.
- 9) Nas condições do momento, como você explicaria a não formação imediata dos produtos (**BC** e **C**)? Para acompanhar melhor, na seção **Opções**, selecione **Barras**.
- 10) Na seção **temperatura**, leve o dispositivo para aquecimento até que a **Energia Média Total** alcance a metade do caminho no gráfico. O que aconteceu na reação química?

- 11) Apenas aumentar a temperatura é o suficiente? Com participação do grupo de especialistas, proponha uma explicação informando possíveis fatores envolvidos.
- 12) Ainda na seção **temperatura**, leve o dispositivo para aquecimento até que a **Energia Média Total** alcance a curva final do caminho no gráfico. Você mudaria ou não alguma parte da proposta de explicação para atividade 11?
- 13) Analise as afirmações: *“Para ter reação química uma quantidade de energia e contato entre os reagentes é o suficiente”* e *“Todo o reagente é consumido no decorrer da reação química, sendo assim transformado em produto”*.
- 14) Retorne ao seu **grupo de base** e discuta as respostas apresentadas nos trabalhos com **grupo de especialistas**.

ANEXO VI

QUESTIONÁRIO DE PRÉ E PÓS-TESTE

1. Para você, o que é cinética química?
2. Esta área da Química é importante na sua vida? Use exemplos para ilustrar sua resposta.
3. Qual alimento demora mais a “estragar”: alimento natural ou alimento industrializado? Justifique sua resposta explicando um exemplo do seu dia a dia.
4. Quais características do alimento (natural ou industrializado) que você leva em consideração para afirmar: “Nossa, este alimento está completamente estragado!”?
5. Você sabe dizer como conservar melhor um alimento natural (por exemplo, carne ou verduras frescas)? Explique como eu devo proceder para conservá-lo.
6. Por qual razão devemos guardar carnes e derivados lácteos na parte superior da geladeira enquanto que frutas, legumes e verduras na parte inferior da mesma?
7. Nas fazendas, uma prática comum é aquecer o leite para guardá-lo na geladeira. Na sua opinião, para qual razão é necessário fervê-lo? Explique sua resposta.
8. Na sua casa, que métodos são utilizados para tornar a cocção dos alimentos mais rápida? Explique-os.
9. E, ainda em sua casa, quais métodos são aplicados para retardar a velocidade das reações químicas dos alimentos? Explique um exemplo e como ele funciona.
10. Na produção do queijo, adicionamos ao leite algumas pequenas porções de coalho. Para você, qual a função deste produto sobre o leite? Como ocorre?
11. É importante controlar a quantidade de coalho adicionado ao leite? Em caso afirmativo, por qual razão?
12. Por que os queijos comercializados em peças possuem prazo de validade maior do que os fatiados?
13. Mastigar é um processo mecânico e importante para a digestão. De que forma este processo ajuda na digestão de um alimento?
14. Após um bom almoço, é comum as pessoas sentirem indigestão e recorrerem ao consumo de um medicamento efervescente para ajudar no combate a azia e no processo de digestão. Mas, qual a melhor forma de ingerir este medicamento: pastilha ou na forma de solução? Use uma explicação convincente de sua escolha.

ANEXO VII

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA DA SIMULAÇÃO INTERATIVA “REAÇÕES E TAXAS”

Nome: _____

Série/Turma: ____/____ Turno: _____ Número do Grupo

Abaixo você encontrará 15 sentenças sobre o uso da simulação interativa “*Reações e Taxas*”. Para cada uma delas você terá um valor que indicará desde discordância plena até concordância plena.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Discordância Plena	Discordo em Partes	Neutro	Concordo em Partes	Concordo Plenamente

1) A simulação interativa é de fácil utilização.

1 2 3 4 5

2) A interface gráfica (geralmente entendida como a “tela” de um programa) é simples e de fácil compreensão.

1 2 3 4 5

3) O conteúdo do aplicativo é abrangente e adequado ao público a que se destina (estudantes do ensino médio).

1 2 3 4 5

4) O grau de interatividade (permite ao seu usuário algum nível de participação ou troca de ações) da simulação interativa é elevado.

1 2 3 4 5

5) Do ponto de vista estético, as formas de representações das informações são visualmente agradáveis.

1 2 3 4 5

6) A forma e o conteúdo do aplicativo despertam a curiosidade e o interesse do usuário.

1 2 3 4 5

7) A simulação interativa contribui para o aprendizado dos conceitos de cinética química que foram abordados.

1 2 3 4 5

8) A simulação interativa motiva o estudante e coloca-o numa situação de aprendizagem ativa.

1 2 3 4 5

9) A simulação interativa estimula o raciocínio do aluno.

1 2 3 4 5

10) As animações presentes no aplicativo facilitam o entendimento dos conceitos.

1 2 3 4 5

11) A utilização da simulação interativa somente pelo professor pode melhorar o rendimento dos estudantes.

1 2 3 4 5

12) A utilização da simulação interativa pelo professor e pelo aluno pode melhorar o rendimento dos estudantes.

1 2 3 4 5

13) Somente a utilização da simulação interativa traz vantagens sobre o livro impresso.

1 2 3 4 5

14) A simulação interativa serve como uma ferramenta complementar aos livros nos estudos.

1 2 3 4 5

15) É possível aprender mais com uso da simulação interativa do que com o uso somente de livros didáticos e atividades experimentais.

1 2 3 4 5

Obrigado pela sua participação!

ANEXO VIII

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO COOPERATIVO *JIGSAW*

Nome: _____

Série/Turma: ____/____ Turno: _____ Número do Grupo

Abaixo você encontrará 15 sentenças sobre o uso da simulação interativa “*Reações e Taxas*”. Para cada uma delas você terá um valor que indicará desde discordância plena até concordância plena.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Discordância Plena	Discordo em Partes	Neutro	Concordo em Partes	Concordo Plenamente

1) Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula *Jigsaw* do que faço normalmente nas aulas expositivas.

1 2 3 4 5

2) Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de cinética química que estão nas etapas do *Jigsaw*.

1 2 3 4 5

3) Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula *Jigsaw* do que costumo trabalhar durante as aulas expositivas/expositivas dialogadas.

1 2 3 4 5

4) Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que quando nós temos que trabalhar em pequenos grupos.

1 2 3 4 5

5) Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo “*Alimentos e alimentação: relações com cinética das reações químicas*” trabalhando no formato de aula *Jigsaw*.

1 2 3 4 5

6) Eu não gostei de trabalhar no formato de aula *Jigsaw* por que meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.

1 2 3 4 5

7) Eu acho que o formato de aula *Jigsaw* é confuso e desestruturado.

1 2 3 4 5

8) Eu gostei de trabalhar no formato de aula *Jigsaw* por que pude trabalhar junto com outros colegas.

1 2 3 4 5

9) Foi difícil organizar sozinho o nosso trabalho no formato de aula *Jigsaw*.

1 2 3 4 5

10) O uso de diferentes métodos de ensino (método *Jigsaw*, experimentos e simulação interativa) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas.

1 2 3 4 5

11) Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, facilitado, etc.) facilitou a realização do trabalho do grupo.

1 2 3 4 5

12) Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, redator etc.) facilitou a organização do trabalho do grupo.

1 2 3 4 5

13) Ter um papel específico a desempenhar no grupo (mediador, porta-voz, redator etc.) me ajudou no desenvolvimento de novas habilidades ou no aperfeiçoamento de habilidades que eu já possuía.

1 2 3 4 5

14) Considero que o processamento grupal, realizado no final dos trabalhos dos grupos de base, é importante para o bom andamento das atividades no grupo.

1 2 3 4 5

15) Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato *Jigsaw*, experimentos investigativos e simulações interativas na disciplina Química

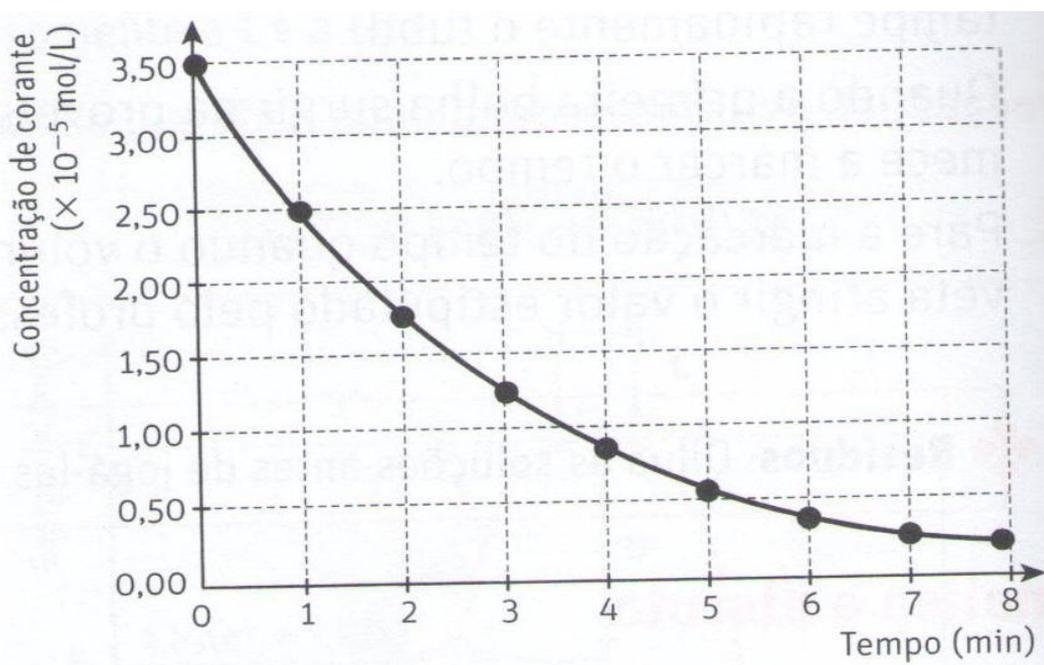
1 2 3 4 5

Obrigado pela sua participação!

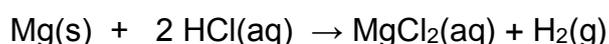
ANEXO IX

LISTA DE QUESTÕES FINAIS DO CONTEÚDO

- 1) Foi preparada uma solução com corante alimentício na concentração de $3,5 \times 10^{-5}$ mol/L. Em seguida, adicionou-se a essa solução certa quantidade de alvejante, e a solução foi ficando descorada com o passar do tempo, em razão de o corante reagir com o alvejante. Com os dados obtidos, construiu-se o seguinte gráfico da concentração de corante em função do tempo da reação.



- a) Calcule a rapidez média de consumo de corante:
- no primeiro minuto de reação.
 - no intervalo de 4 min a 5 min.
- b) Proponha uma explicação para a diferença nos valores obtidos no item a.
- 2) Adicionou-se 0,50 g de magnésio metálico a uma solução diluída de HCl. Após 10 s, resta 0,40 g de magnésio sem reagir. A interação se dá pela reação:



- Calcule a rapidez média dessa reação no intervalo de 10 s, expressa em mol/s.
Dado: Mg: 24 g/mol.

- 3)** O peróxido de hidrogênio (água oxigenada) se decompõe segundo a equação:



Em um experimento (I), observou-se o desprendimento de 10 Litros de oxigênio em meio minuto. No experimento (II), o H_2O_2 produziu, ao se decompor, 5 litros de oxigênio em 10 segundos.

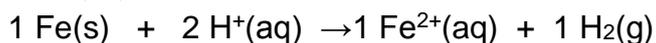
- a)** Em qual dos experimentos, a decomposição foi mais rápida?
b) O que se pode concluir com relação à rapidez de formação da água nessa reação?

- 4)** Considere a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio representada a seguir.



Em experimento, a rapidez média dessa reação em determinado intervalo de tempo foi $16 \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$ em relação ao peróxido de hidrogênio. Qual é a rapidez média de produção de gás oxigênio no mesmo intervalo de tempo?

- 5)** (UFPR) Os itens 1, 2, 3 e 4 abaixo relacionam-se com a reação química:



Em cada um dos casos descritos nos itens de 1 a 4, essa reação se processa em duas condições diferentes. Explique o que acontece com a taxa de desenvolvimento dessa reação nas duas condições expressas em cada item.

- a)** 1200 mL de solução de HCl 1,0 mol/L reagem com:

- um prego de ferro de 10 g
- 10 g de palha de aço

- b)** Uma lâmina de 10 g de ferro reage com:

- 200 mL de uma solução de HCl 1,0 mol/L
- 200 mL de solução de HCl 0,10 mol/L

- c)** Uma lâmina de 10 g de ferro reage com:

- 200 mL de solução de HCl 1,0 mol/L
- 200 mL de solução de H_3CCOOH 1,0 mol/L

- d)** Uma lâmina de 10 g de ferro reage com um determinado volume de solução de HCl 1,0 mol/L

- na temperatura de 25°C
- na temperatura de 35°C

6) (ACAFE-SC) No preparo de pão caseiro, é comum deixar a massa “descansar” em algum lugar mais aquecido para que ela “cresça”. Isso é feito com objetivo de:

- a)** Evitar a rancificação das gorduras presentes na massa, que seria prejudicial à saúde.
- b)** Evitar a fermentação da massa, que lhe conferiria sabor azedo.
- c)** Favorecer a ação de fermentos, que aumentam a produção de gás carbônico.
- d)** Acelerar o processo de degradação das gorduras, favorecendo o crescimento da massa.
- e)** Deixar a massa mais homogênea.

7) (UFPB) Leia as informações a seguir:

- I.** Em um copo, com 100 mL de água fria, dissolveu-se um comprimido. Num segundo copo, com a mesma quantidade de água, porém, morna, dissolveu-se outro comprimido.
- II.** Utilizando-se mais uma vez dois comprimidos e copos com o mesmo volume de água, à mesma temperatura, comparou-se a velocidade da reação usando um comprimido inteiro e outro finamente triturado.

A partir das informações observadas nos testes realizados, responda:

- a)** No teste I, em que copo o comprimido se dissolveu mais rápido?
- b)** No teste II, em que caso a reação foi mais rápida? Por que isso acontece?

8) (UEL/PR) A conservação de alimentos pode ser feita de diferentes modos: pelo uso de um meio fortemente salgado, capaz de promover a desidratação dos microrganismos, como na carne seca; pela utilização de conservantes, como o benzoato de sódio, que reduzem a velocidade de oxidação e decomposição; ou pela diminuição da temperatura, reduzindo a velocidade da reação, uma vez que o aumento de 10°C aproximadamente duplica a velocidade da reação. Supondo apenas o efeito da temperatura e considerando que, à temperatura ambiente (25°C), a validade de um alimento é de 4 dias, sobre a sua durabilidade, quando conservado em geladeira a 5°C, é correto afirmar:

- a)** A velocidade de decomposição seria reduzida em aproximadamente um quarto.
- b)** A velocidade de decomposição seria reduzida pela metade.
- c)** O alimento teria um prazo de validade indeterminado.
- d)** A durabilidade deste alimento é imprevisível.
- e)** O alimento se deteriorará em uma semana.

9) (ENEM) O milho verde recém-colhido tem um sabor adocicado. Já o milho verde comprado na feira, um ou dois dias depois de colhido, não é mais tão doce, pois cerca de 50% dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado são convertidos em amido nas primeiras 24 horas. Para

conservar o sabor do milho verde pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

1º) descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos.

2º) resfriá-las em água corrente.

3º) conservá-las na geladeira.

A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte argumento:

- a) O choque térmico converte as proteínas do milho em amido até a saturação; esta ocupa o lugar do amido que seria formado espontaneamente.
- b) A água fervente e o resfriamento impermeabilizam a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de oxigênio e a oxidação da glicose.
- c) As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água quente.
- d) Microrganismos que, ao retirarem nutrientes dos grãos, convertem esses carboidratos em amido, são destruídos pelo aquecimento.
- e) O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

10) (ENEM) A deterioração de um alimento é resultado de transformações químicas que decorrem, na maioria dos casos, da interação do alimento com microrganismos ou ainda, da interação com o oxigênio do ar, como é o caso da rancificação de gorduras. Para conservar por mais tempo um alimento deve-se, portanto, procurar impedir ou retardar ao máximo a ocorrência dessas transformações. Os processos comumente utilizados para conservar alimentos levam em conta os seguintes fatores:

- I. Microrganismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.
- II. Microrganismos necessitam de temperatura adequada para crescerem e se multiplicarem. A multiplicação de microrganismos, em geral, é mais rápida entre 25°C e 45°C, aproximadamente.
- III. Transformações químicas têm maior rapidez quanto maior for a temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.
- IV. Há substâncias que acrescentadas ao alimento dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de microrganismos.
- V. No ar há microrganismos que encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas crescem e se multiplicam.

Em uma embalagem de leite “longa vida”, lê-se:

“Após aberto, é preciso guardá-lo em geladeira”.

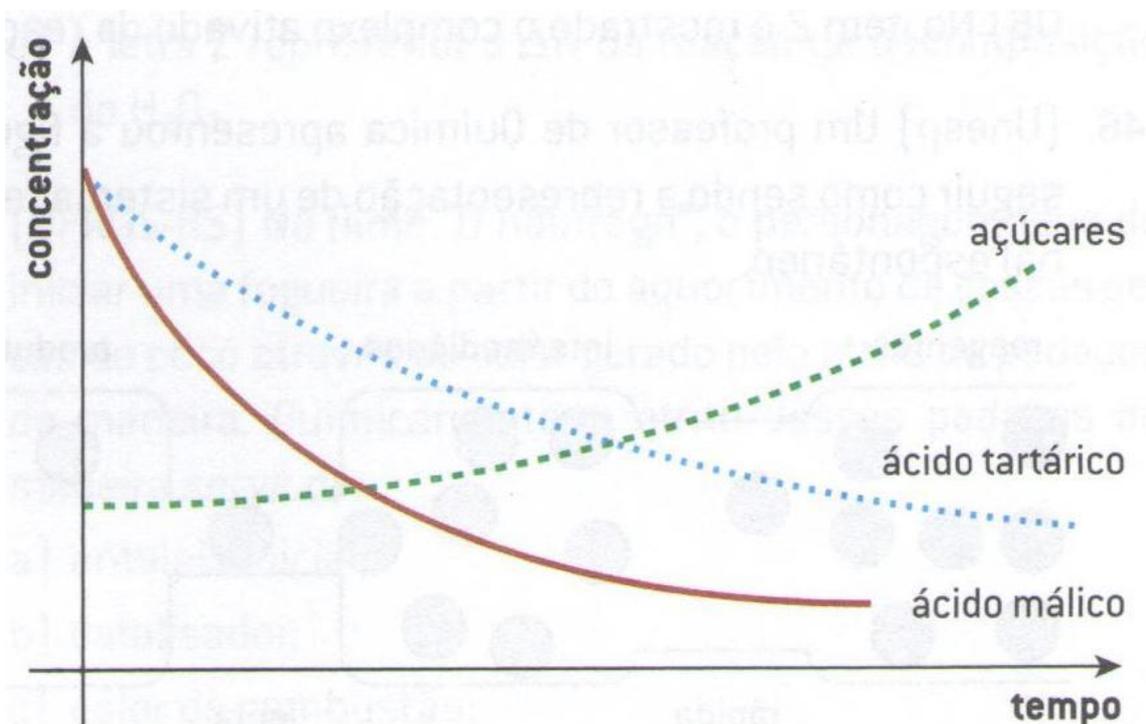
Caso uma pessoa não siga tal instrução, principalmente no verão tropical, o leite se deteriorará rapidamente, devido a razões relacionadas com:

- a) O fator I, apenas.
- b) O fator II, apenas.
- c) Os fatores II, III e V, apenas.
- d) Os fatores I, II e III, apenas.
- e) Os fatores I, II, III, IV e V, apenas.

11) (UFPE) Você está cozinhando batatas e fazendo carne grelhada, tudo em fogo baixo, num fogão a gás. Se você passar as duas bocas do fogão para fogo alto, o que acontecerá com o tempo de preparo?

- a) Diminuirá para os dois alimentos.
- b) Diminuirá para a carne e aumentará para as batatas.
- c) Não será afetado.
- d) Diminuirá para as batatas e não será afetado para carne.
- e) Diminuirá para a carne e permanecerá o mesmo para as batatas.

12) (ENEM) As características dos vinhos dependem do grau de maturação das uvas das parreiras por que as concentrações de diversas substâncias da composição das uvas variam à medida que as uvas vão amadurecendo. O gráfico a seguir mostra a variação da concentração de três substâncias presentes em uvas, em função do tempo. O teor alcoólico do vinho deve-se à fermentação dos açúcares do suco da uva. Por sua vez, a acidez do vinho produzido é proporcional à concentração dos ácidos tartárico e málico.



Considerando as diferentes características desejadas, as uvas podem ser colhidas.

- a) Mais cedo, para a obtenção de vinhos menos ácidos e menos alcoólicos.
- b) Mais cedo, para obtenção de vinhos mais ácidos e mais alcoólicos.
- c) Mais tarde, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos e menos ácidos.
- d) Mais cedo e ser fermentadas por mais tempo, para a obtenção de vinhos mais alcoólicos.
- e) Mais tarde e ser fermentadas por menos tempo, para a obtenção de vinhos menos alcoólicos.

13) (ENEM - modificado) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos.

- I. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
 - II. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
 - III. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.
- Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

14) (FUVEST/SP) Para remover uma mancha de um prato de porcelana fez-se o seguinte: cobriu-se a mancha com meio copo de água fria, adicionaram-se algumas gotas de vinagre e deixou-se por uma noite. No dia seguinte a mancha havia clareado levemente. Usando apenas água e vinagre, sugira duas alterações no procedimento de tal modo que a remoção da mancha possa ocorrer em menor tempo. Justifique cada uma das alterações propostas.

15) (UPM/SP) Ao se fazer pão caseiro, coloca-se a massa, em geral, descansando em lugar mais aquecido a fim de que cresça. Esse fato pode ser interpretado da seguinte forma:

- a) Que o leve aumento de temperatura diminui a fermentação da massa.
- b) Como um modo de evitar que a mistura se torne heterogênea, polifásica.
- c) Que o leve aumento de temperatura aumenta a taxa de desenvolvimento de reações dos componentes da massa.
- d) Como uma prática caseira e que não está relacionada a fenômeno químico.
- e) Que o ambiente mais aquecido evita que a massa se estrague.

16) (UFAL) Estudando os fatores que influenciam na velocidade das reações, os cientistas imaginaram uma explicação simples para o modo pelo qual

são quebradas as moléculas dos reagentes e são formadas as moléculas dos produtos. É a chamada teoria das colisões. De acordo com essa teoria:

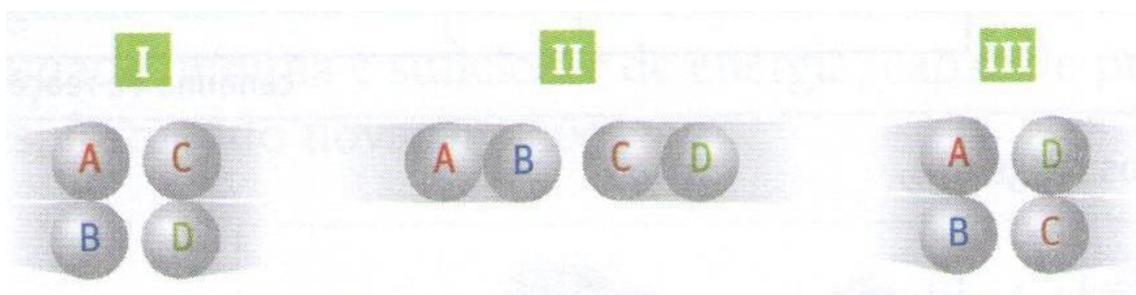
- I. Todas as colisões entre os reagentes são efetivas.
 - II. A velocidade da reação é diretamente proporcional ao número de colisões efetivas.
 - III. Existem colisões que não são favoráveis à formação de produtos.
 - IV. Quanto maior for a energia de ativação, maior será a velocidade da reação.
- Das afirmações acima, estão corretas apenas:

- a) 1, 2 e 3.
- b) 2, 3 e 4.
- c) 2 e 3.
- d) 1 e 3.
- e) 3 e 4.

17) Considere a reação química genérica:



Qual(is) figura(s) abaixo representa(m) colisão(ões) com orientação(ões) desfavorável(is)? Justifique.



18) (Vunesp/SP) Sabe-se que algumas frutas e legumes, tais como a banana e a batata, escurecem quando expostos ao oxigênio do ar. O escurecimento é devido a uma reação, catalisada por uma enzima, que ocorre entre o oxigênio e compostos fenólicos presentes no alimento. É conhecido que a adição de gotas de limão, que contém ácido ascórbico, evita o escurecimento. No entanto, se o limão foi substituído pelo vinagre, o escurecimento não é evitado. Com relação a esse fato, analise as afirmações seguintes.

- I. O ácido ascórbico é um composto antioxidante.
- II. Embalar o alimento a vácuo é procedimento alternativo na prevenção do escurecimento de frutas e legumes.
- III. O fator responsável pela prevenção do escurecimento das frutas e legumes é a acidez.

Quais afirmações estão corretas e incorretas? Justifique sua escolha explicando as razões de sua escolha.

19) (UFMG) A queima de açúcar na atmosfera ocorre a uma temperatura superior a 500°C . Nos organismos vivos, essa reação ocorre a cerca de 37°C . Sobre esses fatos são feitas as afirmativas A e B. Indique se são corretas ou incorretas, explicando os motivos da resposta.

a) Nos organismos vivos, a reação ocorre com menor energia de ativação.

b) À temperatura de 500°C , a reação é exotérmica, e a 37°C , ela é endotérmica.