

O ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais

Janessa Aline Zappe (PG)^{1,2*}, Inés Prieto Schmidt Sauerwein¹ (PQ)

jalinez@hotmail.com

¹ Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Brasil.

² Escola Estadual de Ensino Médio Ruy Barbosa, Avenida 28 de dezembro, 1018, Bairro Centro, Novo Cabrais – RS, Brasil.

Palavras-Chave: Cinética Química, periódicos, ensino de Química.

RESUMO: O PRESENTE TRABALHO TEVE COMO OBJETIVO INVESTIGAR OS ARTIGOS PUBLICADOS RELACIONADOS AO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA NOS PERIÓDICOS NACIONAIS: CIÊNCIA & EDUCAÇÃO, ENSAIO: PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS, REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, DE 1995-2014. QUATORZE ARTIGOS FORAM SELECIONADOS, E POSTERIORMENTE CARACTERIZADOS COM RELAÇÃO AO PERIÓDICO, ANO DE PUBLICAÇÃO E FOCO DO ARTIGO, ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CONTEÚDO (BARDIN, 1977). OS ARTIGOS FORAM CATEGORIZADOS EM: ASPECTOS CONCEITUAIS, PROPOSTAS DE ENSINO E INVESTIGAÇÕES EM SALA DE AULA. COM RELAÇÃO AOS ASPECTOS CONCEITUAIS, OS TRABALHOS SELECIONADOS ABORDAM QUESTÕES HISTÓRICAS E UMA PESQUISA COM LIVROS DIDÁTICOS. OS ARTIGOS QUE APRESENTAM PROPOSTAS DE ENSINO ESTÃO BASEADOS NA DESCRIÇÃO DE EXPERIMENTOS. JÁ AS PUBLICAÇÕES QUE FAZEM INVESTIGAÇÕES EM SALA DE AULA, APRESENTAM PESQUISAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS, BEM COMO ATIVIDADES QUE PODEM SER UTILIZADAS EM SALA DE AULA.

INTRODUÇÃO

Inúmeras reações químicas acontecem em nosso dia a dia: a queima de combustíveis; os processos que ocorrem em nosso corpo, como a respiração e a digestão; a fotossíntese das plantas. Estas reações podem ocorrer em diferentes velocidades.

A área que estuda a velocidade das reações químicas é a Cinética Química, que oferece ferramentas para o estudo em nível macroscópico e em nível atômico.

Em nível atômico, a cinética química permite a compreensão da natureza e dos mecanismos das reações químicas. Em nível macroscópico, as informações da cinética química permitem a modelagem de sistemas complexos, como os que acontecem no corpo humano e na atmosfera (ATKINS e JONES, 2012, p. 561).

De acordo com Kotz, Treichel e Weaver (2013), o nível macroscópico está relacionado ao significado da velocidade da reação e sua determinação experimental, bem como aos fatores que influenciam a velocidade. Já o nível atômico se refere ao mecanismo de reações: “o caminho detalhado percorrido por átomos e moléculas enquanto uma reação acontece” (KOTZ, TREICHEL e WEAVER, 2013, p. 615).

Os primeiros estudos relativos à Cinética Química iniciaram no século XVIII: as pesquisas do químico alemão Ludwig Ferdinand Wilhelmy (1812-1864) sobre a velocidade de inversão da sacarose com polarímetro marcaram o nascimento desta área em 1850 (ROCHA-FILHO, 1999).

Noções relacionadas tanto ao nível macroscópico como ao microscópico da Cinética Química são estudadas no Ensino Médio. Investigar questões relacionadas ao ensino desses conceitos é um dos objetivos das pesquisas na área de ensino de Química que, por sua vez, podem servir como base do planejamento do professor.

Considerando a produção da área de ensino de Ciências/Química, o objetivo da presente trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica das pesquisas sobre o ensino de Cinética Química, a fim de identificar e analisar os artigos publicados nos periódicos nacionais selecionados.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa pode ser considerada uma análise documental, que de acordo com Lüdke e André (1986), constitui-se uma técnica válida de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas através de outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema, que é a caracterização das pesquisas sobre o ensino de Cinética Química.

Os periódicos que foram selecionados para análise documental são bem avaliados pelo Sistema Qualis na área de Ensino, de acordo com Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), conforme descrito na Tabela 1. De acordo com a Capes (2014), o Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela instituição para a estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação e afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção.

Tabela 1 - Avaliação do Sistema Qualis na área de Ensino dos periódicos selecionados

Periódicos da área de Ensino	Avaliação do Sistema Qualis (2014)
Ciência & Educação	A1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Química Nova na Escola	B1

Os periódicos foram analisados no período de tempo descrito na Tabela 2, que compreendem todos os volumes e números disponibilizados de forma *online*.

Tabela 2 - Período de tempo analisado dos periódicos selecionados

Periódico	Período analisado
Ciência & Educação	1998-2014
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1999-2014
Investigações em Ensino de Ciências	1996-2014
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001-2014
Química Nova na Escola	1995-2014

Os artigos selecionados foram aqueles que continham os termos *cinética* e *velocidade da reação* no título, no resumo ou nas palavras-chave. Após a seleção dos artigos, os mesmos foram caracterizados com relação aos seguintes critérios: periódico; ano de publicação; foco do artigo.

O foco do artigo considera o objetivo do mesmo e foi classificado de acordo com os procedimentos da análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo, de acordo com a referida autora, compreende três fases: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos dados, a inferência e

a interpretação. A pré-análise consiste na fase de organização, que envolve “a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a fundamentação de indicadores que fundamentam a interpretação final” (BARDIN, 1977, p. 95). A exploração do material engloba as operações de codificação, desconto ou enumeração, de acordo com as regras elaboradas durante a pré-análise. Já na última fase, os resultados obtidos são tornados significativos e válidos, e podem ser submetidos às provas estatísticas e testes de validação.

Após a leitura, os seguintes focos foram construídos, nos quais os artigos puderam ser classificados:

- Aspectos conceituais: artigos que exploram os conceitos científicos e o seu desenvolvimento histórico. Pesquisas envolvendo livros didáticos também foram incluídas nessa categoria.

- Propostas de ensino: artigos que apresentam atividades e recursos didáticos a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

- Investigações em sala de aula: artigos que apresentam investigações sobre problemas e alternativas para o ensino, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões de investigação e procedimentos metodológicos adotados e a análise dos resultados.

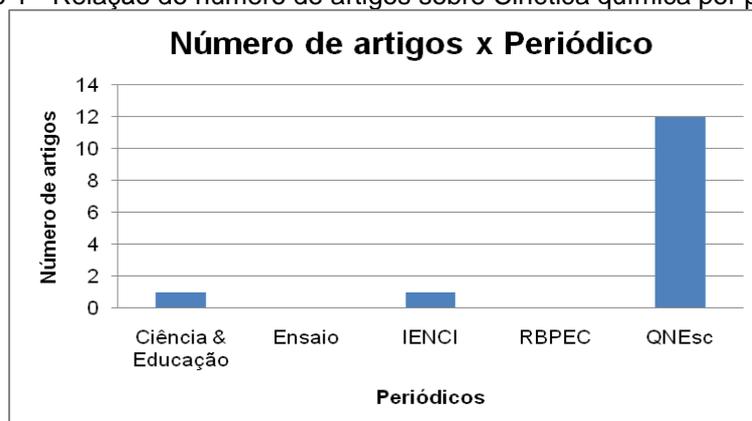
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da análise dos periódicos, constatou-se que quatorze artigos se enquadram nos critérios anteriormente apresentados.

O Gráfico 1 apresenta o número de artigos por periódico: enquanto a Revista Química Nova na Escola (QNEsc) apresenta doze artigos publicados sobre Cinética Química, a Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências não apresentam artigos publicados sobre o tema.

A grande quantidade de artigos encontrados na QNEsc em comparação aos outros periódicos era um resultado esperado, visto que a publicação é a única específica da área de ensino de Química.

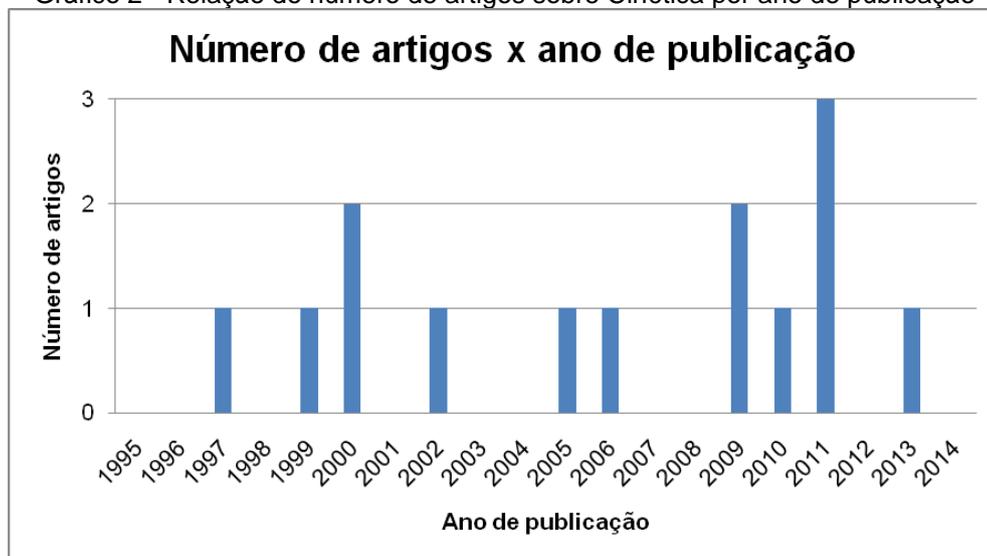
Gráfico 1 - Relação do número de artigos sobre Cinética química por periódico



Os doze artigos selecionados da QNEsc englobam cerca de 2% dos trabalhos publicados pela revista, que totalizam 564 artigos.

O gráfico 2 apresenta o número de artigos publicado por ano, nos periódicos selecionados. Constatou-se que o período entre 2005 e 2014 concentra o maior número de publicações sobre Cinética Química: nove artigos.

Gráfico 2 - Relação do número de artigos sobre Cinética por ano de publicação



Com relação à classificação das publicações por foco: três artigos abordam aspectos conceituais, sete artigos apresentam propostas de ensino e quatro artigos descrevem investigações em sala de aula.

Nas próximas seções, as publicações selecionadas serão descritas e analisadas de acordo com o foco do artigo e possibilidades de aplicação em sala de aula.

- Aspectos conceituais de Cinética Química

Rocha-Filho (1999) apresenta a descrição histórica do desenvolvimento da femtoquímica, conhecida como Química ultra-rápida. É importante entender que os métodos experimentais convencionais permitem o estudo de reações químicas que possuem acima de dez segundos de duração. O acompanhamento de reações com tempos mais curtos foi possível a partir do desenvolvimento da fotoquímica.

Na fotoquímica, a radiação eletromagnética possui determinada função: quando ocorre a deflagração de uma reação química por absorção de radiação por um reagente, o processo é conhecido como fotólise. Já quando a radiação é emitida em uma reação, ocorre luminescência.

Em 1949, George Porter e Ronald G. W. Norrish desenvolveram a fotólise em flash, um tipo de técnica de relaxação, onde o sistema é perturbado por um curto pulso de radiação, inicialmente com duração de um milissegundo. Na década de 1960, os flashes já duravam um nanosegundo. Os estudos desses cientistas renderam a eles o prêmio Nobel de Química em 1967, compartilhado com Manfred Eigen, que desenvolveu estudos com pulsos de calor.

Na década de 1960, Dudley R. Herschbach e Yuan Lee utilizaram feixes moleculares para o estudo de reações químicas elementares. John C. Polanyi, por sua vez, desenvolveu um método de quimioluminescência no infravermelho. Os cientistas citados também foram premiados em 1986 e suas pesquisas contribuíram para o desenvolvimento das pesquisas na área da dinâmica da reação.

Na década de 1970, através de pesquisas, os flashes de laser foram obtidos com duração de um picosegundo. Já na década de 1980, foi possível obter flashes de poucos femtosegundos (10^{-15} segundos) de duração, iniciando o desenvolvimento da femtoquímica, que envolveu Ahmed Zewail e seu grupo de pesquisa no Instituto de Tecnologia da Califórnia.

Através da femtoquímica, podem-se melhorar catalisadores, entender mecanismos de dissolução de substâncias ou de reação entre substâncias em solução, desenvolver novos materiais para uso em eletrônica, além de estudos relacionados aos sistemas biológicos.

O artigo de Rocha-Filho (1999) pode ser utilizado em aulas de Química como texto introdutório, além de ser importante para o conhecimento dos professores.

Chagas (2001) no artigo intitulado “100 anos de Nobel – Jacobus Henricus van’t Hoff” faz menção ao cientista citado no título, em função de ter sido o primeiro a receber o Prêmio Nobel de Química, em 1901. Nascido em Roterdã em 1852, o trabalho de Van’t Hoff pode ser dividido em três períodos: o primeiro dedicado à química orgânica; o segundo, à termodinâmica química e teoria das soluções; e o terceiro, à petrologia.

Com relação às contribuições de Van’t Hoff, o autor cita o livro “*Études de dynamique chimique*”, publicado em 1884, como uma das mais importantes obras de Química de todos os tempos, no qual foram abordados grandezas e conceitos, como ordem de reação, constante de velocidade, constante de equilíbrio, as duas setas opostas, natureza dinâmica do equilíbrio, efeito da temperatura e pressão no equilíbrio, entre outros. Outra contribuição importante foi a criação da disciplina de Físico-Química, em conjunto com Ostwald e Arrhenius, com novos conceitos, técnicas e problemas.

O artigo de Chagas (2001) pode ser estudado para conhecer sobre a história da Química, visto as importantes contribuições do cientista. A história da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 1999).

No terceiro artigo da categoria, Martorano e Marcondes (2009) apresentam a análise de livros didáticos utilizados no Ensino Médio no período de 1929 a 2004 com relação ao conteúdo de Cinética Química.

Considerando que o livro didático pode influenciar a maneira de pensar do aluno sobre as concepções relativas à ciência, os autores analisaram os livros didáticos selecionados sob o ponto de vista de duas perspectivas filosóficas: a perspectiva empirista/indutivista e a racionalista.

A perspectiva filosófica predominante nos livros didáticos é a empirista/indutivista: entende a ciência como um conjunto de enunciados universais, o seu desenvolvimento é apresentado de forma contínua e acumulativa e os dados experimentais são a base para a elaboração de hipóteses, que podem se tornar teorias ou leis, com ênfase na observação (MARTORANO e MARCONDES, 2009).

Os autores enfatizam que os livros não são neutros em relação à imagem da ciência que é transmitida e que o professor precisa estar consciente destas limitações ao fazer a escolha de material que será utilizado em sala de aula.

A realização de pesquisas sobre livros didáticos é um importante foco do ensino, devido à importância deste material na dinâmica que ocorre em sala de aula. É fundamental que a pesquisa sobre livros didáticos seja de conhecimento dos professores da Educação Básica, a fim de que os mesmos possam analisar e avaliar o material que utilizam nas aulas. Os professores das escolas podem escolher, dentre as

opções selecionadas, o livro que pretendem utilizar através do Programa Nacional de Livro Didático (PNLD).

O livro didático, muitas vezes, “determina a maneira e a seqüência da apresentação de qualquer tema; ele acaba sendo muito mais uma referência do conteúdo a ser ensinado, do que um material de apoio para o professor planejar a sua aula” (MARTORANO e MARCONDES, 2009, p. 342).

Com relação aos artigos classificados na presente categoria, dois deles descrevem aspectos históricos do desenvolvimento da Química: o primeiro, relacionado ao estudo da femtoquímica; o segundo, que analisa as pesquisas de um cientista. Os dois artigos podem servir como base para o planejamento de atividades sobre história da Química. No terceiro artigo, é apresentada uma análise de livros didáticos, relacionada com a perspectiva filosófica utilizada nos exemplares. A partir daí, o professor pode refletir sobre as atividades que propõe em sala de aula e reformulá-las ou acrescentar elementos, a fim de que os alunos consigam compreender a ciência como “conjunto de hipóteses, modificáveis, organizadas e que tendem a fazer uma descrição da realidade” (MARTORANO e MARCONDES, 2009, p. 344).

- Propostas de ensino de Cinética Química

Considerando que existem vários exemplos de reações que podem ser utilizadas no estudo da Cinética Química, Teófilo, Braathen e Rubinger (2002) apresentam um roteiro experimental da reação relógio iodeto/iodo.

O experimento apresentado é uma variação da reação de Landolt, com materiais alternativos de baixo custo e fácil aquisição. Os reagentes utilizados são água oxigenada comercial, vitamina C, iodato de potássio (encontrado em lojas de insumos agrícolas), iodeto de potássio (na forma de xarope expectorante), solução de ácido acético a 10 volumes (vinagre) e amido de milho. Os autores citam como vantagem dos experimentos o ponto de conclusão bem definido e como desvantagem a complexidade do mecanismo da reação.

Em razão da utilização de materiais presentes em nosso dia a dia, a realização do experimento é uma possibilidade para as aulas de Química no Ensino Médio. “Além disso, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e em outros setores da sociedade” (TEÓFILO, BRAATHEN e RUBINGER, 2002, p. 44).

No artigo publicado por Costa *et al* (2006), um conjunto de atividades envolvendo materiais com alumínio é apresentado. O metal alumínio, obtido pela primeira vez em laboratório pelo dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851), é utilizado em peças automotivas, revestimentos, embalagens e artefatos de cozinha.

Os materiais utilizados nas reações químicas foram: alumínio, na forma de papéis e anéis de latas de bebidas, solução comercial “limpa piso”, que contém ácido clorídrico e soda cáustica.

As atividades propostas buscaram investigar o caráter anfótero do alumínio, visto que sua oxidação ocorre tanto em meio ácido como em meio básico, com desprendimento de gás hidrogênio. As influências da concentração de ácido clorídrico, da temperatura e da superfície de contato sobre a velocidade das reações também foram propostas no trabalho.

As mesmas atividades, com exceção da reação de oxidação do alumínio em meio básico, foram propostas por Costa *et al* (2005). A partir do acompanhamento do consumo de alumínio durante as reações, os autores abordaram o fenômeno de

corrosão dos materiais. Os danos que o processo corrosivo causa à sociedade englobam desde a destruição de utensílios domésticos até a degradação de monumentos históricos, às modificações na forma e estrutura do metal (Costa *et al*, 2005). Portanto, a corrosão de metais pode promover relações entre os conceitos químicos e aspectos sociais, históricos, econômicos e ambientais.

As reações propostas por Costa *et al* (2005; 2006) são atividades práticas, visto que envolvem o uso de materiais simples e de fácil aquisição. Enfatiza-se, entretanto, a importância do uso de um tema, como em Costa *et al* (2005): a corrosão, que promove a contextualização. Portanto, os elementos do dia a dia dos alunos, da escola e da comunidade podem ser tratados como conteúdos de aprendizagem.

A corrosão também é o tema do artigo apresentado por Merçon, Guimarães e Mainier (2011), que pode ser entendida como o resultado de uma ação química ou eletroquímica de um meio sobre certo material.

Nas indústrias, a corrosão acarreta problemas ligados aos custos de manutenção e substituição de equipamentos, perda de produtos e impactos ambientais decorrentes de vazamentos em tanques e tubulações corroídas, sem contar as vidas humanas postas em risco em acidentes e explosões (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011, p. 57).

Os autores mencionam a importância da associação da corrosão aos conteúdos de reações químicas, oxidação-redução e Cinética Química, a fim de contextualizar o ensino de Química.

A possibilidade de relacionar os conteúdos científicos envolvidos com os aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais favorece a formação da cidadania dos alunos, ampliando seu poder de participação e tomada de decisão e desenvolvendo no aluno habilidades básicas para sua participação na sociedade democrática (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011, p. 57).

Considerando os objetivos acima citados, os autores apresentam um sistema experimental que pode ser utilizado para abordar o fenômeno da corrosão em metais e estudar a influência de fatores que interferem na taxa da corrosão. Foram utilizadas, nos experimentos, arruelas de aço-carbono para a montagem de ensaios: em sistema estático e em sistema dinâmico, com o uso de bomba de recirculação de água e bomba de aeração. Logo, propõe-se a investigação da salinidade, aeração e agitação na taxa de corrosão. Estes fatores acarretam um aumento significativo na corrosão.

As dificuldades de aplicação do experimento em sala de aula estão relacionadas ao tempo de duração do experimento (um mês) e ao uso de balança analítica, instrumento indisponível na maioria das escolas.

Vaz, Assis e Codaro (2011) também propõem um experimento relacionado ao fenômeno de corrosão. Os materiais utilizados foram: uma liga constituída principalmente de 89% de alumínio e 6% de zinco, denominada 7050; soluções de ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

A análise da velocidade da corrosão foi feita a partir da determinação da perda de massa relativa e da perda de espessura média do material metálico, em meios ácido e básico com diferentes concentrações. Após o experimento, propôs-se a construção de gráficos, mostrando a variação da massa e da espessura com o passar do tempo.

Os autores enfatizam, através do experimento, as relações entre as reações de oxidação-redução e a Cinética Química. Entretanto, como dificuldade, aponta-se a necessidade de utilização de balança analítica.

O artigo publicado por Venquiaruto *et al* (2011) propõe transformar os saberes populares de um grupo de pequenas agricultoras sobre a produção de pão em saberes que fazem parte do currículo escolar. Primeiramente, foram feitas entrevistas semi-estruturadas e observação participante com o grupo, residente na região norte do Rio Grande do Sul, no qual as participantes preparam a massa de pão e explicaram detalhadamente todas as etapas deste processo.

A partir dessas informações, foram construídas atividades experimentais, envolvendo os conceitos de Cinética Química e densidade, a partir de fermento biológico comercial, fermento de batata caseiro, açúcar do tipo cristal e massa de pão.

A reação de fermentação é um fenômeno causado por microorganismos vivos que decompõem e transformam o substrato, sendo que na panificação, a ação é da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cujas células consomem os açúcares livres e produzem álcool etílico, gás carbônico e várias compostos que conferem aroma e o sabor do pão (VENQUIARUTO *et al*, 2011).

A velocidade do processo de fermentação é afetada pela temperatura e pela concentração de leveduras e açúcar, investigados nas atividades propostas.

Enfatiza-se a importância das atividades propostas, pois “ao vincular o saber popular a um saber formal, possibilita-se, por meio da transposição didática, sua transformação em saber escolar” (p. 141). Os experimentos propostos são de fácil execução e o pão, tema que propõe a contextualização, é um elemento do cotidiano. Entretanto, dentre os obstáculos de aplicação da atividade em sala de aula, pode-se citar o tempo destinado à realização das atividades, exigindo muitas horas/aula e envolvimento do professor.

A batata (*Solanum tuberosum*) é o foco das atividades experimentais sobre cinética enzimática propostas por Novaes *et al* (2013). Os organismos vivos se mantêm através de reações químicas, sendo que a maioria é catalisada por enzimas, o que pode ser relacionada à cinética.

Os autores apresentam uma sequência de experimentos envolvendo batata e as explicações químicas e biológicas sobre os experimentos. No experimento 1, são analisadas pedaços de batata quando expostos ao ar e deixadas na água. No experimento 2, os pedaços são colocados em água fervente, no *freezer* e expostos ao ar. No experimento 3, os pedaços de batata são colocados em água quente e em peróxido de hidrogênio. Já no experimento 4, utilizam-se pedaços de batata em contato com o ar, no forno e no *freezer*.

Por causa da enzima polifeniloxidase (PFO), responsável pela oxidação de compostos fenólicos, a batata pode ser utilizada nos experimentos descritos, abordando parâmetros da velocidade de uma reação, como a concentração, a temperatura, a ativação e a inibição catalítica.

Dentre as dificuldades de aplicação da atividade proposta, menciona-se a explicação dos resultados dos experimentos a partir de conhecimentos da Biologia.

Através dos artigos selecionados para a presente categoria, constatou-se a ênfase dada à experimentação nas propostas de ensino de Cinética Química. Na maioria dos experimentos foram utilizados materiais de fácil aquisição. Através destes materiais, experimentos como a reação relógio iodeto/iodo e as reações com alumínio podem ser utilizados em salas de aula. Também são utilizados diferentes temas que podem promover a contextualização: a corrosão, o pão e a batata são exemplos.

- Investigações em sala de aula sobre Cinética química

Os artigos descritos nesta categoria envolvem pesquisas construídas com alunos do Ensino Médio.

Justi e Ruas (1997) descrevem uma pesquisa em sala de aula, sendo que uma das autoras era professora da turma de alunos envolvida, e que surgiu a partir de dificuldades compreendidas na prática do dia a dia, como as ideias confusas dos alunos sobre como se processa uma reação, que “se resumem em descrições macroscópicas do fenômeno ou são fundamentadas em uma concepção contínua da matéria” (JUSTI e RUAS, 1997, p. 24). A partir daí, as autoras investigaram qual é a influência da visão da matéria na aprendizagem de Cinética Química.

A pesquisa consistiu em três etapas: a análise das ideias dos alunos sobre descontinuidade da matéria, concepção de reação química e dinamicidade do processo de ocorrência de uma reação química, antes do ensino de Cinética Química; a análise das ideias dos alunos sobre as diferentes velocidades que as reações podem ocorrer, durante o ensino do conteúdo; e como as concepções de matéria dos alunos podem influenciar a aprendizagem. Os dados foram coletados a partir de cinco atividades aplicadas com uma turma de 2º ano do Ensino Médio.

Sobre a matéria, os alunos participantes da pesquisa a entendem como descontínua, contínua e com concepção ambígua. Os alunos entendem as reações químicas como deslocamento, modificação e interação química (62%). Sobre a dinamicidade das reações químicas, constatou-se que os alunos não consideram o movimento das partículas.

Logo, Justi e Ruas (1997) enfatizam que provavelmente a visão de matéria sustentada pelos alunos não influencia na aprendizagem de Cinética, sendo que, para os mesmos, a teoria das colisões coexiste com a visão contínua da matéria. Os autores também apontam que os alunos possuem dificuldades em se expressar de forma escrita e que:

Nesse sentido, os alunos não estariam entendendo a Química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimento utilizáveis em situações específicas. Eles estariam reproduzindo pedaços de conhecimento, mas não aprendendo Química (JUSTI e RUAS, 1997, p. 27).

A pesquisa de Justi e Ruas (1997) surgiu no contexto da sala de aula. O conhecimento das investigações de concepções dos alunos é fundamental para o desenvolvimento de atividades em sala de aula, que buscam superá-las. Dificuldades residem no fato de que os professores atualmente, devido à deficiências na formação inicial, também possam ter essas concepções.

No segundo artigo da categoria, denominado “A contextualização no ensino de Cinética Química”, Lima *et al* (2000) apresentam experimentos sobre conservação de alimentos, que foram aplicados em duas turmas da 3ª Série do Ensino Médio.

Primeiramente, os alunos responderam um questionário contendo as seguintes questões:

Por que os alimentos se estragam? Que processos podem ser utilizados para evitar que se deteriore? Como estes processos atuam? Na sua casa são utilizadas técnicas de conservação de alimentos? Quais? Você conhece algum aditivo alimentar? Cite-o? Você acha importante o uso de aditivos alimentares? Por quê? (LIMA *et al*, 2000, p. 26 e 27).

Divididos em grupos, os alunos fizeram experimentos sobre a influência de aditivos na conservação de alimentos, utilizando polpa de tomate (puro, com açúcar e com ácido benzóico) e fígado bovino (sem aditivo, com sal mergulhado no óleo) em

recipientes fechado e aberto. Experimentos que investigaram a influência da temperatura na atividade enzimática também foram feitos, a partir de fígado e batata com água oxigenada em diferentes temperaturas.

Os resultados dos experimentos foram discutidos, rótulos foram estudados, a fim de identificar aditivos alimentares e um texto elaborado pelas professoras sobre conservação de alimentos foi trabalhado em sala de aula.

Lima *et al* (2000) consideram que os resultados obtidos no questionário final mostram a evolução conceitual dos alunos, com relação aos fatores que causam a deteriorização dos alimentos, como evitar este processo, a função e a importância de aditivos, as técnicas de conservação de alimentos e as formas de retardar e acelerar reações.

O tema conservação dos alimentos apresentado por Lima *et al* (2000) é relevante para as nossas atividades do dia a dia e os experimentos são de fácil execução em aulas de Química no Ensino Médio.

Cirino *et al* (2009) tiveram como objetivo identificar como os estudantes do Ensino Médio se apropriam dos conceitos e elaboram modelos, como o modelo cinético de colisão de partículas numa reação, a partir de entrevistas. A primeira entrevista, denominada pré-teste, abordava a noção de evento probabilístico ou aleatório. O pós-teste, por sua vez, buscava investigar se os estudantes relacionavam a probabilidade à Teoria das Colisões.

Os autores puderam constatar que os alunos não perceberam, inicialmente, a semelhança entre os modelos macro (utilizado nos experimentos) e microscópico (ensinado durante as aulas de química). Na maioria dos testes, os alunos se davam conta da dificuldade de ocorrência de colisão efetiva. A percepção de que o produto formado está presente no meio reacional e que, efetivamente, seus choques com as partículas reagentes produzem colisões não-efetivas aconteceu durante o experimento, e nunca antes dele, ou seja, o modelo microscópico ensinado em sala de aula não contempla este aspecto.

Os resultados da pesquisa de Cirino *et al* (2009) podem servir de base para a reestruturação das aulas, buscando integrar as dimensões macroscópica, microscopia e fenomenológica da Química.

Fatareli *et al* (2010) apresentam a preparação, a aplicação e a avaliação de uma estratégia didática que engloba os pressupostos da aprendizagem cooperativa e do método *Jigsaw* em uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio em duas aulas. A aprendizagem cooperativa possui natureza social, sendo que os estudantes interagem e compartilham suas ideias, melhorando a compreensão individual e mútua, e o método *Jigsaw* visa o desenvolvimento de competências cognitivas.

Primeiramente, os grupos de base foram formados, contendo um redator, um mediador, dois relatores, um porta-voz. No segundo momento, o professor fez uma breve exposição sobre a importância do conhecimento das velocidades das reações e as condições para que estas aconteçam.

Já no terceiro momento, um aluno de cada um dos grupos de base compôs os grupos dos especialistas, sendo que cada um destes grupos fez experimentos relacionados aos fatores que afetam a velocidade das reações. Após, os alunos voltaram ao grupo de base e apresentaram suas conclusões sobre o experimento.

De acordo com Fatareli *et al* (2010), no quinto momento, o mediador solicitou que os colegas expusessem os conceitos para o grupo, o porta-voz se dirigiu ao professor para tirar dúvidas, o redator escreveu numa folha as respostas do grupo e os relatores apresentaram suas conclusões oralmente.

Um questionário final foi aplicado aos alunos, onde foi avaliado o conhecimento dos alunos sobre os fatores que afetam a velocidade, suas respectivas justificativas bem como relações com o cotidiano. Um questionário na escala *Likert* também foi aplicado, onde foram constatadas respostas favoráveis à metodologia, ao papel do professor, à distribuição dos papéis entre os alunos, além da maior independência e o desenvolvimento de habilidades.

Retomando os artigos apresentados, Justi e Ruas (1997) e Cirino *et al* (2009) apresentam pesquisas sobre o entendimento de conceitos pelos estudantes: na primeira, qual é a visão da matéria pelos alunos, e como esta pode influenciar na aprendizagem de Cinética Química; e na segunda, o que os alunos sabem sobre a ocorrência de colisões efetivas e não-efetivas numa reação. Essas investigações indicam a necessidade de reformulação de aulas.

Os trabalhos de Lima *et al* (2000) e Fatarelli *et al* (2010) apresentam pesquisas cujas atividades podem ser utilizadas em sala de aula. No primeiro, é descrito um conjunto de experimentos contextualizados a partir do tema conservação de alimentos. No segundo, o método de aprendizagem cooperativa Jigsaw é apresentado, constituindo-se uma metodologia possível de ser desenvolvida nas aulas, baseada na cooperação, no diálogo e na participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas da área de ensino de Química podem servir como base para elaborar atividades diferenciadas no ensino de Química, desde a inserção da experimentação como o conhecimento de concepções que podem influenciar a aprendizagem de Cinética Química e de questões históricas.

Entretanto, é importante mencionar que a maneira como o professor organiza as suas aulas, o seu planejamento didático, está relacionado principalmente à sua formação. Além de ter conhecimento sobre as pesquisas na área de ensino de Química, o professor precisa ter conhecimento para aplicar as propostas publicadas, com fins didáticos definidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições, 1977. 225 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC; SEMT, 1999.

CHAGAS, A. P. 100 anos de Nobel – Jacobus Henricus Van't Hoff. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 14, p. 25-27, nov. 2001.

CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R.; SANTIN FILHO, O.; CARNEIRO, M. C. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 1, p. 189-219, 2009.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Classificação da produção intelectual. Disponível em: <

<http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/classificacao-da-producao-intelectual>>. Acesso em: 02 de abr. de 2014.

COSTA, M. C. O.; ALMEIDA, R. R.; SILVA, G. J. **Química: 3ª série ensino médio**, vol. 1. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011.

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

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Experimento com alumínio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 23, p. 38-40, maio 2006.

FATARELI, E. 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. 163-168, ago. 2010.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de Química – reprodução de produtos isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 24-27, maio 1997.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, J. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010. 2 v.

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 26-29, maio 2000.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

MATORANO, 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**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 57-60, fev. 2011.

NOVAES, F. J. M.; AGUIAR, D. L. M.; BARRETO, M. B.; AFONSO, J. C. Atividades experimentais simples para o entendimento dos conceitos de cinética enzimática: **Solanun tuberosum** – uma alternativa versátil, **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 27-33, fev. 2013.

ROCHA-FILHO, R. C. Femtoquímica: reações químicas em tempo real. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 14-16, nov. 1999.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/ iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 16, p. 41-44, nov. 2002.

VAZ, E. L. S.; ASSIS, A.; CODARO, E. N. Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 61-64, fev. 2011.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J. C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal de pão. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 135-141, ago. 2011.