

Cinética química – um olhar sobre a literatura entre 1983 e 2021

Chemical kinetics - a look at the literature between 1983 and 2021

Lucas F. D. S. Souza, Albino O. Nunes, Anne G. D. Santos e Yair P. Contreras

Resumo: A cinética química é considerada por muitos estudantes como algo complexo e de difícil compreensão devido a diversos fatores. Assim, neste artigo visamos analisar o atual cenário sobre as pesquisas e propostas didáticas que abordam o ensino de cinética química. Para tanto, foi realizado um estado do conhecimento em 19 periódicos da Ibero-América. Os dados encontrados foram analisados por Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011), e análise textual por meio do *software* IRAMUTEQ. Os trabalhos foram classificados em três categorias: investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino. A maior parte dos trabalhos é de investigações em sala de aula, em sua maioria na educação básica, investigando as concepções de alunos, sendo a experimentação a principal proposta de ensino. A análise com o IRAMUTEQ corrobora a análise de conteúdo no que diz respeito às temáticas que são discutidas com maior frequência nos trabalhos, as propostas de ensino e o contexto. A pesquisa aqui discutida consegue nortear os caminhos trilhados pelos trabalhos que envolvem a educação e ensino de química, no que tange ao conteúdo de cinética química, a qual poderá servir de suporte para futuros trabalhos acadêmicos a fim de sanar possíveis lacunas que existam na construção do conhecimento ou ampliar os saberes em relação a esse conteúdo.

Palavras-chave: cinética química, estado do conhecimento, ensino.

Abstract: Chemical kinetics is considered by many students as a complex and hard to grasp concept, due to many factors. This article aims to analyse the current state of research and didactical proposals that approach the teaching of chemical kinetics. To reach such goal, a state of knowledge study was performed with 19 Iberoamerican periodicals. The data found were analysed via Bardin's Content Analysis (2011) and textual analysis via the IRAMUTEQ software. The works were sorted in three categories: investigations in the classroom; conceptual aspects; and teaching proposals. The majority of the works fall into the investigations in the classroom category, most of them concerning basic education, investigating the students' conceptions, experimentation being the main teaching proposal. The analysis with IRAMUTEQ corroborates the content analysis in respect to the themes that are more frequently discussed in the works, the teaching proposals and the context.

Keywords: chemical kinetics, state of knowledge, Teaching.

1

Lucas Franklin dos Santos Souza (lucasfraanklin@hotmail.com), Licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, mestre em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN, BR. **Albino Oliveira Nunes** (albino.nunes@ifrn.edu.br), Licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN -BR. **Anne Gabriella Dias Santos** (annegabriella@uern.br), Licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte UERN, doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, professora da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN – BR. **Yair Porras Contreras** (yporras@pedagogica.edu.com), Licenciado em Química pela Universidad Distrital Francisco José de Caldas, doutor em Inovação e Investigação em Didática pela Universidade Nacional de Educação à Distância, professor da Universidade Pedagógica Nacional. Bogotá, Colômbia.
Recebido em 13/04/2023, aceito em 14/11/2023

A seção "Cadernos de Pesquisa" é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.



A cinética química é um conteúdo de extrema importância para a área de estudo da química, tendo em vista que busca analisar a velocidade com que as reações acontecem, os fatores que podem intervir na velocidade, assim como estudar as interações entre as substâncias envolvidas no meio reacional (Delamuta *et al.*, 2018). Além disso, contribui para a compreensão de fatos do cotidiano dos alunos da educação básica, como, por exemplo, o uso de catalisadores nos veículos, a conservação de alimentos e outros (Martorano *et al.*, 2014).

O conteúdo de cinética química requer habilidades de raciocínio lógico-matemático e, em sua maioria, os conceitos apresentados se utilizam de uma linguagem abstrata. Pesquisas elencam alguns problemas identificados no ensino de cinética química que acontece na maioria das vezes de forma expositiva, sem levar em consideração o processo da problematização; os professores se prendem bastante ao livro didático, favorecendo assim a aprendizagem memorística (Batista e Gomes, 2020).

O trabalho de Lima *et al.* (2000) corrobora o pensamento anterior, trazendo a ideia de que as aulas de cinética química, em sua maioria, acontecem apenas por meio de exposição, sem considerar o contexto dos sujeitos e os conhecimentos prévios. Assim, as aulas acabam se tornando cansativas e desmotivadoras; além disso, os livros didáticos não apresentam contribuições significativas para a explanação e mudança dessa triste realidade.

Assim, a presente pesquisa desponta na tentativa de responder a alguns questionamentos: Quais os caminhos seguidos pelas pesquisas que discutem sobre os processos de ensino referente ao conteúdo de cinética química? Quais propostas de ensino têm sido utilizadas a fim de favorecer esse processo?

A partir desses questionamentos, o objetivo desse trabalho é analisar o atual cenário sobre as pesquisas e propostas didáticas que abordam o ensino de cinética química em periódicos nacionais e internacionais. Para se atingir esse objetivo, foi realizado um levantamento do estado do conhecimento sobre as pesquisas desenvolvidas a respeito do ensino do conteúdo de cinética química.

Procedimentos metodológicos

Essa pesquisa se configura como um estado do conhecimento, tendo em vista que analisa apenas um setor de publicações. Segundo Ferreira (2002), pesquisas do tipo estado do conhecimento têm apresentado grande desenvolvimento nos últimos quinze anos; classificam-se como bibliográfica, tendo como objetivo realizar um mapeamento no meio acadêmico acerca de determinada temática na tentativa de enxergar o que vem sendo discutido, quais os espaços de publicações e as lacunas existentes no campo do conhecimento.

O presente estado do conhecimento foi realizado em relevantes periódicos da Ibero-América voltados ao ensino de ciências e ensino de química, com o objetivo de identificar a presença da temática “cinética química” em suas composições,

buscando enxergar a forma como esse conteúdo vem sendo discutido no meio acadêmico, quais os pontos que são fortemente abordados e as lacunas existentes, quais os níveis de ensino que estão presentes nas pesquisas, as perspectivas e motivações de cada autor em seus trabalhos.

A escolha pelo contexto ibero-americano se deveu a dois principais fatores: o objetivo de compreender a produção de conhecimento na Ibero-América sobre o tema, tendo em vista que o Brasil faz parte desse contexto; e por saber que os veículos de livre acesso em português e espanhol são mais acessíveis aos professores e futuros professores no Brasil e na América Latina.

Não foi definido *a priori* um recorte temporal, tendo em vista que o mapeamento foi feito diretamente no *site* de cada periódico e durante todo o período existencial da revista. Como recorte temporal final tivemos o período de 1983 a 2021.

Os passos seguidos na construção do estado do conhecimento tiveram como base o trabalho elaborado por Romanowski (2002). Os procedimentos adotados para a elaboração do estado do conhecimento estão apresentados na Figura 1.

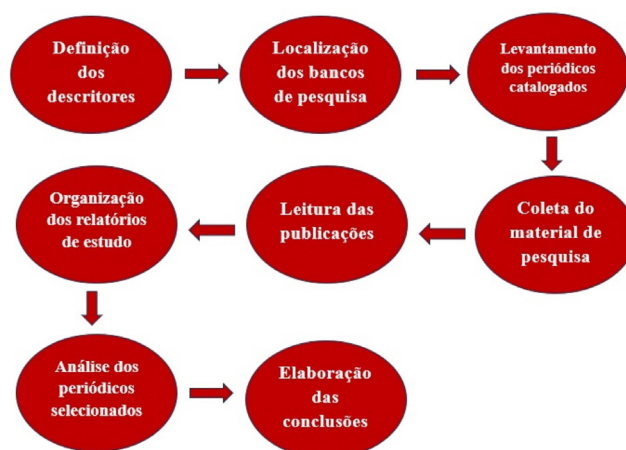


Figura 1: Procedimentos adotados para elaboração do estado do conhecimento.

Inicialmente, foi definido o descritor que seria utilizado na busca dos trabalhos, ficando estabelecido que seria “cinética”. Como a busca foi feita em periódicos nacionais e internacionais, o descritor sofria modificações quanto à língua (espanhol e inglês) adotada por cada periódico sendo, posteriormente, traduzido.

Em seguida, foram localizados os bancos de pesquisa e, após isto, foi feito o levantamento dos periódicos em que seria realizado o mapeamento. A escolha dos periódicos se deu a partir de uma busca por revistas que fossem da área de ensino de ciências e de química, especificamente, analisando também a abrangência e impacto desses periódicos no meio acadêmico.

Dentre os periódicos analisados, 19 foram escolhidos para fazer parte do banco de pesquisa; acredita-se que esse quantitativo consegue fornecer dados suficientes para a realização de um mapeamento sólido e consistente, referente à discussão da temática de cinética química no meio acadêmico. O Quadro 1

Quadro 1: Periódicos que fazem parte do banco de pesquisa.

Título	País	Período de Análise
Química Nova na Escola – QNEsc	Brasil	1995 - 2021
Educación Química	México	1989 – 2021
Góndola	Colômbia	2006 – 2021
ALEXANDRIA – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Brasil	2008 – 2020
Enseñanza de las Ciencias	Espanha	1983 – 2021
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	Espanha	2002 – 2021
Ciência e Educação	Brasil	1994 – 2020
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias – REIEC	Argentina	2006 – 2020
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Espanha	2004 – 2021
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil	1999 – 2021
Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	Brasil	1996 – 2021
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC	Brasil	2001 – 2021
Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología – revEDUMAT	Espanha	2014 – 2020
Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	Brasil	2015 – 2020
Educação Química em Punto de Vista	América Latina	2017 – 2020
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Brasil	2008 – 2021
APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia	Portugal	2020 – 2021
Indagatio Didactica	Portugal	2009 – 2020
Tecné, Episteme y Didaxis – TED	Colômbia	1991 – 2021

apresenta os periódicos que foram utilizados como banco de pesquisa do estado do conhecimento.

Feita a seleção dos periódicos elencados no Quadro 1, foi possível começar o processo de busca pelos trabalhos no *site* de cada revista especificamente. A varredura foi feita tendo como base o descritor “cinética”. Os trabalhos que apresentavam em seus títulos e palavras-chave o descritor determinado foram reservados para uma análise mais detalhada a fim de compreender melhor o conteúdo do trabalho e verificar se ia ao encontro do objetivo da pesquisa.

Em um primeiro momento, 33 artigos foram selecionados para análise, uma vez que já possuíam em sua estrutura o descritor “cinética”. Vale ressaltar que, dos 19 periódicos selecionados para ser feita a busca, apenas 8 apresentavam trabalhos referentes à temática. No Quadro 2, são apresentados os trabalhos selecionados para o processo de análise detalhada e suas respectivas revistas.

Feita a primeira análise dos 33 trabalhos coletados, foi realizado um processo de exclusão com o objetivo de filtrar apenas os trabalhos que iam ao encontro do objetivo da pesquisa. Os trabalhos selecionados foram aqueles que apresentavam em sua composição o conteúdo de cinética química com um olhar voltado para os processos de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino.

Após essas etapas, foi iniciado o processo de análise, no qual foram utilizados dois métodos distintos de análise: análise de conteúdo de Bardin (2011) e uso do *software Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de*

Questionnaires (IRAMUTEQ), versão 0.7 alfa 2, desenvolvido por Rautinaud (2009).

Bardin (2011) define a análise de conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 42).

O método da análise de conteúdo, segundo Bardin (2011), está dividido em três partes principais, sendo elas:

- *Pré-análise*: consiste na etapa de organização e preparação, a qual contempla alguns procedimentos, como a escolha dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores que irão servir como fundamento para a etapa de interpretação final.
- *Exploração do material*: sucede a fase da pré-análise e se configura como uma fase demorada, que pode ser realizada de maneira manual ou se utilizando de ordenadores, tendo como principal atividade a criação das unidades de codificação, enumeração ou desconto.
- *Tratamento dos resultados obtidos e interpretação*: é a etapa em que acontece o processo de tratamento dos resultados obtidos por meio do material coletado, podendo ser geradas

Quadro 2: Trabalhos selecionados.

Nº	Título	Revista	Ano	Citação
01	Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química	Ciência e Educação	2017	FERRY e PAULA, 2017.
02	A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química	Ciência e Educação	2009	CIRINO <i>et al.</i> , 2009.
03	Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos	Educación Química	2012	HERNÁNDEZ-MILLÁN, G. <i>et al.</i> , 2012.
04	Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales	Educación Química	2018	SILVA, R. M. S. da <i>et al.</i> , 2018.
05	Enseñanza constructivista sobre conceptos de Cinética en la formación inicial de profesores de química	Educación Química	2009	PÉREZ, L. F. M., 2009.
06	Explorando a Cinética química através da queima de uma vela	Educación Química	2014	LEAL, R. C. <i>et al.</i> , 2014.
07	John James Waterston A pioneer of the kinetic theory of gases	Educación Química	2007	WISNIAK, J., 2007.
08	La teoria Cinética molecular y el Aprendizaje de la Química	Educación Química	2012	IBANEZ, F. e GIANNA, V., 2012.
09	Mecánica cuántica y velocidad de reacción: La barrera de potencial unidimensional como modelo simples para introducir el comportamiento cuántico en la Cinética Química	Educación Química	2000	CUENCA, D. Z. <i>et al.</i> , 2020.
10	Percepção de alunos do ensino médio sobre a temática conservação dos alimentos no processo de ensino- aprendizagem do conteúdo Cinética Química	Educación Química	2013	SILVA, A. D. L. <i>et al.</i> , 2013.
11	Uso de la función solver de excel para el cálculo de la velocidad de corrosión de acero al carbono en una solución de NaCl al 3,5% saturada de oxígeno, O ₂ : un tutorial práctico	Educación Química	2018	ALFARO, M. e ALFARO, I., 2018.
12	Uso didáctico de reactores agitados continuos para la determinación de cinéticas de reacción heterogénea	Educación Química	2020	BAZ-RODRIGUEZ, S. A. <i>et al.</i> , 2020.
13	Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular	Investigações em Ensino de Ciências – IENCI	2019	DE QUADROS, A. L. e GIORDAN, M., 2019.
14	As concepções de ciências 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 - IENCI	2009	MARTORANO, S. A. A., 2009.
15	Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de Cinética enzimática: solanum tuberosum – uma alternativa versátil	Química Nova na Escola – Qnesc	2013	NOVAES, F. J. M. <i>et al.</i> , 2013.
16	Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de Cinética química	Química Nova na Escola – Qnesc	2010	FATARELI, E. F. <i>et al.</i> , 2010.
17	Modelos didáticos e Cinética Química: considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM	Química Nova na Escola – Qnesc	2015	MIRANDA, C. L. <i>et al.</i> , 2015.
18	Conexões entre Cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa	Química Nova na Escola – Qnesc	2016	SILVA, R. M. <i>et al.</i> , 2016.
19	Investigação orientada por argumentos no ensino de química de nível médio: uma proposta em cinética	Química Nova na Escola – Qnesc	2021	BARBOSA, S. M. e SOUZA, N. S., 2021.
20	Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão	Química Nova na Escola – Qnesc	2011	VENQUIARUTO, L. D. <i>et al.</i> , 2011.
21	A contextualização no ensino de Cinética Química	Química Nova na Escola – Qnesc	2000	LIMA, J. F. L. <i>et al.</i> , 2000.
22	A corrosão na abordagem da Cinética Química	Química Nova na Escola – Qnesc	2005	COSTA, T. S. <i>et al.</i> , 2005.
23	Aprendizagem de química reprodução de pedaços isolados de conhecimento?	Química Nova na Escola – Qnesc	1997	JUSTI e RUAS, 1997.
24	Experimentos com alumínio	Química Nova na Escola – Qnesc	2006	COSTA, T. S. <i>et al.</i> , 2006.

Quadro 2: Trabalhos selecionados (cont.)

Nº	Título	Revista	Ano	Citação
25	Ensino do conceito de equilíbrio química: uma breve reflexão	Química Nova na Escola – Qnesc	2007	SABADINI, E. e BIANCHI, J. C. A., 2007.
26	Reação relógio de iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição	Química Nova na Escola – Qnesc	2002	TEÓFILO, R. F. et al., 2002.
27	A composição de paródias no ensino de química e suas contribuições no processo de aprendizagem	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2017	LUPINETTI, J. M. e PEREIRA, A. S., 2017.
28	Estudo de caso no ensino de química sobre a conservação dos alimentos	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2018	FERREIRA, L. O. et al., 2018.
29	Objeto de aprendizagem para abordar conceitos de Cinética química por meio de resolução de problemas	Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM	2015	JÚNIOR, G. A. S. e SILVA, M. G. L., 2015.
30	Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a Cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2015	OLIVEIRA, S. et al., 2015.
31	O tratamento probalístico da teoria Cinética de colisões em livros de química brasileiros para o ensino médio	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	2010	CIRINO, M. M. e SOUZA, A. R., 2010.
32	Um estudo sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de “Cinética enzimática” de um professor do ensino superior por meio de suas narrativas	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias – REEC	2016	NOVAIS, R. M. et al., 2016.
33	Enseñanza de la Cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo	Tecné, Episteme y Didaxis – TED	2019	PAREDES-NAVIA, J. G. e MOLINA-CABALLERO, M. F., 2019.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

figuras, tabelas e quadros. A partir desse tratamento são levantadas interpretações e discussões.

Assim, foram definidas algumas categorias, as quais estão expostas no Quadro 3.

As categorias elencadas no Quadro 3 foram identificadas nas pesquisas a partir de uma leitura interpretativa dos dados obtidos.

IRAMUTEQ, por sua vez, é um *software* de análise textual que permite a análise de documentos, entrevistas, questionários, entre outros. Por meio dele, é possível fazer comparações entre discursos, como também destacar temas que apresentam maior frequência dentro do *corpus* analisado. A fim de apoiar a análise de conteúdo, foram feitas as seguintes análises por meio do IRAMUTEQ: Estatística Textual, Nuvem de Palavras, Análise de Similitude, Classificação Hierárquica Descendente (CDH) e Análise Fatorial Confirmatória (AFC).

Segundo Lage (2011), a utilização de *softwares* em pesquisas qualitativas teve início em torno do ano 1980. *Softwares* são úteis em pesquisas que são constituídas de uma vasta quantidade de dados, possuindo diversas funcionalidades a depender do estudo como, por exemplo, codificar dados, gerenciar informações, servir como mecanismo de busca e facilitar o processo de categorização durante a etapa de codificação. Pode-se citar como exemplos alguns trabalhos que fizeram uso do *software* IRAMUTEQ para análise de dados textuais: “Ensino de Física utilizando folhetos de cordel: uma análise a partir do IRAMUTEQ” (Silva e Moreira, 2022); “Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do *software* IRAMUTEQ” (Silva Cantanhede; Rizzatti e Cantanhede, 2022); e “O testemunho em pesquisa narrativa e a análise textual discursiva associada ao IRAMUTEQ” (Magno e Gonçalves, 2023).

Quadro 3: Categorias e subcategorias adotadas.

Categorias	
Investigações em sala de aula	Pesquisas que tratam de investigações em ambientes educacionais nos diferentes níveis de ensino.
Aspectos conceituais	Pesquisas que abordam conceitos e teorias voltados para o conteúdo de cinética química.
Propostas de Ensino	Pesquisas que discutem propostas de ensino com o objetivo de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem.

Resultados e discussão

Os resultados foram discutidos, primeiramente, por meio da análise de conteúdo e, em seguida, foi feita a análise por meio do *software* IRAMUTEQ.

De início, foi feita uma caracterização dos artigos encontrados, destacando a quantidade de trabalhos por periódico (Figura 2). Em seguida, os trabalhos foram discutidos e distribuídos conforme as categorias definidas *a priori*.

A Figura 2 permite perceber que boa parte dos trabalhos analisados, a saber, 22 deles (equivalente a aproximadamente 66,67%), estão concentrados em dois periódicos de grande relevância na área de ensino de química, que são: *Educación Química* e *Química Nova na Escola* (QNEsc).

Nas próximas subseções, os artigos são analisados levando em consideração as categorias estabelecidas: investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino.

Análise de conteúdo

Ao realizar a leitura dos trabalhos selecionados e dividi-los nas categorias determinadas *a priori*, foi possível fazer um mapeamento dos caminhos que as pesquisas voltadas para a discussão da cinética química estão trilhando. Assim, o Quadro 4 apresenta o percentual de trabalhos pertencentes a cada categoria.

Quadro 4: Quantitativo de trabalhos por categoria

Categoria	Quantitativo
Investigações em sala de aula	57,58% (22 trabalhos)
Aspectos conceituais	18,18% (6 trabalhos)
Propostas de ensino	24,24% (8 trabalhos)

A análise dos trabalhos que pertencem à categoria “Investigações em sala de aula” mostra que a maioria das

pesquisas investigativas foram realizadas no ensino básico (63,16% - 12 trabalhos), com destaque para a 2ª série do Ensino Médio. Dentre essas pesquisas, muitas se utilizaram da experimentação para compreender o conhecimento dos alunos acerca dos conceitos da cinética química.

Por meio da análise realizada nos trabalhos pertencentes à categoria “Aspectos conceituais”, fica claro que os autores têm preocupações quanto aos livros didáticos que são utilizados nas escolas do ensino básico, tendo em vista que muitos livros ignoram o contexto histórico que envolve a construção do conhecimento, podendo gerar um entendimento errôneo de que a ciência é algo pronto e acabado, que não necessita de reformulações.

A análise dos trabalhos pertencentes à categoria “Propostas de ensino” revela a importância da experimentação para a construção de conceitos que estão relacionados com a cinética química, tendo em vista que esse tipo de atividade consegue, de maneira satisfatória, aproximar o conteúdo científico do cotidiano do aluno, fazendo com que a aula se torne significativa para ele.

São apresentadas a seguir as análises realizadas com o *software* IRAMUTEQ. Para melhor compreensão, explica-se aqui o significado de alguns termos: χ^2 (qui-quadrado) compreende a força ou representatividade de determinada palavra dentro da classe em que está inserida, e f (frequência) se configura como a frequência em que o termo/palavra em destaque se apresenta nos segmentos de texto (Salvati, 2017).

Análise IRAMUTEQ

O *corpus* de análise geral foi dividido em dois *corpora* de análise distintos, devido à diferença de idiomas utilizados nos resumos dos trabalhos investigados: português e inglês. O *corpus* com resumos em inglês foi constituído por 9 textos, separados em 33 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 28 STs (84,85%). Emergiram 1194 ocorrências (palavras,

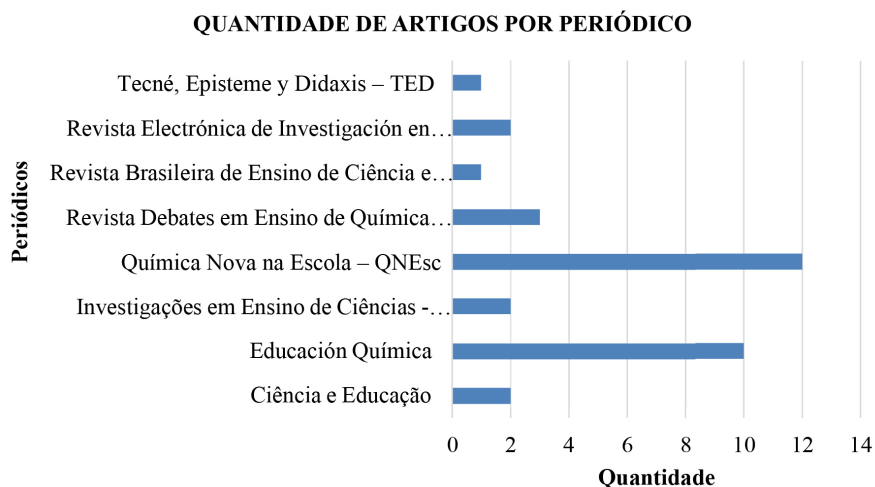


Figura 2: Quantitativo de trabalhos por periódicos.

formas ou vocábulos), sendo 506 palavras distintas e 353 com uma única ocorrência.

Como não foi possível realizar a análise de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) no *corpus* em inglês, não se sabe a divisão de classes do *corpus*.

Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

O *corpus* em português foi dividido em classes. Na análise de classificação hierárquica descendente, é possível obter uma melhor visualização sobre cada classe, especificando o assunto tratado em cada uma delas por meio dos segmentos de texto que a constituem. Não foi possível realizar a análise de CHD no *corpus* em inglês devido à pequena quantidade de segmentos de texto constituintes do *corpus*; sendo assim, só serão apresentados os resultados da CHD do *corpus* em português.

Na Figura 3, é apresentado o dendrograma da classificação hierárquica descendente do *corpus* de análise em português.

Ao observar a Figura 3, percebe-se que as seis classes foram divididas em 4 ramificações que serão chamadas de *subcorpus* A, B, C e D. O *subcorpus* A, “*Experimentação*”, composto pela Classe 1 (“*Fatores que interferem na velocidade de reação*”), aborda a utilização da experimentação como forma de compreender fatores que agem sobre uma reação química. No *subcorpus* B, “*Ensino e aprendizagem de cinética química*”, composto pela Classe 5 (“*Estratégias de ensino*”) e pela Classe 2 (“*O ensino de cinética química no Ensino Médio*”), se discutem estratégias didáticas que venham a contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem, além de buscar compreender o tratamento e a discussão do tema de cinética química no nível do Ensino Médio. O *subcorpus* C, “*Propostas de ensino*”, composto pela Classe 3 (“*Recursos e propostas didáticas para o ensino das ciências naturais*”) e pela Classe 4 (“*Atividade experimental e a sua influência no ensino de química*”), abrange propostas didáticas utilizadas no ensino de cinética química e a importância da atividade experimental para a formação do

aluno enquanto sujeito ativo na construção do conhecimento. Por fim, o *subcorpus* D, “*Conceitos e teorias*”, composto pela Classe 6 (“*Modelos teóricos*”), aborda a importância da utilização de modelos teóricos na compreensão de conceitos referentes à temática da cinética química, como, por exemplo, a teoria das colisões.

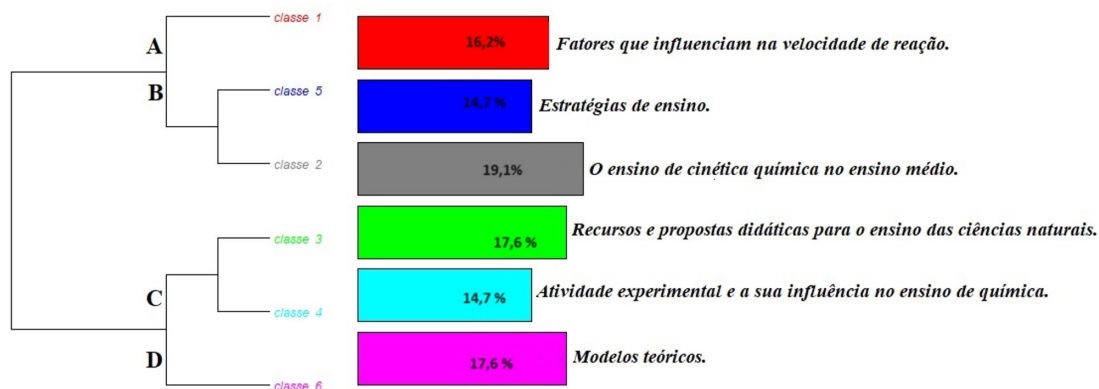
Para melhor compreensão de cada classe, foi elaborado um dendrograma da CHD (Figura 4), com uma lista de palavras pertencentes a cada classe do *corpus* analisado.

É importante destacar que as palavras/lemas pertencentes a cada classe indicam possíveis categorias, e que, a partir delas, se pode inferir os caminhos das pesquisas que abordam o ensino de cinética química. Assim, por meio da Figura 4, percebe-se a presença de palavras como “experimento”, “fator”, “atividade”, “aprendizagem”, “estudo”, “cinético”, “reação”, “aluno”, “conhecimento”, “conceito”, “colisão”, “estudante”, “proposta” e “didático”, que indicam que, em sua maioria, dentre os periódicos analisados, as pesquisas abordam a importância das atividades experimentais na construção de conceitos que envolvem o estudo da cinética química. Outra palavra em destaque e que merece bastante atenção é “médio”, pois indica que o contexto na qual as pesquisas são desenvolvidas com maior frequência é o do Ensino Médio.

A construção de categorias de análise se ancora, no entanto, em outros elementos para além da simples ocorrência da palavra/lema. Para compreender as categorias que emergem se fez necessário verificar a frequência da palavra, o qui-quadrado e, principalmente, os segmentos de texto nos quais as palavras/lemas ocorrem. A análise detalhada dos segmentos de texto ajuda os analistas a realizarem a recuperação do contexto da palavra e, assim, determinar o significado ali contido.

Classe 1 - Fatores que interferem na velocidade de reação

Compreende 16,18% ($f - 11$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,25 (experimental) e 23,14 (fator). Essa



Subcorpus A: Experimentação.

Subcorpus B: Ensino e aprendizagem de cinética química.

Subcorpus C: Propostas de ensino.

Subcorpus D: Conceitos e teorias.

Figura 3: Dendrograma da classificação hierárquica descendente – *corpus* português.

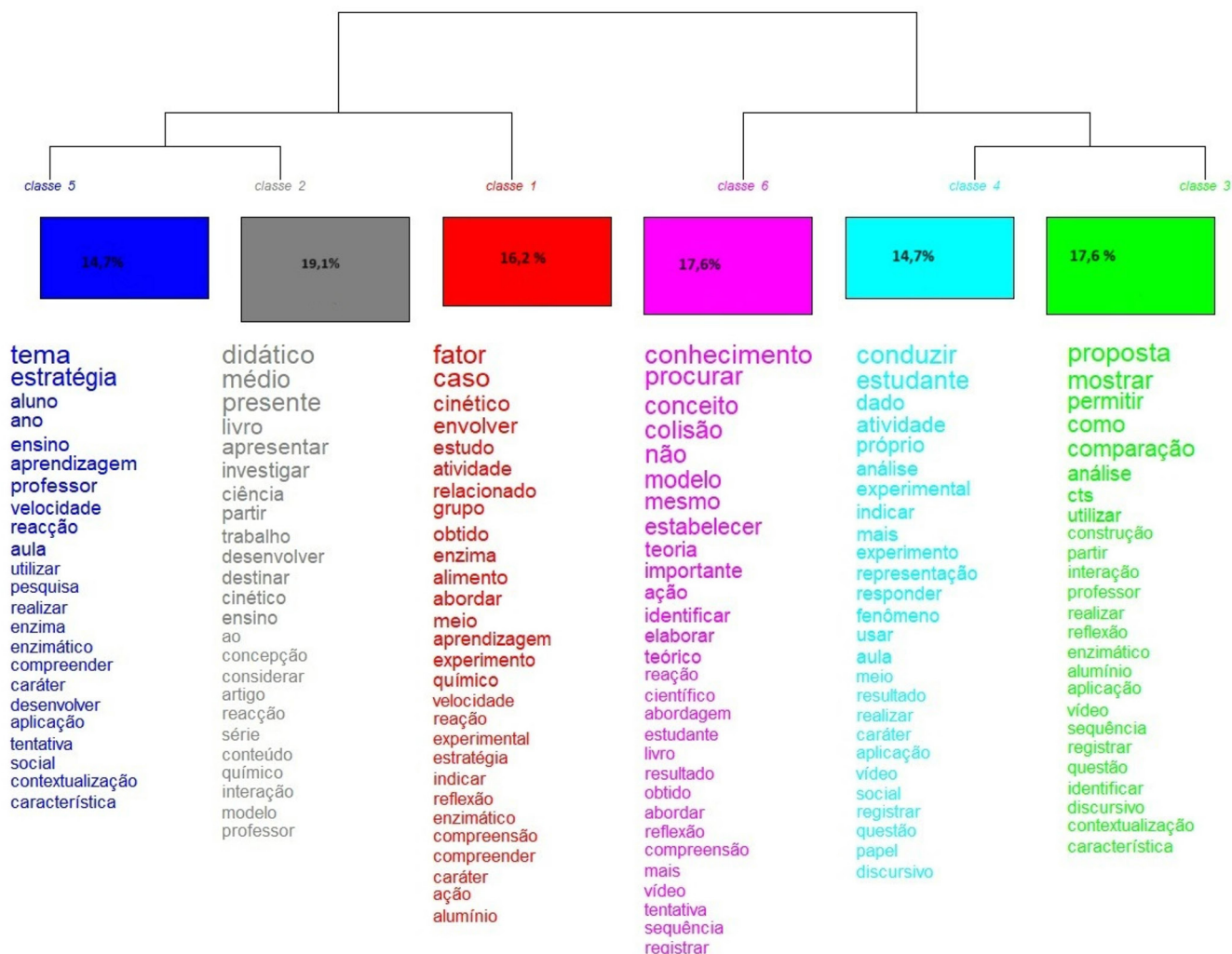


Figura 4: Dendrograma da CHD com lista de palavras – *corpus* português.

classe é composta por palavras como “fator” ($\chi^2 - 23,14$), “caso” ($\chi^2 - 22,02$), “estudo” ($\chi^2 - 6,98$), “atividade” ($\chi^2 - 6,11$), “grupo” ($\chi^2 - 5,9$), “enzima” ($\chi^2 - 5,9$), “alimento” ($\chi^2 - 5,9$), “aprendizagem” ($\chi^2 - 3,94$), “experimento” ($\chi^2 - 3,59$), “velocidade” ($\chi^2 - 2,26$) e “reação” ($\chi^2 - 2,26$). Predominaram os ST presentes no artigo 28 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 16,26$), artigo 6 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 5,26$) e artigo 33 – proposta de ensino ($\chi^2 - 5,19$). Na análise realizada, foi possível perceber que, nessa classe, foram elencados resultados de atividades experimentais e apresentações de propostas didáticas que tinham como objetivo fazer com que os alunos compreendessem alguns fatores que interferem na velocidade de reações químicas, até mesmo em situações do dia a dia, como, por exemplo, na conservação e decomposição de alimentos. Pode-se observar esses resultados nos seguintes segmentos de texto:

Constatou-se, por meio dos resultados obtidos com a resolução do estudo de caso, que os estudantes compreenderam de forma satisfatória o conteúdo de cinética química, mencionando fatores envolvidos na decomposição dos alimentos como, por exemplo, a temperatura (Artigo 28 – investigação).

O caráter investigativo auxilia a compreensão dos fundamentos da cinética química e dos fatores que afetam as reações químicas (Artigo 6 – investigação).

Este artigo de pesquisa apresenta uma proposta para a implementação de atividades experimentais e de simulação, baseadas nos princípios da metodologia de aprendizagem ativa, para o ensino-aprendizagem dos fatores que modificam a velocidade de uma reação química (Artigo 33 – proposta).

Por meio dessa classe, pode-se entender que as atividades experimentais se mostram favoráveis para a compreensão de conceitos voltados para o conteúdo de cinética química, como sugerem os segmentos de textos destacados acima.

Classe 2 - O ensino de cinética química no Ensino Médio

Compreende 19,12% ($f - 13$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,52 (artigo) e 27,42 (didático). Essa classe é composta por palavras como “presente” ($\chi^2 - 22,83$), “livro” ($\chi^2 - 13,81$), “ciência” ($\chi^2 - 7,3$), “trabalho” ($\chi^2 - 5,43$), “ensino” ($\chi^2 - 4,11$), “concepção” ($\chi^2 - 2,62$) e “artigo” ($\chi^2 - 2,52$).

Predominaram os ST presentes no artigo 14 – aspectos conceituais ($\chi^2 - 13,28$).

A presente classe aborda resultados obtidos em análises feitas em livros didáticos voltados para o Ensino Médio utilizados na disciplina de química, buscando compreender qual o tratamento do livro para o conteúdo de cinética química e a própria visão de ciência, além de destacar algumas investigações realizadas no âmbito do Ensino Médio sobre o processo de ensino do conteúdo de cinética química. Por exemplo:

Este relato é parte do trabalho que foi desenvolvido dentro do tema cinética química e que teve como objetivo investigar como o conhecimento científico presente neste tema foi sendo apropriado pelos livros didáticos destinados ao ensino médio, identificando-se as possíveis concepções sobre ciência vinculadas a estes livros (Artigo 14 – aspectos conceituais).

O processo de análise de livros didáticos voltados para o Ensino Médio merece bastante destaque e cuidado, tendo em vista que os livros, em sua maioria, são utilizados como principal fonte de estudo nesse nível de ensino, o que sugere a importância das pesquisas sobre essa temática.

Classe 3 – Recursos e propostas didáticas para o ensino das ciências naturais

Compreende 17,65% ($f - 12$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,16 (um) e 15,53 (proposta). Essa classe é composta por palavras como “proposta” ($\chi^2 - 15,53$), “comparação” ($\chi^2 - 9,62$) e “análise” ($\chi^2 - 5,78$). Predominaram os ST presentes no artigo 1 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 9,62$), artigo 30 – propostas de ensino ($\chi^2 - 5,19$) e artigo 15 – propostas de ensino ($\chi^2 - 5,19$).

A classe 3 apresenta recursos, propostas didáticas e perspectivas que podem ser utilizados por professores em sua docência para beneficiar a aprendizagem de conteúdos da área das ciências naturais. Alguns segmentos de texto apresentam esses recursos didáticos:

As propostas de abordagens que contemplam as interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) têm se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências que promova a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos estudantes (Artigo 30 – proposta).

Desse modo, a proposta central deste trabalho é fornecer uma aula experimental econômica e operacionalmente viável em que sejam observadas essas alterações em uma batata (*Solanum tuberosum* L.), permitindo um estudo agradável e instigante da cinética enzimática química (Artigo 15 – proposta).

Nos segmentos de texto transcritos acima, pode-se observar alguns recursos, propostas e perspectivas destinados a favorecer o processo de ensino das ciências naturais, como nos casos do artigo 30, que apresenta a abordagem CTS como forma de promover a alfabetização científica e tecnológica, e do artigo 15, que mais uma vez discute a possibilidade da experimentação no ensino de cinética química.

Classe 4 - Atividade experimental e a sua influência no ensino de química

Compreende 14,71% ($f - 10$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,39 (ir) e 24,65 (conduzir). Essa classe é composta por palavras como “estudante” ($\chi^2 - 20,78$), “dado” ($\chi^2 - 14,16$), “atividade” ($\chi^2 - 13,8$), “análise” ($\chi^2 - 8,44$), “representação” ($\chi^2 - 4,22$), “fenômeno” ($\chi^2 - 4,22$), “experimento” ($\chi^2 - 4,22$) e “aula” ($\chi^2 - 2,7$). Predominaram os ST presentes no artigo 19 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 24,65$), artigo 13 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 4,22$), artigo 16 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$) e artigo 23 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$).

Os segmentos de texto presentes nessa classe são resultados de pesquisas investigativas que buscavam analisar o processo de ensino e aprendizagem em aulas experimentais, entendendo como essa metodologia pode contribuir para a formação dos alunos, tornando-os sujeitos críticos, reflexivos e ativos, além de proporcionar melhor entendimento sobre os conteúdos estudados na disciplina de química. Seguem alguns segmentos de texto desta classe:

O modelo instrucional permite que os estudantes criem seus próprios métodos para conduzir investigações, gerar e usar dados para responder questões investigativas, além de permitir que escrevam e sejam mais reflexivos enquanto investigam atividades experimentais (Artigo 19 – investigação).

A professora conduziu as aulas seguintes em torno da avaliação, negociação e aperfeiçoamento das representações. Percebemos, ao longo da atividade, que a comunicação teve caráter multimodal e a professora representou o mesmo fenômeno por meio da fala, desenho, gestos e aparatos experimentais (Artigo 13 – investigação).

A análise dos dados foi conduzida tanto a partir de critérios previamente estabelecidos na literatura quanto a partir da elaboração de um novo sistema de categorias. Os resultados fundamentaram questionamentos acerca da ocorrência de aprendizagem nas aulas de química e do papel desse ensino na formação dos alunos (Artigo 23 – investigação).

Esses segmentos mostram que a atividade experimental é uma metodologia bastante presente no ensino de química e que pode adotar diversos objetivos quanto a sua utilização em sala de aula, seja para promover melhor formação do aluno, seja para facilitar o entendimento de conteúdos considerados de difícil compreensão, ou para aproximar o conteúdo do cotidiano.

Classe 5 - Estratégias de ensino

Compreende 14,71% ($f - 10$ ST) do corpus total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,26 (em) e 20,02 (tema). Essa classe é composta por palavras como “tema” ($\chi^2 - 20,02$), “estratégia” ($\chi^2 - 14,16$), “aluno” ($\chi^2 - 7,31$), “ano” ($\chi^2 - 6,76$), “ensino” ($\chi^2 - 6,12$), “professor” ($\chi^2 - 4,91$), “aprendizagem” ($\chi^2 - 4,91$), “velocidade” ($\chi^2 - 2,75$), “reação” ($\chi^2 - 2,75$) e “aula” ($\chi^2 - 2,7$).

Predominaram os ST presentes no artigo 32 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 8,83$), artigo 16 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$), artigo 22 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$), artigo 26 – proposta de ensino ($\chi^2 - 2,05$) e artigo 23 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 2,05$).

Ao analisar os segmentos de texto pertencentes à classe 5, é possível notar a discussão de estratégias de ensino voltadas para o conteúdo de cinética química. Algumas palavras do *corpus* dessa classe tratam diretamente dessa temática. Segmentos de texto pertencentes a essa classe podem ser exemplificados pelos seguintes:

Em sua abordagem, utilizam estratégias instrucionais centradas na interação entre os alunos e propõe uma organização curricular “instrumental” para o ensino desse tema (Artigo 32 – investigação). Este artigo descreve uma estratégia baseada na aprendizagem cooperativa com alunos do 2º ano do ensino médio, usando o método Jigsaw. O tópico “Fatores que alteram a velocidade das reações químicas” foi estudado (Artigo 16 – investigação).

O emprego de temas com caráter interdisciplinar na tentativa de contextualização do ensino de Química com o cotidiano social vem ganhando destaque atualmente (Artigo 22 – investigação).

A velocidade das reações químicas é um assunto importante no ensino de Química. Há vários exemplos de reações na literatura que podem ser usados em demonstrações ou aulas práticas sobre esse tema (Artigo 26 – proposta).

Este artigo relata uma pesquisa realizada visando investigar a influência da visão de matéria sustentada pelos alunos em sua aprendizagem de cinética química. O professor atuou como pesquisador e os dados foram coletados em uma situação normal de sala de aula (Artigo 23 – investigação).

Nesses segmentos de texto, são perceptíveis as diversas estratégias utilizadas por professores no ensino de química e, especificamente, no ensino do conteúdo de cinética química. Percebe-se novamente a presença da aula experimental, mas outras estratégias também são utilizadas, como a inserção de temas com caráter interdisciplinar, estratégias baseadas na aprendizagem cooperativa, e estratégias instrucionais que têm como foco a interação entre alunos.

Classe 6 - Modelos teóricos

Compreende 17,65% ($f - 12$ ST) do *corpus* total analisado. Constituída por palavras e radicais no intervalo entre χ^2 (qui-quadrado) 2,78 (o) e 15,53 (conhecimento). Essa classe é composta por palavras como “conhecimento” ($\chi^2 - 15,53$), “conceito” ($\chi^2 - 14,47$), “colisão” ($\chi^2 - 14,44$), “modelo” ($\chi^2 - -12,29$), “teoria” ($\chi^2 - 6,66$) e “ação” ($\chi^2 - 5,19$). Predominaram os ST presentes no artigo 2 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 9,62$), artigo 17 – aspectos conceituais ($\chi^2 - 5,19$) e artigo 18 – investigação em sala de aula ($\chi^2 - 5,19$).

Ao analisar a classe 6, nota-se a abordagem sobre a utilização de modelos para o entendimento de teorias e conceitos

presentes no conteúdo de cinética química, como, por exemplo, a teoria cinética de colisão de partículas. Muitos dos segmentos de texto presentes nessa classe abordam as investigações realizadas com alunos com o objetivo de identificar o seu entendimento sobre a utilização e construção de modelos teóricos. Exemplos de segmentos de textos presentes na classe 6:

Este trabalho procurou identificar como estudantes do Ensino Médio se apropriam de conceitos e elaboram determinados modelos inseridos em cinética química, especificamente o modelo cinético de colisão de partículas numa reação (Teoria das Colisões) (Artigo 2 – investigação).

Na Ciência e em seu ensino, o emprego de modelos para a construção do conhecimento e de uma visão adequada de Ciência exerce um papel importante, pois, apesar de diversos fenômenos serem observáveis macroscopicamente, os conceitos envolvidos em algumas explicações pertencem ao nível microscópico, necessitando de modelos de mesma característica para sua compreensão (Artigo 17 – aspectos conceituais).

A ação foi baseada no modelo teórico da aprendizagem significativa que trata do movimento de interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Artigo 18 – investigação).

Os segmentos de texto do artigo 2 e do artigo 17 expressam que os modelos teóricos citados são voltados para o ensino de ciências na tentativa de facilitar o entendimento de fenômenos que acontecem no nível microscópico, o que é bem característico das disciplinas da grande área das ciências naturais. Ao se voltar o olhar para o segmento de texto do artigo 18, percebe-se uma mudança de conceito, tratando-se agora de um modelo teórico de abordagem de ensino e de aprendizagem significativa.

Análise fatorial confirmatória (AFC)

A análise fatorial confirmatória permite fazer associações entre palavras, analisando a frequência com que aparecem nos segmentos de texto e os valores de correlação do χ^2 , sendo representada em um plano cartesiano. Não foi possível realizar a análise fatorial confirmatória (AFC) no *corpus* em inglês devido a uma parte dessa análise ser oriunda da CHD. Sendo assim, serão apresentados somente os resultados da AFC do *corpus* em português (Figura 5).

Na Figura 5, pode-se observar que quatro classes (Classe 1, Classe 2, Classe 4 e Classe 6) das seis, apesar de apresentarem proximidade com as outras classes, se expandem para pontos periféricos. As outras duas classes (Classe 3 e Classe 5) se situam em pontos centralizados e têm maior proximidade com as outras classes ao redor, mostrando maior relação com as outras classes do segmento de texto a que pertencem. Algumas palavras estão muito próximas de outras classes, como: construção, aprendizagem, reação, contextualização, reflexão e ação. Em oposição, temos outras palavras que estão em pontos bem distantes: caso, conduzir, didático, fator, próprio, colisão e livro. Em suma, as classes possuem uma forte relação, sendo perceptível pela mistura de palavras de cada uma das classes.

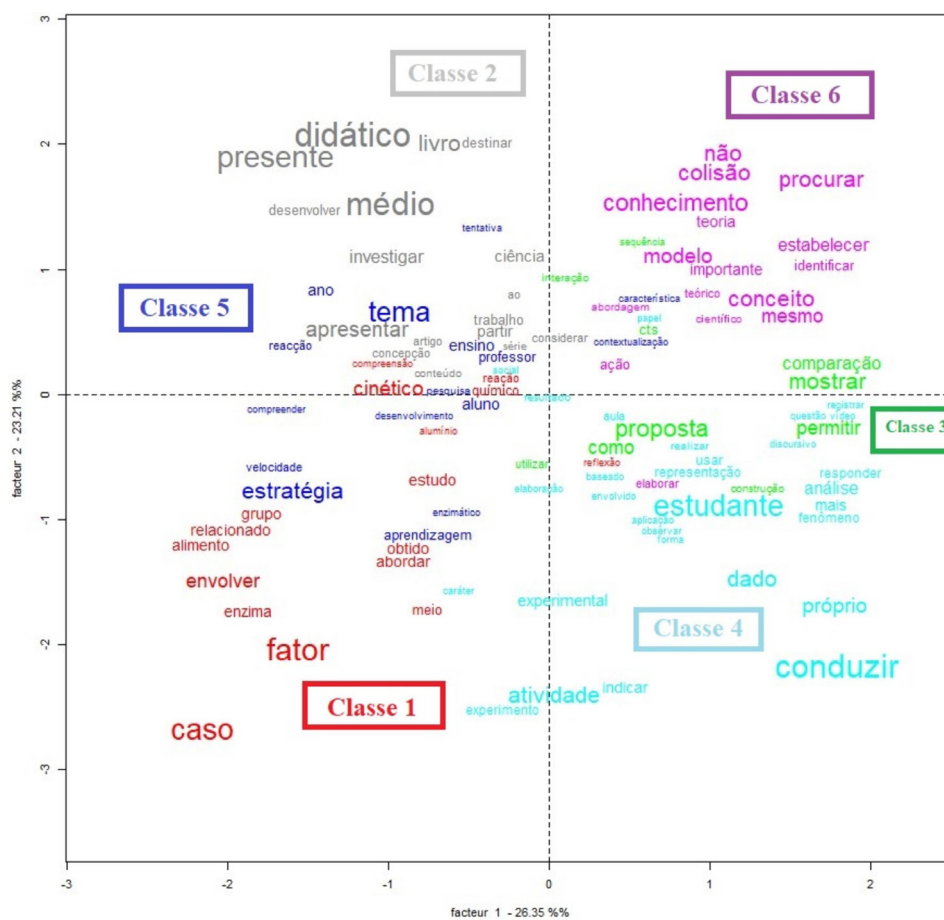


Figura 5: Análise fatorial confirmatória (AFC) – corpus português.

Análise de similitude

A análise de similitude permite identificar a ligação entre as palavras presentes em um *corpus* de análise e deduzir a estrutura da construção dos textos e a presença de temas que tenham relevância. As Figuras 6 e 7 exibem os gráficos das análises de similitude que foram feitas nos dois *corpora*.

Apesar de a Figura 6 ser de visualização um tanto difícil, é possível perceber a presença de palavras que se destacam nos trabalhos analisados: químico, cinético, ensino e estudante. A partir dessas palavras, surgem ramificações com expressões que são significativas: “aprendizagem”, “estudo”, “análise”, “aula”, “experimental”, “trabalho”, “médio”, “resultado”, “modelo”, “aluno” e “professor”.

Assim, pode-se inferir que os trabalhos apresentam um olhar voltado para a disciplina de química tanto no nível médio como no Ensino Superior, tendo em vista que o conteúdo de cinética química está presente no currículo dessa disciplina no Ensino Médio e faz parte da grade curricular dos cursos de química. Outro ponto que merece destaque é a presença da palavra “ensino”, mostrando que a maioria das pesquisas abordam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de cinética química; essas pesquisas aconteceram com maior frequência no ensino básico (Ensino Médio), por isso a palavra “médio” aparece destacada. A palavra “análise” possui ligação com

outras palavras que mostram a forma como os trabalhos foram analisados e a forma de coleta de dados, como entrevistas, observações e vídeos. Por fim, tem-se a palavra “experimental”, que possui uma ligação com a palavra “estudante” e com tantas outras que possuem relação com aulas práticas, como “investigação”, “elaboração”, “aplicar” e “qualitativo”.

A Figura 7 expõe a análise de similitude feita no *corpus* de análise em inglês.

Na Figura 7, é possível perceber a presença de algumas palavras que se destacam, como: “student”, “chemical”, “kinetics”, “teach”, “learn”, “model” e “science”. A partir dessas palavras surgem ramificações com palavras que são bastante significativas para a compreensão do *corpus*: “reaction”, “laboratory”, “experiment”, “teacher”, “scientific”, “practical”, “conceptual”, “concept”, “conception”, “process”, “show”, “rate”, “experimental” e “datum”.

Essas palavras e suas relações na análise de similitude fornecem boas indicações sobre a construção dos textos presentes no *corpus* de análise em inglês. As palavras que aparecem em destaque na análise de similitude revelam que os trabalhos abordam o conteúdo de cinética química, tendo em vista que é a principal temática discutida na pesquisa; outras palavras que aparecem em destaque são: “ensinar” (*teach*) e “aprender” (*learn*), mostrando que os trabalhos discutem os processos de ensino e aprendizagem. Esse ensino acontece na disciplina de

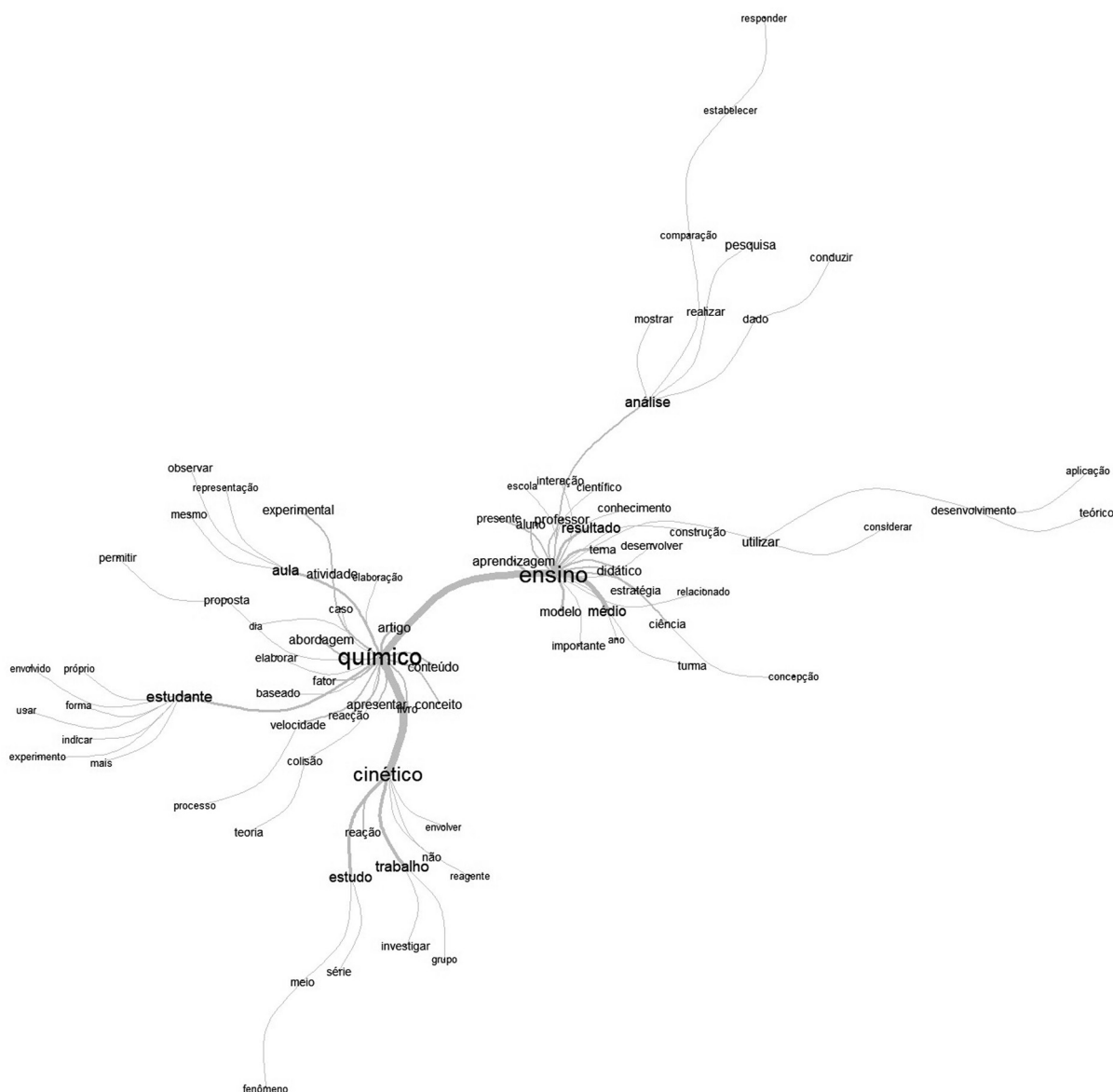


Figura 6: Análise de similitude – *corpus* português.

química ou em cursos de química no ensino superior, levando em consideração que o conteúdo de cinética química faz parte do mundo da química.

Outro ponto que aparece com grande destaque no *corpus* em inglês, assim como na análise do *corpus* em português, é a presença de temas voltados para as aulas experimentais. Diversas palavras tratam dessa temática, mostrando que as aulas experimentais se apresentam como uma alternativa viável para o ensino da cinética química na tentativa de se entender determinados conceitos sobre o desenvolvimento das reações químicas.

Nuvem de palavras

A análise do tipo Nuvem de Palavras apresenta uma estrutura das palavras constituintes do *corpus*, em formato de uma “nuvem” na qual as palavras aparecem em tamanhos diferentes. A diferenciação de tamanhos das palavras está relacionada com

seu grau de importância e representatividade dentro do *corpus* analisado: palavras com maior grau de importância aparecem com grande destaque, enquanto as de menor grau de importância aparecem com menor tamanho. O grau de importância é medido pela frequência da palavra no *corpus*.

As Figuras 8 e 9 mostram os resultados obtidos na análise de nuvem de palavras dos dois *corpora* analisados.

A nuvem de palavras da Figura 8 permite fazer um breve resumo dos trabalhos que constituem o *corpus* de análise, verificando as palavras que aparecem em destaque. Tem-se a palavra “químico” em maior centralidade e destaque, corroborando os pensamentos presentes nas análises anteriores de que se trata de uma pesquisa voltada para o conteúdo de cinética química e esse conteúdo está presente nas estruturas curriculares dos cursos de química no ensino superior e nos conteúdos programáticos do Ensino Médio na disciplina de química.

Outra palavra em destaque é “cinético”, algo já esperado,

e “*conception*”, que dizem respeito a trabalhos que têm como principal objetivo compreender a concepção de alunos sobre determinado conteúdo pertencente à cinética química e, para isso, os pesquisadores se utilizavam de questionários, entrevistas, aulas experimentais e tantas outras ferramentas de coleta de dados.

Considerações finais

O estado do conhecimento realizado permitiu mapear os trabalhos de alguns periódicos da Ibero-América que têm como temática principal a cinética química. Foi identificado o quantitativo de trabalhos em cada periódico, assim como o quantitativo em cada ano analisado, além de fazer compreender cada pesquisa elaborada.

A análise de conteúdo, por meio das categorias definidas *a priori* (investigações em sala de aula, aspectos conceituais e propostas de ensino), possibilitou fazer uma breve descrição dos trabalhos destacados em cada uma das categorias e assim entender o andamento das pesquisas no que diz respeito ao conteúdo de cinética química.

A leitura dos artigos presentes na categoria “Investigações em sala de aula” mostrou que os alunos possuem dificuldades a respeito do conteúdo de cinética química, que se configura como um assunto de difícil compreensão e que merece melhor abordagem por parte dos professores, levando em consideração sua complexidade. Outro ponto destacado, e que merece bastante atenção, é a dificuldade no raciocínio matemático que se torna uma barreira para a aprendizagem do conteúdo de cinética química, pois a linguagem matemática se faz presente em sua discussão.

Assim, muitas estratégias (experimentação, curso, oficina, sequência didática e paródia) foram utilizadas pelos pesquisadores a fim de atingir seus diversos objetivos, sendo um dos principais entender as concepções dos alunos, sejam eles do ensino básico ou superior, sobre o conteúdo de cinética química. Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados foram questionários e entrevistas.

Na segunda categoria, “Aspectos conceituais”, foi encontrado um pequeno número de trabalhos. Nela estão presentes artigos que abordam o desenvolvimento científico do conteúdo de cinética química, assim como pesquisas que envolvem a análise de livros didáticos. No que se refere às pesquisas voltadas para a análise de livros didáticos, percebe-se um grande apelo, aos professores e aos autores, tendo em vista uma quantidade considerável de críticas referentes à escolha do livro didático e a sua escrita/construção. É importante que os livros tragam em sua composição os aspectos históricos que favoreceram a construção do conhecimento, a fim de que os alunos consigam compreender que a elaboração do conhecimento científico é algo contínuo e, assim, evitar que a ciência seja compreendida como um conjunto de enunciados universais. Os autores de livros didáticos devem ter cuidado com a linguagem matemática

utilizada, buscando minimizar os impactos oriundos da dificuldade no raciocínio matemático; e as imagens devem possuir relação com os textos.

Por fim, entre os trabalhos pertencentes à categoria “Propostas de ensino”, o que mais se destaca é a experimentação, o que corrobora o pensamento discutido nos trabalhos da primeira categoria. A experimentação é vista como uma metodologia que favorece os processos de ensino e aprendizagem com a qual se consegue trabalhar situações reais e que se aproximam do cotidiano dos alunos, favorecendo a aprendizagem de conteúdos que são considerados de difícil compreensão.

Outra proposta apresentada é a utilização de jogos no ensino das ciências, que se mostra como uma ferramenta criativa e dinâmica capaz de motivar os estudantes para o estudo dos conteúdos científicos. As intervenções pedagógicas também são destacadas e, quando embasadas pela perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), contribuem de maneira potencialmente significativa para a formação dos educandos e para a promoção da alfabetização científica e tecnológica.

As análises textuais realizadas por meio do IRAMUTEQ permitiram uma melhor visualização dos trabalhos analisados. Esses trabalhos possuem como principal contexto os cursos de química no ensino superior ou a disciplina de química no Ensino Médio, tendo em vista que o conteúdo de cinética química está presente na estrutura curricular e nos conteúdos programáticos da disciplina de química, mas o contexto que aparece com maior frequência é o do Ensino Médio.

Os trabalhos analisados, em geral, abordam os processos de ensino e aprendizagem; por isso, esses termos aparecem em destaque nas análises realizadas. Da mesma forma se apresentam os principais agentes na construção dos conhecimentos, que são os estudantes e os professores. Alguns dos trabalhos têm como principal objetivo a investigação das concepções de alunos sobre a cinética química, e por isso o termo “concepção” aparece com bastante frequência nas análises.

Por fim, corroborando a análise do conteúdo, a experimentação aparece com bastante frequência nos trabalhos analisados, mostrando-se como uma ferramenta que possibilita o favorecimento dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cinética química. Daí a presença de vários termos referentes a esse tema no âmbito dos *corpora* analisados.

É possível detectar a presença de alguns pontos que podem ser investigados com mais afinco, como, por exemplo, a cinética no Ensino Superior, levando em consideração que muitos dos trabalhos abordam a cinética química no Ensino Médio. Outro ponto que pode ser discutido são as dificuldades de aprendizagem referentes aos conteúdos de cinética química, seja no nível básico ou no nível superior e sua influência no processo de construção do conhecimento. Foi possível perceber a presença de muitos trabalhos que tratam de investigações em sala de aula, então essas pesquisas podem ser utilizadas como ponto de partida para novos trabalhos que tratem sobre propostas de ensino, buscando contribuir para uma melhor abordagem do

conteúdo de cinética química por parte de professores e alunos.

Referências

- ALFARO, M. e ALFARO, I. Uso de la función Solver de Excel para el cálculo de la velocidad de corrosión de acero al carbono en una solución de NaCl al 3, 5% saturada de oxígeno, O₂: Un tutorial práctico. *Educación Química*, v. 29, n. 2, p. 17-35, 2018.
- BARBOSA, S. M. e SOUZA, N. S. Investigação orientada por argumentos no ensino de química de nível médio: uma proposta em cinética. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 1, pág. 74-85, 2021.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BATISTA, J. D. S. e GOMES, M. D. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 4, p. 79-94, jul., 2020.
- BAZ-RODRÍGUEZ, S. A., PÉREZ-AVIÑA, J. M., ZITLALPOPOCA-SORIANO, Á. G. e VILCHIZ-BRAVO, L. E. Uso didáctico de reactores agitados continuos para la determinación de cinéticas de reacción heterogénea. *Educación Química*, v. 31, n. 3, p. 60-72, 2020.
- CIRINO, M. M., SOUZA, A. R. D., SANTIN FILHO, O. e CARNEIRO, M. C. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 01, p. 189-219, 2009.
- CIRINO, M. M. e SOUZA, A. R. O tratamento probabilístico da teoria cinética de colisões em livros de Química brasileiros para o ensino médio. REEC. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, p. 125-144, 2010.
- COSTA, T. S., ORNELAS, D. L., GUIMARÃES, P. I. C. e MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 22, p. 31-34, 2005.
- COSTA, T. S., ORNELAS, D. L., GUIMARÃES, P. I. C. e MERÇON, F. Experimentos com alumínio. *Química Nova na Escola*, v. 26, p. 38-40, 2006.
- CUENCA, D. Z., PALACIOS, L. F. e NÚÑEZ, M. F. Mecánica cuántica y velocidad de reacción: La barrera de potencial unidimensional como modelo simple para introducir el comportamiento cuántico en la Cinética Química. *Educación Química*, v. 11, p. 202-208, 2020.
- DE QUADROS, A. L. e GIORDAN, M. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 3, p. 74-100, 2019.
- DELAMUTA, B. H.; CAVALCANTE, K. L. e ASSAI, N. D. D. S. Uma proposta de sequência didática utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos para o ensino de cinética química. *Revista Diálogo e Interação*, v. 12, n. 1, p. 173-190, 2018.
- FATARELI, E. F., FERREIRA, L. D. A., FERREIRA, J. Q. e QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.
- FERREIRA, L. D. O., KRAISIG, Â. e BRAIBANTE, M. E. F. Estudo de Caso no Ensino de Química sobre a conservação dos alimentos. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 4, n. 2 (esp), p. 176-190, 2018.
- FERREIRA, N. S. D. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.
- FERRY, A. e PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 1, p. 29-50, 2017.
- HERNÁNDEZ-MILLÁN, G., IRAZOQUE-PALAZUELOS, G. e LÓPEZ-VILLA, N. M. ¿Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos. *Educación Química*, v. 23, p. 101-111, 2012.
- IBANEZ, F. e GIANNA, V. Teoria cinética molecular e aprendizagem da Química. *Educação Química*, v. 23, não. 2 p. 208-211, 2012.
- JÚNIOR, G. A. S. e SILVA, M. G. L. Objeto de Aprendizagem para Abordar Conceitos de Cinética Química por meio de Resolução de Problemas. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 1, n. 1, p. 82-93, 2015.
- JUSTI, R. S. e RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento. *Química Nova na Escola*, v. 5, p. 24-27, 1997.
- LAGE, M. C. Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD. *ETD-Educação Temática Digital*, v. 12, n. esp., p. 198-226, 2011.
- LEAL, R. C., MONTEIRO, E. A. D. S., NASCIMENTO, T. L. D. A. B. e NETO, J. M. M. Explorando a cinética química através da queima de uma vela. *Educación Química*, v. 25, n. 2, p. 93-96, 2014.
- LIMA, J. D. F., PINA, M. D. S., BARBOSA, R. M. N. e JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 11, n. 11, p. 26-29, 2000.
- LUPINETTI, J. M. e PEREIRA, A. S. A composição de paródias no ensino de Química e suas contribuições no processo de aprendizagem. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 3, n. 2, p. 49-69, 2017.
- MAGNO, C. M. V. e GONÇALVES, T. V. O. O testemunho em pesquisa narrativa e a análise textual discursiva associada ao Iramuteq. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 19, n. 42, p. 18-34, 2023.
- MARTORANO, S. A. A. 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.
- MARTORANO, S. A. D. A.; DO CARMO, M. P. e MARCONDES, M. E. R. A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 9, p. 19-35, 2014.
- MIRANDA, C. L., PEREIRA, C. S., MATIELLO, J. R. e REZENDE, D. D. B. Modelos Didáticos e Cinética Química: Considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de Química indicados pelo PNLEM. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 197-203, 2015.
- NOVAES, F. J. M., AGUIAR, D. L. M., BARRETO, M. B. e AFONSO, J. C. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: solanum tuberosum—uma alternativa versátil. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

- NOVAIS, R. M., GALVÃO, C. e FERNANDEZ, C. Um estudo sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de “cinética enzimática” de um professor do Ensino Superior por meio das suas narrativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 1, 2016.
- OLIVEIRA, S. D., GUIMARÃES, O. M. e LORENZETTI, L. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, 2015.
- PAREDES-NAVIA, J. G. e MOLINA-CABALLERO, M. F. Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, n. 45, p. 71-88, 2019.
- PÉREZ, L. F. M. Enseñanza constructivista sobre conceptos de cinética en la formación inicial de profesores de química. *Educación Química*, v. 20, n. 3, p. 383-392, 2009.
- RAUTINAUD, P. Iramuteq: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires [Computer software], 2009. Recuperado de: <http://www.iramuteq.org>. Acesso em: 7 set. 2021.
- ROMANOWSKI, J. P. As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90. 2002. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- SABADINI, E. e BIANCHI, J. C. A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. *Química Nova na Escola*, v. 25, p. 10-13, 2007.
- SALVIATTI, E. Manual do aplicativo Iramuteq (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3), 2017. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati> Acesso em: 12 ago. 2023. <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>.
- SILVA, A. D. L. D., VIEIRA, E. D. R. e FERREIRA, W. P. Percepção de alunos do ensino médio sobre a temática conservação dos alimentos no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo cinética química. *Educación Química*, v. 24, n. 1, p. 44-48, 2013.
- SILVA, A. F. G.; MOREIRA, M. A. Ensino de Física Utilizando Folhetos de Cordel: uma análise a partir do Iramuteq. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. 2, p. 25-45, 2022.
- SILVA CANTANHEDE, S. C. D.; RIZZATTI, I. M.; CANTANHEDE, L. B. Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do software IRAMUTEQ. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, p. 272-302, 2022.
- SILVA, R. M., SILVA, R. C., ALMEIDA, M. G. O. e AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 3, p. 237-243, 2016.
- SILVA, R. M. S. D., NASCIMENTO, M. G., CUNHA, R. L. O. R. e BUENO FILHO, M. A. Construcción de relaciones entre conceptos relativos al campo estructural y al campo da Cinética Química por estudiantes de pregrado en la acepción de la teoría de los campos conceptuales. *Educación Química*, v. 29, n. 3, p. 48-60, 2018.
- TEÓFILO, R. F., BRAATHEN, P. C. E RUBINGER, M. M. M. Reação Relógio iodeto/iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*, v. 16, p. 41-44, 2002.
- VENQUIARUTO, L. D., DALLAGO, R. M., VANZETO, J. e DEL PINO, J. C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.
- WISNIAK, J. John James Waterston. A pioneer of the kinetic theory of gases. *Educación Química*, v. 18, n. 2, p. 146-159, 2007.