

Cinética Química: uma abordagem experimental avaliando a aprendizagem significativa por meio de uma pergunta focal motivadora de mapas conceituais.

Águeda Cardoso de Aguiar¹ (PG)*, Daniele Trajano Raupp² (PQ), José Ribeiro Gregório³ (PQ)

* quimicaagueda@gmail.com

¹ Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI-UFRGS).

² Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Química Orgânica.

³ Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Química Inorgânica.

Palavras-Chave: Cinética Química, Aprendizagem Significativa, Mapa Conceitual.

Área Temática: Processos de Ensino Aprendizagem e Avaliação.

RESUMO: O trabalho apresenta um recorte de uma pesquisa realizada Programa Nacional de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI. Nosso objetivo é apresentar a análise dos mapas conceituais elaborados durante a aplicação de uma sequência didática no Ensino Médio, abordando Cinética Química. A SD buscou proporcionar motivação e autonomia do aluno no processo de ensino-aprendizagem, utilizando experimentos de baixo custo orientados por narrativas gravadas em áudio, *podcast*. As práticas investigativas utilizaram a técnica Predizer, Observar e Explicar, norteadas pela teoria da Aprendizagem Significativa. Para avaliação dos indícios da aprendizagem significativa foi realizada uma análise comparativa do mapa conceitual inicial e final. Observou-se uma evolução conceitual acerca do conteúdo Cinética Química, abrindo a possibilidade de reflexão, reconexão de conceitos e conflitos cognitivos com os conhecimentos prévios, proporcionando assim uma construção potencialmente significativa.

CINÉTICA QUÍMICA NA SALA DE AULA E A EXPERIMENTAÇÃO POR INVESTIGAÇÃO

Os desafios enfrentados na aprendizagem da Cinética Química estão relacionados com o fato desse conteúdo ser considerado pelos alunos altamente quantitativo e demandar o uso de múltiplas representações matemáticas para modelar processos (BAIN *et al.*, 2018). É ensinada em vários níveis do currículo de graduação em Química e também na educação básica (JUSTI; GILBERT, 2002).

Os aspectos relativos à Cinética Química têm o poder de fornecer informações sobre a natureza das reações e dos processos químicos, já que essa vincula fenômenos observáveis a aspectos teóricos da Química que são modelados matematicamente (ÇAKMAKCI *et al.*, 2006). Por esse motivo, esta é uma área que pode ser abordada com o uso dos níveis representacionais, macroscópico, microscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1982).

No desenvolvimento dos conhecimentos de química, espera-se que o aluno

a compreenda em diferentes níveis, classificados em macroscópico, adquiridos através da representações mentais a partir da experiência sensorial direta, o *nível microscópico (submicro)*, correlacionado às representações abstratas, com as entidades pequenas (ou seja, átomos, íons, moléculas) e o *nível simbólico*, que expressa os conceitos químicos a partir de fórmulas, equações, dentre outros, e suas incorporações em equações químicas quantitativamente equilibradas para a descrição de um fenômeno macro (JOHNSTONE, 1982).

A experimentação por investigação demanda grande participação do aluno. Difere-se das outras atividades por envolver, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. Essas atividades estimulam ao máximo a interatividade intelectual e social contribuindo grandemente para o desenvolvimento de conceitos, dessa forma aprimorando o raciocínio e as habilidades cognitivas e de cooperação a fim de visualizar a natureza do trabalho científico, aproximando a ciência dos cientistas (CAMPOS; NIGRO, 1999). Dentro da experimentação investigativa, o aluno busca hipóteses e formula estratégias a partir de seus conhecimentos, o professor atua como organizador e mediador e não como figura central detentora da solução do problema, a solução é o objetivo da experimentação realizada.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, EXPERIMENTAÇÃO POR INVESTIGAÇÃO E PERGUNTA NORTEADORA

A construção da aprendizagem significativa está atrelada às conexões dos conhecimentos prévios dos alunos aos novos conceitos que lhe serão apresentados de uma forma natural e não obrigatória. Caso essa fosse obrigatória, estaria mais associada a uma aprendizagem mecânica ou memorística do que significativa.

Ao encontro da construção de conhecimento significativo estão as formas de diversificar no ensino, e uma delas é a experimentação. Segundo (GUIMARÃES, 2009), a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para criação de problemas reais que permitem a contextualização e o estímulo de questionamentos e investigações. É possível compreender que esta metodologia experimental investigativa vai além de ter como consequência a abordagem de conceitos, mas também a contextualização do universo em que o aluno está inserido, permitindo ao mesmo fazer novas conexões com o seu cotidiano e com outras disciplinas, entendendo o seu processo de aprendizagem e evolução como único.

A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (apud PELIZZARI *et al.*, 2002) propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam utilizar estruturas mentais como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos. Quando desenvolvemos novos conceitos, há uma mudança na estrutura de conhecimento e há uma nova forma de significar o conteúdo que lhe foi apresentado por meio deste conhecimento prévio, de forma que o material potencialmente significativo provoque uma mudança cognitiva de como o aluno responde à apresentação por meio da conexão com seus conhecimentos prévios de forma inicial e subsequente.

A aprendizagem significativa é um processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva da aprendizagem de forma progressiva por meio da conexão de novos conceitos tornando-se mais complexo, elaborado e diferenciado, mas capaz de servir como âncora para atribuição de novos significados e novos conhecimentos. Outro conceito muito importante é o da reconciliação integrativa. De acordo com (MOREIRA, 2012), trata-se da relação de ideias, conceitos e proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva, no qual elementos existentes na estrutura cognitiva são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e adquirem a uma reorganização da estrutura cognitiva. Esses dois processos ocorrem durante o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Existem formas de aprendizagem significativas, a aprendizagem superordenada é mais geral e inclusiva. Segundo (BRUM; SCHUHNACHER, 2015), ocorre quando há um conceito ou proposição mais geral do que algumas ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva do estudante. O conhecimento é adquirido e passa a ser assimilado, condicionando o surgimento de várias ideias, organizando o raciocínio indutivamente e envolvendo a síntese de ideias compostas. A aprendizagem pode ser também combinatória, que é quando novas ideias não têm relação subordinada ou superordenada com os conhecimentos prévios, mas se encontram no mesmo nível, de forma nem mais específica nem mais inclusiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Mapas conceituais são utilizados como método auxiliar para captar o significado de um conteúdo ou material, cuja representação de conjunto de significados conceituados é construída a partir de uma estrutura esquemática, na qual conceitos são esquematizados por meio de relações por linhas que se ligam com termos de ligação. Estes termos de ligação explicam a conexão entre os dois conceitos, expressando visualmente um conjunto de proposições sobre um determinado assunto e foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. Os mapas conceituais podem ser utilizados como uma pré-avaliação sobre o que o aluno pode desenvolver e as fontes que usará para esse desenvolvimento. Os mapas conceituais ainda podem ser utilizados como ferramentas para determinar o nível de conhecimento que os alunos têm sobre determinado assunto a ser estudado, antes dele ser introduzido. Durante o desenvolvimento da atividade didática os mapas conceituais desenvolvidos pelos

educandos vão se aprimorando, sendo ampliados e aprimorados, apresentado modelos mais complexos da compreensão dos conceitos (NOVAK; CANAS, 2010).

Estes novos significados e compreensões do conhecimento podem ser percebidos durante a evolução dos mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos. Para auxiliar o aluno a desenvolver o mapa conceitual, vários estudos demonstram que guiá-lo por meio de uma pergunta focal se mostra eficiente e também induz ao tipo de mapa conceitual que o aluno irá desenvolver. Por exemplo, uma pergunta do tipo “o que são” induz a um mapa mais informativo e classificatório. É necessário pensar na pergunta, de modo que a resposta auxilie o aluno a construir o mapa conceitual (NOVAK; CANAS, 2010).

Segundo (MOREIRA, 2012), como a aprendizagem significativa implica, necessariamente, atribuição de significados idiossincráticos, mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados. Significa que não existe um mapa conceitual correto, e sim um mapa conceitual sobre determinado conteúdo que possua significado a que o indivíduo que o construiu atribui conceitos significativos. Então, um mapa conceitual elaborado pelos alunos nos fornece evidências se ele está aprendendo de forma significativa. Mapas conceituais são uma ferramenta riquíssima no processo de aprendizagem significativa. Eles vêm sendo estudados e explorados durante anos e ainda necessitam serem inseridos e explorados como ferramentas na educação básica.

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

A sequência didática apresentada estrutura-se em cinco aulas, mais uma aula de fechamento e integração dos conhecimentos, com objetivos, etapas, estratégias e recursos descritos e organizados a fim de alcançar o objetivo geral desta pesquisa que é compreender as contribuições do emprego de um produto educacional potencialmente significativo para a aprendizagem de Cinética Química por meio de uma abordagem experimental.

A sequência didática foi aplicada em uma escola pública estadual do município de Porto Alegre, a Escola Técnica José Feijó. A aplicação da sequência didática ocorreu em duas turmas regulares de segundo ano do Ensino Médio, com 31 alunos matriculados em cada, chamadas aqui de turmas A e B, com os alunos classificados em números conforme sua ordem na chamada, respectivamente. Tratam-se das duas turmas das quais a pesquisadora é regente. A escola, que costuma atender no total em torno de 600 alunos durante o ano letivo, foi fundada em 1966. Devido à situação pandêmica da Covid-19 na época, o número de alunos participantes foi muito diferente dos matriculados: na turma B por exemplo a participação foi de no máximo 10 alunos, enquanto na turma A chegou a no máximo 18. A sequência didática foi desenvolvida no salão da escola, com o devido distanciamento social, com períodos reduzidos de uma hora para 30 minutos.



Para identificar os possíveis vestígios de aprendizagem significativa durante o processo, construiu-se um mapa conceitual inicial e um final para a sua análise. Para melhor compreensão, apresenta-se a seguir o quadro da estrutura resumida da sequência e as perguntas focais apresentadas aos alunos.

Quadro 1: Estrutura resumida da sequência didática proposta. Fonte: da autora (2021).

Aula 01			
Objetivos	Etapas	Estratégias	Recursos
O aluno irá reconhecer no seu dia a dia situações que possa relacionar com o conteúdo de Cinética Química. Compreender o conceito de mapa conceitual e como construí-lo.	Apresentação da proposta, conhecendo mapas conceituais.	Apresentação de roteiro para a construção de um mapa conceitual com exemplos. Mapa Conceitual com a pergunta focal: como a cinética de uma reação é afetada? Levantamento dos conhecimentos prévios, indícios de conceitos e conexões dos alunos sobre Cinética Química.	Folha de papel e hidrocores para a construção de um mapa conceitual.
Aula 02			
O aluno irá definir como os fatos apresentados se relacionam com a ocorrência e cinética de uma reação: descrever, comparar e identificar.	Apresentação da “situação” teoria das colisões e energia de ativação por meio de um vídeo.	Discussão e interpretação dos resultados do roteiro e as anotações realizadas pelos alunos, aula expositiva contextualizando a prática e a discussão dos resultados.	Roteiro impresso, sala de vídeo da escola.
Aula 03			
O aluno irá definir como os fatos apresentados se relacionam com a ocorrência e cinética de uma reação: descrever e comparar os processos.	Prática do relógio de iodo. Etapa de ensino 02: evidenciando a ocorrência de uma reação, como as reações ocorrem, condição indispensável, teoria das colisões, energia de ativação.	Ficha de investigações sobre os fenômenos cinéticos que ocorrem na parte experimental.	Material para a realização do experimento.



Aula 04			
Objetivos	Etapas	Estratégias	Recursos
O aluno irá definir como os fatos apresentados se relacionam com os efeitos sobre a cinética de uma reação: descrever e comparar os processos.	Apresentação da situação prática do comprimido efervescente e água. Etapa de ensino 03 - Efeitos sobre a velocidade da reação: energia (temperatura), superfície de contato.	Na observação os processos serão orientados via <i>podcast</i> ; Discussão e interpretação dos resultados.	Materiais para a realização da prática.
Aula 05			
O aluno irá definir como os fatos apresentados se relacionam com os efeitos sobre a cinética de uma reação já aprendidos na aula anterior e com catalisadores: descrever, comparar e identificar.	Prática da enzima catalítica, batata com peróxido de hidrogênio.	Ficha de interpretação.	Materiais para a realização da prática.
Fechamento			
O aluno analisa e evidencia os principais conceitos de Cinética Química apresentando dados e usando conhecimentos para resolver situações envolvendo a Cinética Química.	Aula integradora final, discussão dos resultados e avaliação.	Síntese em grande grupo dos conteúdos trabalhados, contextualizando as aulas experimentais e os conhecimentos prévios dos alunos; Construção de um novo mapa conceitual com a mesma pergunta focal inicial: Como a cinética de uma reação é afetada? O mapa conceitual tem objetivo de avaliar os conceitos, indícios de aprendizagem e as conexões estabelecidas durante o desenvolvimento da sequência didática.	Papel e canetas coloridas para a construção do mapa conceitual.



MAPAS CONCEITUAIS E AVALIAÇÃO POR COMPARAÇÃO DOS VESTÍGIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A seguir abordaremos a análise comparativa dos mapas conceituais realizados na primeira aula desta sequência didática e os realizados na aula de fechamento, que objetivou a estimular os alunos a externalizar de forma organizada seus conhecimentos sobre os conteúdos de Cinética Química e assim identificar, por meio dessa análise, evidências de aprendizagem significativa. Para tanto, foram selecionados dois alunos, e foram analisados os seus mapas conceituais. Os mapas tentavam responder: como a velocidade de uma reação é afetada?

Apesar dos alunos não dominarem a técnica da construção de mapas conceituais e esse ser o primeiro contato com este tipo de ferramenta, eles puderam apresentar ideias válidas para indícios de aprendizagem significativa, mesmo alguns deles não tendo apresentado o que se espera de um mapa conceitual.

No mapa conceitual final do aluno 42 da turma B na figura 1 e 2 respectivamente, o mesmo relacionou dentro do conceito de Cinética Química outros conceitos importantes trabalhados dentro da sequência didática desde a abordagem com o vídeo, trazendo os conceitos anteriores de maneira reduzida e ampliando não só os fatores que influenciam a velocidade de uma reação, mas como ela ocorre, o cálculo da sua velocidade, gráficos e fatores termoquímicos envolvidos e não se limitando somente aos fatores que podem influenciar na velocidade, entendendo a Cinética Química como um todo, características da reconciliação integrativa (explorando novas ideias, apontando similaridades e agrupando os conceitos).

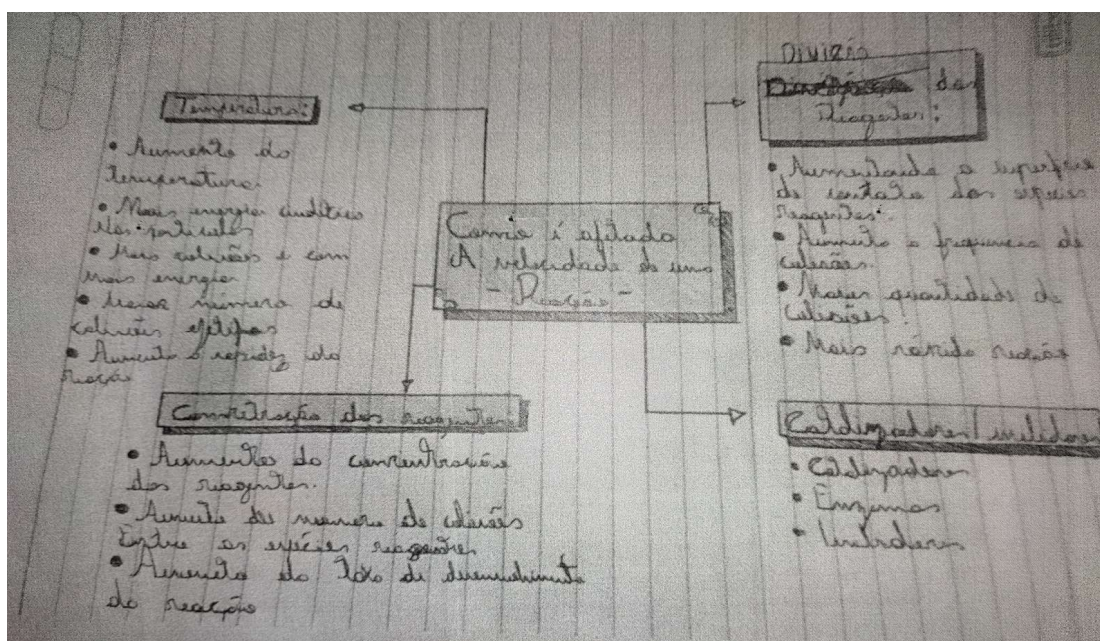


Figura 1: Mapa Conceitual inicial do aluno 42 turma B. Fonte: da autora (2022).

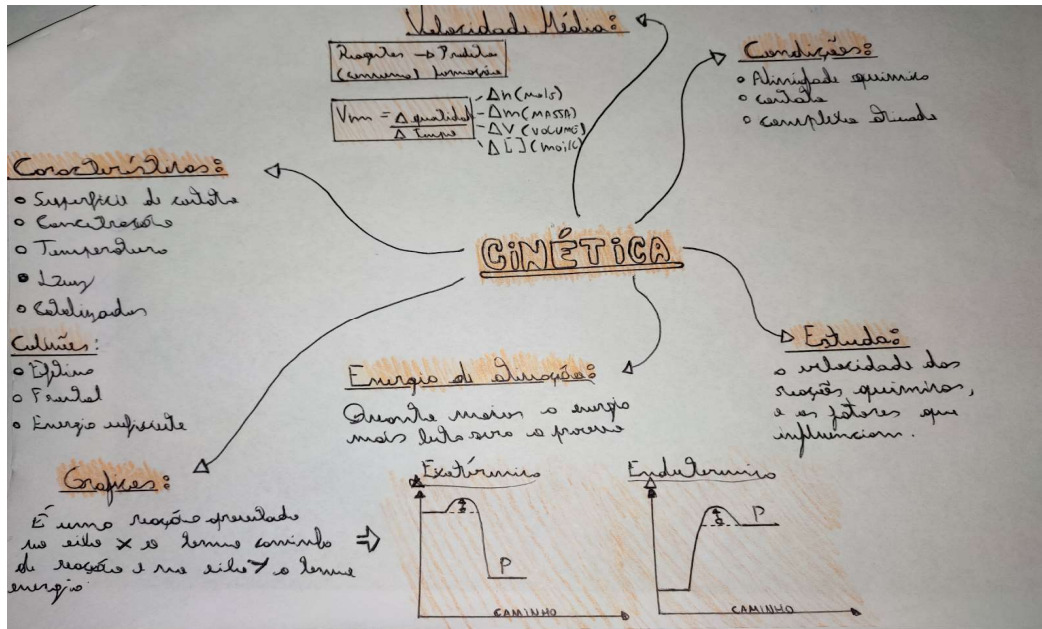


Figura 2: Mapa Conceitual final do aluno 42 turma B. Fonte: da autora (2022).

Os mapas do aluno 23 da turma B são apresentados respectivamente nas figuras 3 e 4. O aluno apresenta em seus mapas as características que se espera de um mapa conceitual. No mapa conceitual inicial, é possível identificar uma estrutura de hierarquia e conhecimentos adequados (subsunçores) para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. O principal termo em destaque deste mapa é “temperatura”.

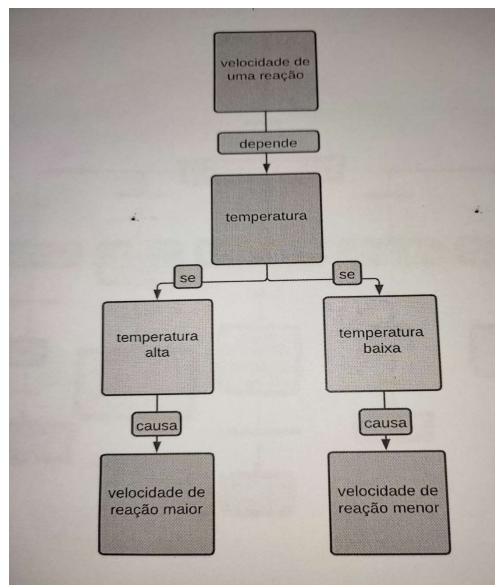


Figura 3: Mapa Conceitual inicial do aluno 23 turma B. Fonte: da autora (2022).

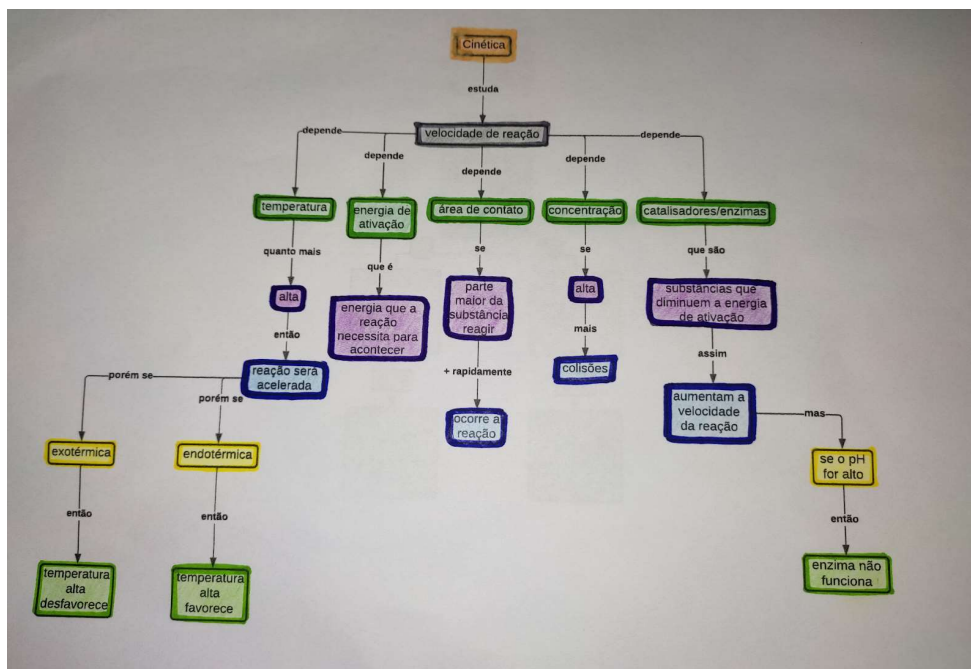


Figura 4: Mapa Conceitual final do aluno 23 turma B. Fonte: da autora (2022).

Ao compararmos o mapa conceitual inicial com o final, a inserção de novos efeitos influencia na velocidade da reação respeitando a hierarquia, apresentando sempre palavras conectivas. É possível relacionar este mapa conceitual com todas as atividades realizadas durante a sequência didática, até mesmo ao pH na influência da prática da enzima catalítica, características da reconciliação integrativa. Podemos categorizar como aprendizagem combinatória, pois existem proposições que não têm relação subordinada nem superordenada com a ideias relevantes já adquiridas apresentadas no mapa conceitual inicial.

A análise dos mapas conceituais selecionados possibilitou a percepção de vários indícios da construção de conhecimento significativo durante o processo, como a hierarquia entre os conceitos de Cinética Química, a relação de conceitos trabalhados em aulas anteriores e a categorização e a reorganização de conceitos, permitindo perceber tipos de aprendizagem, como a superordenada e subordinada e aos subsunçores como reconciliação integrativa e que também a pergunta norteadora auxiliou aos alunos de por onde começar a organizar os conceitos e o que deveriam abordar dentro de sua estrutura cognitiva.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAIN, K. et al. The characterization of cognitive processes involved in chemical kinetics using a blended processing framework. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 2, pp. 617-628, 2018.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. **Revista Eletrônica de Ciência e Educação**, v. 14, n. 1, p. 1-20, 2015.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

ÇAKMAKCI, G.; LEACH, J.; DONNELLY, J. Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, pp. 1795-1815, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo a aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

JOHNSTONE, A. H. Macro- and microchemistry. **School Science Review**. v. 64, pp. 377-379, 1982.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n.3, p. 369-387, 2002.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? **Qurrriculum: revista de teoria, investigación y práctica educativa**. n. 25, p. 29-56, 2012.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Revista Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, pp. 9-29, jan-jun 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.uepg.br>>. Acesso em: 9 Fev. 2022.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1. p. 37-42, 2002.