

# Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio Sobre Cinética Química

## Alternative Conceptions of high school students about Chemistry

Angela Fernandes Campos<sup>1</sup>, Samyr Pessoa da Silva<sup>2</sup>, Lucas dos Santos Fernandes<sup>3</sup>

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)<sup>1,2</sup>  
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)<sup>3</sup>  
Email: afernandescampos@gmail.com

### Resumo

Neste estudo foram analisados os problemas de aprendizagem de estudantes brasileiros do ensino médio sobre o tema cinética química. O instrumento de coleta de dados foi um questionário, validado e disponível na literatura. Os resultados mostraram que algumas dificuldades conceituais são comuns a estudantes brasileiros e turcos, e estão relacionadas com: a velocidade da reação em função do tempo da reação; o efeito da temperatura sobre a velocidade de uma reação em equilíbrio e o efeito do catalisador na velocidade de reação e sua relação com a energia de ativação e o mecanismo de reação. A partir da identificação dessas dificuldades de aprendizagem os professores poderão elaborar estratégias didáticas visando minimizá-las.

**Palavras chave:** Concepções alternativas; cinética química; estudantes.

**Abstract Arial 14 alinhado à esquerda, negrito, 18pt antes 6pt depois, espaço simples**

In this study we analyzed the learning problems of Brazilian high school students on the chemical kinetic theme. The instrument of data collection was a questionnaire, validated and available in the literature. The results showed that some conceptual difficulties are common to Brazilian and Turkish students, and are related to: the speed of the reaction as a function of the reaction time; the effect of temperature on the speed of a reaction at equilibrium and the effect of the catalyst on the reaction rate and its relation to the activation energy and the reaction mechanism. From the identification of these learning difficulties, teachers will be able to elaborate didactic strategies in order to minimize them.

**Key words:** Alternative conceptions, chemistry cinetic, students.

### Introdução

Existe uma crescente necessidade de aprimorar os modelos de ensino-aprendizagem dos conceitos científicos. Ainda hoje, em diferentes áreas da Química, e sobretudo na química escolar, muitos dos modelos utilizados, a linguagem empregada, e até mesmo as técnicas de análise, remontam a épocas onde a pesquisa estava vinculada à sistemática da experiência

(BACHELARD, 1991). Por exemplo, a “hipótese cinética” é uma hipótese realista do século XIX, que hoje é ainda utilizada para a explicação de muitos sistemas químicos. A hipótese cinética remete à noção de “força química” e implica reconhecer as moléculas como entidades discretas, suscetíveis de movimento, de colisões, ou seja, de comportamento individual. Isto acontece porque, na Química, além dos signos matemáticos e linguísticos, a modelação e a interpretação submicroscópica de fenômenos observáveis estão muito ligadas à representação pictórica. Estas representações pictóricas, convertidas no sistema de signos, fundamental para a modelagem, se constituem em modelos analógicos usados para explicar conceitos abstratos. O amplo uso deste modelo no campo da cinética é devido a cada substância (ou grupo de substâncias) ter uma cinética própria relativa às diferenças de comportamentos relacionadas com a composição-estrutura, temperatura, pressão, concentração – ou seja, uma situação complexa à qual os modelos devem responder, porém, nem sempre este conjunto de fatores é perceptível ao estudante. Tal situação contribui para que estudantes em diferentes níveis de ensino apresentem dificuldades de compreensão referente a cinética química, como é retratado nos estudos de (CAKMACKI, LEACH & DONNELLY, 2006).

Estudos nacionais e internacionais sobre esta temática identificaram um grande número de concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem por parte dos estudantes (JUSTI, 2002; CAKMAKCI, et al., 2006; CAKMAKCI, 2010). De uma forma geral, os estudantes investigados nestes estudos não compreendem de que forma alguns fatores, tais como concentração dos reagentes, superfície de contato, temperatura, pressão e catalisadores, alteram a velocidade das reações químicas. No Brasil, Justi (2002) mostrou a necessidade de realização de estudos sobre as concepções alternativas dos estudantes sobre cinética química. Diante do exposto, este estudo teve o objetivo de analisar as concepções alternativas dos estudantes do Ensino Médio sobre cinética química e verificar se os resultados obtidos refletem a tendência encontrada em estudos internacionais sobre essa temática.

### **Alguns Aspectos do Ensino e Aprendizagem de Cinética Química**

A cinética química é considerada um conteúdo imprescindível para a formação básica em química do aluno do ensino médio. O conhecimento da cinética química proporciona ao aluno o entendimento da velocidade de uma reação química e dos fatores que a determinam ou a modificam, mas, além disso, leva ao entendimento do mecanismo de uma reação.

Com respeito à projeção da cinética química no dia-a-dia e no ambiente, existem vários segmentos que ilustram a sua contribuição em processos industriais em distintas direções tais como, a obtenção de produtos químicos, medicamentos, a melhoria do rendimento com o conseqüente abaixamento nos custos (Pitombo, 1974). No entanto, a forma como estes conceitos são abordados nas escolas pode parecer desvinculado da realidade e interpretados como puramente empíricos, o que prejudica enormemente sua transposição para o aporte de conexões que o estudante realiza para construir seu conhecimento. Segundo Johnstone (1982), os conteúdos químicos podem ser compreendidos de acordo com três níveis de conhecimento: macroscópico (fenomenológico), microscópico (teórico) e representacional (simbólico). Esses três níveis devem estar relacionados para que os conteúdos químicos sejam compreendidos de forma mais completa pelos alunos. É importante que alguns problemas envolvam simultaneamente os três níveis do conhecimento químico relacionando-os de forma a obter compreensões completas sobre os fenômenos químicos que envolvem as substâncias e os materiais.

Neste estudo, pesquisamos trabalhos como o de Justi e Ruas (1997) acerca da representação submicroscópica do modelo cinético. Para estas autoras o ensino de cinética química no nível médio focaliza essencialmente o motivo de diferentes reações ocorrerem com velocidades

diferentes, assim como a razão de alguns fatores poderem alterar a velocidade das reações químicas e a forma como isso acontece. Segundo as autoras, a grande maioria dos alunos apresenta ideias muito confusas a respeito do que é e de como se processa uma reação química. Muitas vezes, essas ideias se resumem a descrições macroscópicas do fenômeno ou são fundamentadas em uma concepção contínua da matéria. Na pesquisa desenvolvida por elas numa escola de Belo Horizonte, o dado mais surpreendente foi que nenhum aluno entrevistado (alunos da segunda série do ensino médio de uma escola particular) considerou a questão da movimentação das partículas envolvidas numa reação química, embora 17% deles tenham representado rearranjo de átomos durante o processo em seus desenhos. Curiosamente, como não se pode pensar em rearranjo sem movimentação das partículas, as autoras apontam para uma espécie de “dissociação” dos fenômenos por parte dos estudantes, ou seja, os alunos não estariam entendendo a química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimento, utilizáveis apenas em determinadas situações. Assim, para diminuir essa ideia de fragmentação, que se mostra recorrente, a adoção de uma prática docente mais focada em metodologias ativas de ensino-aprendizagem como investigações científicas e uso de situações-problema podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa (BAIN, 2016, PERALES, 2000).

## Metodologia

### Sujeitos da Pesquisa

Participaram desta pesquisa 39 estudantes, entre 16 e 18 anos, que cursavam o segundo ano do Ensino Médio em duas escolas da rede particular de Recife/PE. Esses estudantes já haviam estudado cinética química no ensino regular.

### Elaboração do Instrumento de Coleta de Dados

Foi elaborado um questionário sobre cinética química adaptado dos estudos de Cakmakci et al., (2006) e Cakmakci 2010. As questões encontram-se a seguir:

1) Considere uma reação onde dois reagentes químicos, A e B, reagem para formar C:  $A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow C_{(aq)}$ . O professor pediu a Felizbina e Felizberta para usarem o gráfico fornecido e desenharem uma reta mostrando como a velocidade da reação muda com o tempo. Felizbina desenhou a reta do gráfico A, enquanto Felizberta desenhou a reta do gráfico B, esses gráficos estão na figura 1 a seguir:

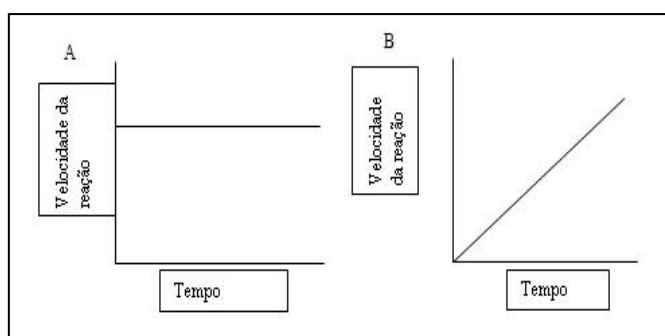


Figura 1. Gráfico A desenhado por Felizbina e gráfico B desenhado por Felizberta.

Desenhe uma reta em um gráfico semelhante para mostrar a velocidade da reação em função do tempo em uma reação química. O que você diria para convencer Felizbina e Felizberta que sua resposta está correta? Explique.

2) Quantidades iguais de reagentes gasosos foram colocados em dois recipientes fechados de diferentes volumes. Explique em qual situação a reação ocorrerá de forma mais rápida.

3) Considere a reação:  $2\text{NO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl}_{(g)} \Delta H < 0$  (Exotérmica)

(i) De que forma o aumento da temperatura do sistema em equilíbrio afeta a velocidade da reação? a) aumentará a velocidade da reação direta; b) aumentará a velocidade da reação inversa; c) aumentará a velocidade das reações direta e inversa; d) diminuirá a velocidade da reação direta; e) diminuirá a velocidade da reação inversa; f) diminuirá a velocidade das reações direta e inversa.

(ii) Justifique o porquê de sua escolha.

4) Considere a seguinte reação química:  $\text{X}_{(aq)} + \text{Y}_{(aq)} \rightarrow \text{Q}_{(aq)} \Delta H < 0$ . A figura 3 mostra um caminho para essa reação não catalisada:

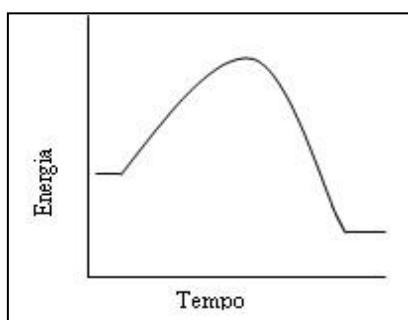


Figura 2. Gráfico Energia x Tempo para a reação não catalisada.

A equação da reação com o catalisador 'W' é:  $\text{X}_{(aq)} + \text{Y}_{(aq)} \xrightarrow{\text{W}} \text{Q}_{(aq)} \Delta H < 0$

Tendo como base os dados supracitados, classifique os itens a seguir em apenas uma categoria: falso ou verdadeiro e justifique a sua resposta.

(i)- O catalisador fornece energia à reação, aumentando a energia de ativação; (ii)- Durante a reação, o catalisador não reage com qualquer um dos reagentes presentes e não se altera no final da reação. (iii)- O catalisador altera os caminhos da reação de tal maneira que a energia de ativação é reduzida.

### Análise das respostas dos estudantes

A análise das respostas para a questão 1, utilizou categorias a priori adaptadas dos estudos de Cakmakci et al., (2006) e categorias construídas a posteriori a partir do agrupamento das respostas dadas pelos estudantes. A categoria Modelo Científico (MC) incluiu as respostas alinhadas com o modelo científico atual, que estabelece que a velocidade de uma reação química é proporcional à concentração dos reagentes. A categoria Modelo de Aumento Constante (MAC) incluiu as respostas que consideravam que a reação química tinha início com velocidade igual a zero e, logo em seguida, aumentava até atingir um valor constante ao final da reação. Na categoria Modelo Constante (MCE), foram agrupadas as respostas que demonstravam que a reação química mantinha velocidade constante do início ao fim. A categoria Resposta Insatisfatória (RI), corresponde às respostas nas quais os alunos afirmaram que a velocidade das reações químicas pode aumentar ou diminuir ao longo do tempo. A categoria Não respondeu (NR), corresponde as respostas deixadas em branco.

A questão 2 visava esclarecer a compreensão dos estudantes sobre o efeito da pressão e da velocidade nas reações químicas gasosas. As categorias estabelecidas a seguir emergiram da análise das respostas dos estudantes.

A categoria Resposta Satisfatória (RS), corresponde às respostas nas quais os estudantes associavam o aumento da velocidade com o aumento da pressão no recipiente. No recipiente menor, a pressão maior permite que as moléculas dos reagentes colidam numa frequência maior e de forma efetiva. Na categoria Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), foram agrupadas as respostas nas quais os estudantes mencionam apenas a diminuição do volume como causa para o aumento da velocidade da reação química.

Na questão 3, considerou-se como resposta Satisfatória (RS) apenas aquelas nas quais os estudantes assinalaram a alternativa C, e justificaram alegando que no estado de equilíbrio a velocidade da reação direta e da reação inversa são iguais. Portanto, o aumento da temperatura do sistema provocará aumento nas velocidades de ambas as reações. Na categoria Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS) foram agrupadas as respostas nas quais os estudantes apenas assinalaram a alternativa C sem justificativa para essa escolha.

Na questão 4, em relação ao item (i), foram consideradas Respostas Satisfatórias (RS) aquelas nas quais estudantes classificaram o item como falso e afirmaram que o catalisador diminui a energia de ativação da reação química.

Quanto ao item (ii), foram consideradas Respostas Satisfatórias (RS) aquelas nas quais os estudantes classificaram o item como falso e afirmaram que o catalisador reage pode reagir com um dos reagentes, mas que é recuperado completamente ao final da reação química.

Em relação ao item (iii), foram consideradas Respostas Satisfatórias (RS) aquelas nas quais os estudantes classificaram o item como verdadeiro e afirmaram que o catalisador acelera a velocidade da reação, pois altera o mecanismo de forma que a energia de ativação é diminuída.

Nos itens (i), (ii) e (iii) da questão 4, as Respostas Parcialmente Satisfatórias (RPS) foram aquelas em que os estudantes apenas classificaram o item corretamente, porém não justificaram a resposta.

Para as questões 2-4 as Respostas Insatisfatórias (RI) são aquelas que não se enquadram nas categorias RS e RPS. A categoria NR corresponde às questões que os estudantes não responderam.

## **Resultados e Discussão**

Na questão 1, apenas três (03) estudantes apresentaram respostas classificadas na categoria MC. Essas respostas estão alinhadas com o modelo científico atual. Esse dado demonstra que os alunos têm dificuldade em explicar a velocidade das reações químicas em função do tempo. A categoria MAC, foi verificada em nove (09) estudantes. A categoria MCE, foi encontrada nas respostas de apenas dois (02) estudantes. A grande maioria das respostas foi classificada como RI, vinte e um (21) estudantes forneceram respostas insatisfatórias, demonstrando que os sujeitos de pesquisa desconhecem como a velocidade das reações químicas se comporta ao longo do tempo. Esses dados corroboram com os da literatura (Cakmakci et al., 2006). Apenas quatro (04) estudantes não responderam essa questão.

Na questão 2, as RS somaram dezessete (17). Esse dado demonstra que boa parte dos estudantes consegue relacionar as variáveis volume (V) e pressão (P) com a velocidade das reações químicas em substâncias gasosas. Resultado semelhante foi obtido por Cakmakci et

al., (2006). Oito (08) estudantes apresentaram RPS. Treze (13) estudantes responderam de forma insatisfatória e um (01) não respondeu a essa questão.

Nenhum estudante respondeu satisfatoriamente à questão 3. Treze (13) deram RPS, ou seja, apenas assinalaram a alternativa correta (C) e não justificaram. Esse dado aponta para dificuldades em entender o estado de equilíbrio das reações químicas e o comportamento da velocidade ao longo do tempo, conforme verificado na questão 1. Vinte e quatro (24) respostas foram classificadas como RI. Dois (02) estudantes não responderam a essa questão.

Em relação ao item (i) da questão 4, apenas dois (02) estudantes responderam de forma satisfatória, eles julgaram o item como falso e alegaram que o catalisador aumenta a velocidade da reação química, pois diminui a energia de ativação. A maior parte, vinte e cinco (25) estudantes julgou o item como falso sem justificar a resposta. Seis (06) apresentaram respostas insatisfatórias, pois julgaram o item equivocadamente como verdadeiro. Seis (06) não responderam.

No item (ii), nenhum estudante respondeu de forma satisfatória. Seis (06) estudantes deram respostas parcialmente satisfatórias. Vinte e nove (29) estudantes apresentaram respostas insatisfatórias. Quatro (04) não responderam.

Quanto ao item (iii), nenhum estudante apresentou resposta satisfatória. As respostas parcialmente satisfatórias somaram quatorze (14) e as insatisfatórias totalizaram vinte e uma (21). Quatro (04) estudantes não responderam.

### **Considerações Finais**

Os resultados mostraram diversas dificuldades de entendimento em relação ao tema cinética química. Esses dados corroboram com investigações internacionais, evidenciando a necessidade de repensar o ensino desse conteúdo visando minimizar as dificuldades e promover a construção de conhecimentos.

### **Agradecimentos e apoios**

CNPQ – Pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

### **Referências – Arial 14 negrito, alinhado à esq, 18pt antes, 12pt depois, espaço simples**

BACHELARD, G. *A filosofia do não*. Lisboa: Editorial Presença, 1991.

BAIN, K. e TOWNS, M. H. A Review of Research on the Teaching and Learning of Chemical Kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, p.17, 246-262, 2016.

CAKMAKCI, 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, p.1795-1815. 2006.

CAKMAKCI, G. Identifying Alternative Conceptions of Chemical Kinetics Among Secondary School and Undergraduate Students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, v.87, n.4, p.49-455. 2010.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro chemistry. *School Science Review*. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, Belo Horizonte, n. 5, p. 24-7, 1997.

JUSTI, R. **Teaching and Learning Chemical Kinetics**, in: Gillbert, J. K.; De Jong. O.; Justi, R.; Tragust, D. and Van Driel, J. H. (ed.), *Chemical Education: Towards Research-Based practice*, Dordrecht, Kluwer, 293-315. 2002.

PERALES, F. JAVIER. **Resolución de Problemas**. Sintesis, 2000.

PITOMBO, L.R. Cinética Química. Nuevos temas de química em la enseñanza secundaria.

**UNESCO**. 31-78. 1974.