

## A Reconstrução Histórica da Cinética Química: Elaboração e aplicação de um instrumento para investigar as idéias dos alunos sobre esse tema.

Simone A. A. Martorano<sup>1</sup> (PG)\*, Maria Eunice R. Marcondes<sup>2</sup> (PQ), Miriam Possar do Carmo<sup>3</sup> (FM). [simonemt@iq.usp.br](mailto:simonemt@iq.usp.br)

1, 2 e 3 Instituto de Química - Universidade de São Paulo. Avenida Professor Lineu Prestes, 748. São Paulo, Brasil.

*Palavras-Chave:* História e Filosofia da Ciência, Cinética Química.

**RESUMO:** Nesse trabalho, apresentamos o resultado de um estudo, onde procuramos identificar quais conhecimentos os alunos do 3º. ano do ensino médio, de uma escola da rede pública de São Paulo, possuíam sobre o tema cinética química. Para isso usamos como instrumento de coleta de dados, um questionário elaborado a partir da reconstrução histórica da cinética química, elaborada anteriormente por uma das autoras desse estudo. O instrumento foi aplicado a 105 alunos, que já haviam estudado cinética química. Procuramos, portanto, identificar qual conhecimento sobre cinética química o aluno construiu após passar pelo ensino formal desse tema. Após a análise dos dados percebemos que os alunos utilizam diferentes modelos teóricos para explicar a velocidade de uma reação como também para explicar a influência da temperatura e da concentração na velocidade.

### INTRODUÇÃO

Atualmente as pesquisas em ensino de ciências, especificamente focadas na história da Química e na filosofia da ciência, têm por objetivo, a partir de análises, proporem abordagens alternativas que contribuem para diminuir as dificuldades que os alunos apresentam na aprendizagem de determinados conceitos químicos.

Wandersee e Griffard (2002) defendem que a história da química pode ajudar os educadores desta área a desenvolver, usar e investigar materiais e estratégias para promover o melhor entendimento, por parte dos alunos, dos conceitos químicos. Para eles o principal objetivo da educação em química é ajudar os estudantes a construir um entendimento significativo da natureza e das transformações da matéria. Sendo assim, o conhecimento de onde estas idéias vêm e como elas foram construídas através do tempo poderão ser úteis aos estudantes na construção desse entendimento. Os estudantes poderão assim, ter a habilidade de conectar os conhecimentos químicos recentemente aprendidos com os seus conhecimentos anteriores e com o conhecimento histórico coletivo da comunidade química global.

Justi e Gilbert (1999) resumiram em quatro argumentos as vantagens de se utilizar a história e a filosofia da ciência no ensino de ciências. Eles são:

- Ensinar os estudantes sobre a natureza da ciência. O ponto principal deste argumento é que a evolução das metodologias científicas tem sido uma das principais realizações culturais da última metade do século passado e, portanto, deveriam fazer parte da educação dos jovens;
- Habilitar os professores a explorarem algum paralelo entre o desenvolvimento histórico da química, e o desenvolvimento do entendimento da química pelos estudantes. Segundo os autores, não há um acordo geral sobre a existência de uma relação entre mudanças na ciência e no entendimento do conteúdo específico;
- Desenvolver nos estudantes a habilidade do pensamento crítico, e

- Ajudar os professores a superarem problemas práticos na produção de metodologias de trabalho que serão utilizados no processo de ensino em sala de aula.

Segundo Moreno et. al (2000), a ciência, como toda atividade humana, é histórica, ou seja, é mutante, não só porque está sujeita à dinâmica do tempo, mas também porque, enquanto transcorre, constrói-se, modifica-se, evolui, amplia-se e desenvolve-se. A história, junto com a filosofia da ciência, ocupa-se em estudar essas mudanças, de como se produzem e das conseqüências que geram.

Escolhemos o capítulo cinética química como tema por considerá-lo 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 (ou caminho) de uma reação.

Quando se aborda cinética química no ensino médio, estudam-se principalmente os fatores que podem influenciar a velocidade de uma reação química e geralmente para demonstrar essa influência, são utilizados experimentos onde o aluno pode observar esse comportamento. Contudo, para o entendimento da cinética química, Justi (1999), aponta que é necessário o entendimento integrado de muitos conceitos fundamentais, como por exemplo, o da natureza particular da matéria e o caráter interativo e dinâmico das reações químicas, portanto, é importante verificar como a visão do estudante, sobre os significados destes conceitos fundamentais, influencia no seu entendimento das idéias qualitativas na cinética química.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi investigar o conhecimento dos estudantes, do 3º. ano do ensino médio, sobre cinética química, utilizando um instrumento elaborado a partir dos Programas de Investigação Científica (Martorano, 2007), identificando assim as principais idéias dos alunos sobre esse tema.

## MARCO TEÓRICO

As idéias de Lakatos fazem parte de uma nova corrente filosófica denominada nova filosofia da ciência surgida a partir da metade do século XX, como resultado de várias críticas ao positivismo, visão filosófica até então dominante. De acordo com essa nova filosofia, o que o cientista observa e investiga é uma “construção” da realidade que está em acordo com a sua formação, marco teórico e até valores sociais, por tanto não existem observações neutras. O que é mais interessante na nova filosofia da ciência, segundo Níaz (2001), é o foco orientado para explicar a mudança das teorias, sendo que anteriormente se pretendia sobre tudo justificá-las. Como representantes desta nova filosofia pode-se destacar os filósofos Popper (1959), Toulmin (1961), Kuhn (1962), Feyerabend (1970), Lakatos (1970) e Laudan (1977).

A competição entre programas de pesquisa, como proposto por Lakatos (1998), juntamente com a história do desenvolvimento da ciência, têm sido utilizadas em pesquisas no ensino de Química (Justi, 1997,1999; Níaz, 1994, 1995 e 2001). Segundo Níaz (2001), essa abordagem provê um instrumento útil para ajudar na reconstrução dos conhecimentos científicos dos estudantes e professores de ciência. O autor defende que a reconstrução histórica de progressos científicos, que conduzem inevitavelmente a controvérsias e debates, pode despertar o interesse dos estudantes e facilitar compreensão de conceitos químicos. Em contraste, currículos de química em geral e livros didáticos não só ignoram o contexto no qual a ciência progride, mas também enfatizam roteiros de aprendizagem e estratégias algorítmicas.

A metodologia de Lakatos, segundo Níaz (2001), tem sido alvo de críticas na literatura da filosofia em ciências. Laudan (Justi; 1999) coloca que o foco desta

metodologia está na mudança das teorias dentro do programa, dizendo que não há uma teoria racional, ou critérios claros para a escolha da teoria que deve fazer parte do núcleo duro do programa. Outro ponto é que os programas são construídos ao redor da idéia do “núcleo duro” que é visto como sendo muito rígido para que possa acomodar as realidades da mudança da teoria. Contudo, uma crítica avaliativa recente concluiu:

“Nós podemos mostrar que a reconstrução racional de Lakatos, ainda que não incorreta nas suas linhas principais de argumentação, pode ser refinada em muitos pontos... Aí não há dúvida, contudo, que o método da reconstrução racional tenha dado uma influência positiva na filosofia da ciência”.  
(Hetzema;1995 em Niaz; 2001, p.245) (tradução nossa)

A caracterização do Programa de Investigação Científica é feita pelos seguintes componentes: o “núcleo duro”, o cinturão protetor e uma heurística. Os dois primeiros correspondem ao conjunto de enunciados gerais, são as teorias aceitas na sua época pela comunidade científica. A heurística pode ser negativa ou positiva, conforme representa orientações de pesquisa a evitar ou a prosseguir.

É a competição entre diferentes programas contemporâneos que faz desenvolver o quadro teórico da explicação científica. O Programa progressivo é aceito pela comunidade científica, enquanto que o programa degenerativo, segundo Lakatos (1998), cairá em desuso, devido à incapacidade demonstrada em explicar novos fatos, em erguer uma teoria coerente.

A reconstrução histórica da cinética química

Os Programas de Investigação Científica (anexo I) foram elaborados a partir do estudo do desenvolvimento histórico da cinética química, e são caracterizados da seguinte forma:

Núcleo duro: formado pelo modelo teórico que explica a velocidade de uma reação química, considerando-se o entendimento dos aspectos microscópicos da mesma.

O cinturão protetor é formado por dois atributos que influenciam a velocidade de uma reação química, sendo que tais influências devem ser explicadas pelas teorias do núcleo do programa de investigação, são eles: a concentração das substâncias reagentes e a temperatura.

Portanto, os cientistas, na tentativa de construir modelos teóricos para explicar, em termos microscópicos, a velocidade de uma reação química (núcleo duro), devem ser guiados pelas seguintes questões que formam a Heurística positiva dos Programas de Investigação Científica: De que modo a velocidade de uma reação química depende das concentrações das substâncias reagentes? e Como a temperatura pode influenciar a velocidade de uma reação química?

Pode-se observar no desenvolvimento histórico da cinética química que, em vários momentos com o intuito de resolver algum problema específico, eram propostas pelos cientistas, novas teorias que possuíam um poder explicativo maior que as teorias anteriores, e assim essas novas teorias substituíam as antigas. Portanto, considerou-se que um programa de investigação suplanta o anterior, quando apresenta explicações mais amplas sobre as velocidades das reações químicas (núcleo do programa).

## **METODOLOGIA**

O instrumento de análise foi elaborado a partir dos Programas de Investigação Científica (PIC) anteriormente descritos, onde cada alternativa representa o conhecimento sobre cinética química de um dos quatro programas (anexo 2). Foram elaboradas cinco questões objetivas, onde os alunos escolhiam a resposta que achavam mais adequada, indicando se concordavam completamente com a resposta, discordavam ou não tinham certeza sobre a resposta.

O instrumento foi aplicado, em novembro de 2009, em uma escola da rede pública da região do ABC do estado de São Paulo. Participaram da pesquisa quatro turmas de terceiro ano do ensino médio, num total de 105 alunos. É importante salientar que os alunos, que participaram desse estudo, já haviam passado pelo ensino formal de cinética química.

Na análise das respostas dos alunos, para esse trabalho, foram somente consideradas as alternativas em que os alunos concordavam completamente com a resposta. Os alunos podiam concordar com mais de uma afirmação em cada questão do instrumento.

## RESULTADOS

Na primeira questão do instrumento, perguntava-se aos alunos como eles explicariam, em termos microscópicos, a ocorrência de uma reação química. Esse era, portanto, o conhecimento relativo ao núcleo do PIC. Podemos observar no gráfico abaixo (fig.1) que muitos dos alunos escolheram as explicações referentes ao PIC I e PIC IV. Ou seja, escolhem respectivamente o modelo que foi elaborado inicialmente, onde só o encontro entre as moléculas permitiam a ocorrência de uma reação (PIC I), ou escolheram o modelo, mas atual que inclui a explicação da ocorrência de uma reação através da teoria do estado de transição (PIC IV).

É importante observar que nessa primeira questão que 47% dos alunos escolheram como resposta mais de uma alternativa.

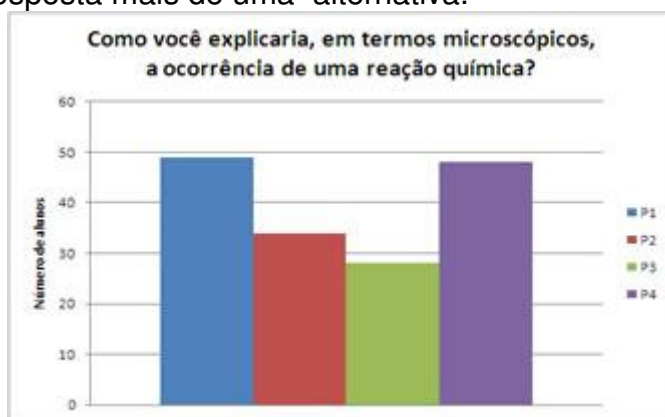


Figura 1: gráfico relativo às respostas a 1ª. questão.

Para explicar a velocidade de uma reação, em termos microscópicos (2ª. questão), conhecimento que como o anterior faz parte do núcleo do programa, podemos observar que 41% alunos concordaram com a explicação dada pelo PIC I como também igualmente 41% alunos escolheram PIC II. Esses alunos, portanto, escolheram as explicações que foram desenvolvidas antes da primeira teoria molecular ter sido elaborada para explicar a velocidade de uma reação química, a teoria das colisões.



Figura 2: gráfico relativo às respostas a 2ª. questão.

A terceira e a quarta questão se referem à heurística positiva do programa de investigação científica (anexo I). Quanto ao modelo para explicar o efeito da concentração na velocidade de uma reação química (3ª. questão), 39% dos alunos escolheram o PIC IV, onde a velocidade da reação é proporcional à concentração do complexo ativado.

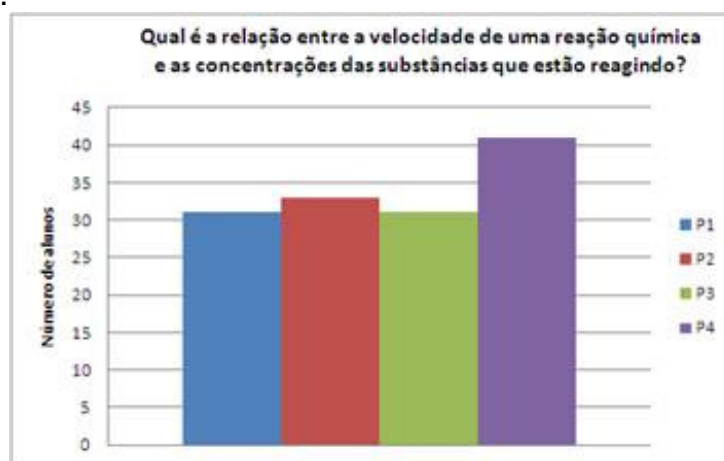


Figura 3: gráfico relativo às respostas a 3ª. questão

Para explicar o efeito da temperatura (4ª. questão), 81% dos alunos escolheram a alternativa referente ao PIC I, ou seja, os alunos sabem que determinadas reações químicas, quando aquecidas, ocorrem mais rapidamente, contudo, não utilizam um modelo microscópico para explicar porque isso ocorre. Podemos perceber então, a dificuldade dos alunos em explicar a influência da temperatura na velocidade de uma reação química.

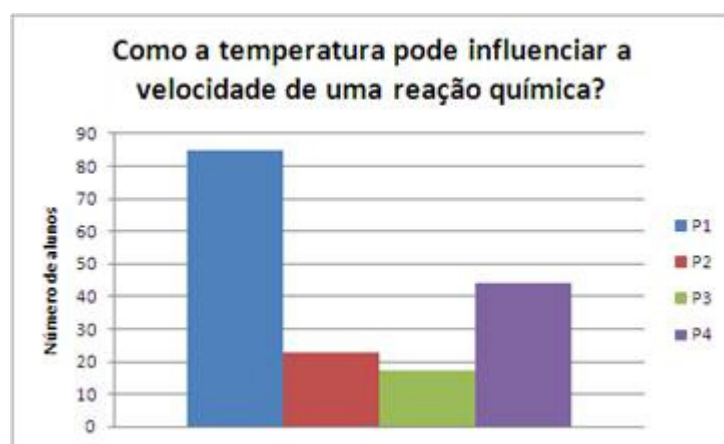


Figura 4: gráfico relativo às respostas a 4ª. questão

A última questão tinha por objetivo verificar qual o entendimento do aluno em relação à energia de ativação. Podemos notar que no questionário as alternativas referem-se ao PIC II em diante, isso porque só a partir desse período de tempo é que o termo energia começou a ser relacionado à velocidade de uma reação química.

Observamos que 47% dos alunos escolheram o PIC II para explicar o significado da energia de ativação, onde essa é o valor mínimo de energia que as moléculas reagentes devem possuir para que uma reação química ocorra. Somente 34% dos alunos escolheram o PIC III, referente ao significado de energia de ativação dado por Arrhenius, como sendo o de uma “barreira de energia”, mesmo sendo essa explicação encontrada em muitos livros didáticos. Somente 18% dos alunos concordaram com mais de uma alternativa nessa questão, podemos então inferir que, o significado de energia de ativação que eles possuíam, era bem coerente com o programa que eles escolheram.



Figura 5 gráfico relativo às respostas a 5ª. questão

## CONCLUSÃO

Pela análise dos resultados podemos perceber que os alunos utilizam diferentes programas de investigação científica, para explicar os diferentes aspectos envolvidos no tema cinética química. Por exemplo, para explicar a velocidade de uma reação química em termos microscópicos, os alunos utilizaram com maior frequência o PIC I e II, para explicar o efeito da concentração utilizaram os quatro programas, sendo que o PIC IV o programa mais utilizado. Contudo, para explicar o efeito da temperatura na velocidade de uma reação química a maioria dos alunos utilizou o primeiro programa (fig.4).

Mostrar as diferentes idéias que os alunos possuem sobre a cinética química pode ser útil no planejamento das atividades para o ensino desse tema.

Percebemos a dificuldade dos alunos em utilizar um modelo microscópico para explicar, por exemplo, o efeito da temperatura. Isso pode ser devido à maneira como a cinética química é tratada em sala de aula pelos professores como também é apresentada pelos livros didáticos. Percebemos nos livros didáticos (Martorano, 2007) a dificuldade de os autores fazerem propostas que permitam uma aprendizagem por parte dos alunos dentro da visão microscópica, os alunos dificilmente são motivados a construí-la, mas são intensamente informados destas idéias científicas de forma pronta e acabada. O que se nota na maioria dos livros didáticos é a ênfase dada ao aspecto empírico e matemático no tratamento dos conceitos envolvidos no tema cinética química.

Segundo Justi (1997), as possíveis justificativas para esse tipo de abordagem seriam: a familiaridade dos estudantes com as leis da mecânica, o que poderia facilitar

o entendimento destas idéias, ou a grande ênfase que é dada à abordagem matemática no ensino de química em geral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JUSTI, R.; Gilbert, J. K.; History and Philosophy of Science Through Models: The Case of Chemical Kinetics. **Science and Education**,(8); p. 287-307.1999.

JUSTI, R.; **Models in the Teaching of Chemical Kinetics**. Tese de Doutorado. University of Reading; 1997.

LAKATOS, I.; **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Biblioteca de filosofia contemporânea. Edições 70; 1998.

LAILER, K. J. ;**The World of Physical Chemistry**.Pp.233-283. Oxford Univ. Press; 1993.

MARTORANO A. A.S; **As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2007.

MORENO, M.; Sastre, G.;Bovet,M.;Leal, L.; **Conhecimento e Mudança. Os Modelos Organizadores na construção do conhecimento**. Editora da UNICAMP. Editora Moderna..2000. p.327-334

NÍAZ, M.; Más allá del Positivismo: Una Interpretación Lakatosiana de la Enseñanza de las Ciências. **Enseñanza de las Ciências**,12 (1). p.97-100.1994.

NÍAZ, M.; Teaching Chemistry as Rhetoric of Conclusions or Heuristic Principles – A History and Philosophy of Science Perspective. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe** (1), p. 315-322. 2000.

NÍAZ, M.; How Important are the Laws of Definite and Multiple Proportions in Chemistry and Teaching Chemistry?-A History and Philosophy of Science Perspective. **Science & Education** (10), p. 243-266.2001.

PEREIRA, N. J. C.; **Reflexões sobre conceitos da cinética química e equilíbrio químico**. Ed. do autor. 2004.p.1- 40

VINCENT, B. B.; Stengers, I.; **História da Química**. Instituto Piaget. 1992. p.309-345

WANDERSEE,J.H;Griffard,.B.; The History of Chemistry: Potential and Actual Contributions to Chemical Education. **Chemical education: Towards Research-based practice**. Kluwer Academic Publishers. 2002. p.29-46.

## ANEXO I- PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (MARTORANO,2007)

### QUADRO I- RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA. EXPLICAÇÃO, EM TERMOS MICROSCÓPICOS, DA VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA.

<b>Programas de Investigação Científica</b>	<b>Núcleo do programa:</b> <b>a) Como se pode explicar, em termos microscópicos, a velocidade de uma reação química?</b>
<b>I- Wilhelmy, Harcourt, Esson e Berthelot (1850-1865)</b>	<p>A reação química é um processo no qual partículas se encontram umas com as outras resultado em novas substâncias, sendo a velocidade de uma reação química proporcional a concentração das substâncias que estão reagindo em um determinado intervalo de tempo.</p>
<b>II- Pfaundler e Van't Hoff (1872-1888)</b>	<p>Somente as partículas que possuem mais de uma energia crítica <math>E</math> (definida na lei de Maxwell como sendo igual a <math>\exp(-E/RT)</math>), conseguem participar de uma reação química. Portanto, a velocidade de uma reação depende dessas partículas que possuem uma certa quantidade de energia.</p>
<b>III- Lewis, Ostwald e Arrhenius (1889-1918)</b>	<p>Uma reação química pode ser causada por colisões entre partículas que possuem uma determinada quantidade de energia (Energia de ativação) suficiente para superar a barreira de energia desta reação. Portanto, a velocidade de uma reação depende da frequência de colisões entre partículas que possuem uma certa quantidade de energia.</p>
<b>IV- Tolman, Eyring, Polanyi, e Evans (1920-1935).</b>	<p>Durante a reação química a energia potencial aumenta à medida que os reagentes se aproximam. O complexo ativado de uma reação é a configuração onde o ponto de energia potencial é o mais alto, ali as moléculas chegam a um grau de proximidade e distorção tais que qualquer distorção adicional as leva em direção aos produtos. Portanto, a velocidade de uma reação química está relacionada à formação do complexo ativado.</p>



## QUADRO II - RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA. INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO NA VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA.

<b>Heurística Positiva:</b>	
<b>Programas de Investigação Científica</b>	<b>b) De que modo às velocidades das reações químicas dependem das concentrações das substâncias reagentes?</b>
<b>I- Wilhelmy, Harcourt, Esson e Berthelot (1850-1865)</b>	<p>A velocidade da reação é proporcional a quantidade de substâncias que estão reagindo num dado tempo. Portanto, quanto maior a quantidade de substâncias, maior é chance de ocorrer interação entre as elas, o que pode acarretar um aumento de velocidade desta reação.</p> <p>Uso de equações diferenciais como a base para a interpretação de um fenômeno químico.</p>
<b>II - Pfaundler e Van't Hoff (1872-1888).</b>	<p>A velocidade da reação é proporcional ao número de partículas que possuem um valor mínimo de energia, denominada energia crítica.</p> <p>Uso do cálculo diferencial e integral para obter equações que relacionam a velocidade de uma reação química com a concentração dos seus reagentes.</p> <p><math>v = k c^n</math>, onde <math>k = A e^{-E/RT}</math>, onde a ordem <math>n</math> de uma reação química é determinada experimentalmente.</p>
<b>III - Lewis, Ostwald e Arrhenius (1889-1918).</b>	<p>A velocidade da reação é proporcional ao número de partículas que conseguem transpor a barreira de energia daquela reação.</p> <p>Introdução do termo ordem de uma reação no lugar da "molecularidade" de Van't Hoff.</p> <p>Introdução do método de isolamento.</p> <p>Introdução da idéia de <i>meia vida</i> de um reagente.</p>
<b>IV - Tolman, Eyring, Polanyi, e Evans (1920-1935).</b>	<p>A velocidade de uma reação está relacionada a concentração do complexo ativado:</p> <p><i>Velocidade = (concentração do complexo ativado) x (frequência de decomposição do complexo ativado)</i></p> <p>Uso da superfície de energia potencial para calcular a concentração dos reagentes (matemática estatística).</p>

### QUADRO III - RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA.

#### Heurística Positiva:

**Programas de Investigação Científica**      **c) Como a temperatura pode influenciar a velocidade de uma reação química?**

**I -Wilhelmy, Harcourt, Esson e Berthelot (1850-1865)**      A temperatura pode influir na velocidade de uma reação química, mas não existe um entendimento de como isto ocorre.

**II -Pfaundler e Van't Hoff (1872-1888)**      Um aumento de temperatura causa um acréscimo na frequência de interação das partículas reativas o que dá origem a um aumento na velocidade da reação química.

**III - Lewis, Ostwald e Arrhenius (1889-1918)**      Um mínimo de energia é necessário para a ocorrência de uma reação está associado com uma "barreira de energia" ( $E_a$ , energia de ativação) para aquela reação.

O equilíbrio entre as partículas normais e ativas poderá ser deslocado com a temperatura de acordo com a equação de Arrhenius ( $k = A e^{-E_a/RT}$ ), de forma que a velocidade poderá variar com a temperatura da mesma forma ( $v = k c^n$ ).

**IV - Tolman, Eyring, Polanyi, e Evans (1920-1935).**      Para uma reação de uma simples etapa, a energia de ativação ( $E_a$ ) é igual à diferença entre a energia do complexo ativado e a energia média das substâncias reagentes.

Quanto menor for a energia de ativação do complexo ativado, maior será a velocidade da reação.

## ANEXO II- QUESTIONÁRIO ELABORADO A PARTIR DOS PICs

**INSTRUÇÕES:** APÓS A LEITURA DE CADA UMA DAS QUESTÕES, MARQUE UM X, SE VOCÊ CONCORDA COM A RESPOSTA OU SE VOCÊ DISCORDA OU SE VOCÊ NÃO CERTEZA DA RESPOSTA.

**LEGENDA:** C: CONCORDA COMPLETAMENTE COM A RESPOSTA. D: DISCORDA. NC: NÃO TEM CERTEZA.

<b>I. Como você explicaria, em termos microscópicos, a ocorrência de uma reação química?</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>NC</b>
Uma reação química ocorre quando há o encontro entre moléculas que possuem um determinado valor mínimo de energia.			
Uma reação química ocorre quando há o choque, entre as moléculas dos reagentes, que possuem um determinado valor mínimo de energia e também uma orientação espacial apropriada.			
Uma reação química ocorre quando as moléculas se chocam, com um determinado valor de energia, formando-se uma associação mais complexa que as duas moléculas iniciais (complexo ativado). Este arranjo instável se decompõe, dando origem aos produtos.			
Uma reação química ocorre quando as moléculas das substâncias reagentes se encontram uma formando novas substâncias (produtos).			
<b>II. Como você explicaria, em termos microscópicos, a velocidade de uma reação química?</b>			
A velocidade de uma reação depende do número de moléculas que possuem um determinado valor de energia necessário para que a reação ocorra.			
A velocidade de uma reação química depende da frequência com que o complexo ativado, formado durante a quebra e a formação de novas ligações, são convertidos em produtos.			
A velocidade de uma reação química depende do número de colisões por segundo que acontecem entre as moléculas reagentes que possuem um determinado valor de energia.			
A velocidade de uma reação química é proporcional ao número de moléculas que estão reagindo num determinado tempo.			
<b>III. Qual é a relação entre a velocidade de uma reação química e as concentrações das substâncias que estão reagindo?</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>NC</b>
Quanto maior a concentração das moléculas que possuem um valor mínimo de energia, maior a velocidade desta reação.			
Quanto maior a quantidade de substâncias, maior é chance de ocorrer interação entre as elas, o que pode acarretar um aumento de velocidade desta reação.			
Quanto maior a concentração do complexo ativado, maior a velocidade desta reação.			
Quanto maior a concentração de moléculas que conseguem transpor a barreira de energia dessa reação química, maior a velocidade desta reação.			
A velocidade de uma reação química não depende da concentração das substâncias que estão reagindo.			
<b>IV. Como a temperatura pode influenciar a velocidade de uma reação química?</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>NC</b>
As variações de temperatura exercem grande influência sobre a velocidade das reações químicas. Geralmente as reações ocorrem mais rápido quando aquecidas.			
A elevação da temperatura causa um aumento do número de moléculas com energia necessária para a formação do complexo ativado de uma determinada reação química.			
A elevação da temperatura causa um aumento do número de moléculas com energia necessária para participarem da reação química.			
A elevação da temperatura causa um aumento do número de moléculas com energia necessária para transpor a barreira de energia de uma determinada reação química.			
A velocidade de uma reação química não depende da temperatura.			
<b>V. O que você entende por energia de ativação?</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>NC</b>
É o valor mínimo de energia que as moléculas reagentes devem possuir para que uma reação química ocorra.			
É igual à diferença entre a energia média das moléculas capazes de reagir e a energia de todas as moléculas.			
É o valor mínimo de energia necessário que as moléculas devem possuir para transpor a barreira de energia de uma determinada reação química.			