

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**  
**PROFQUI - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional**

**MAYARA ANTLER**

**O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DO APLICATIVO “QUÍMICA NA MÃO -  
CINÉTICA”: UMA APOSTILA INTERATIVA AO ALCANCE DO ALUNO**

**Porto Alegre**

**2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROFQUI - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional**

**MAYARA ANTLER**

**O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DO APLICATIVO “QUÍMICA NA MÃO -  
CINÉTICA”: UMA APOSTILA INTERATIVA AO ALCANCE DO ALUNO**

**Dissertação de Mestrado Profissional realizada sob a orientação da Professora Dra. Silvana Inês Wolke pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da UFRGS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.**

**Porto Alegre  
2021**

### CIP - Catalogação na Publicação

Antler, Mayara

O ensino de Química através do aplicativo "Química na mão - Cinética": uma apostila interativa ao alcance do aluno / Mayara Antler. -- 2021.

83 f.

Orientadora: Silvana Inês Wolke.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Cinética Química e Catalisadores. 2. Ensino de Química. 3. Aplicativo para o ensino de Cinética Química. I. Wolke, Silvana Inês, orient. II. Título.

**MAYARA ANTLER**

**O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DO APLICATIVO “QUÍMICA NA MÃO -  
CINÉTICA”: UMA APOSTILA INTERATIVA AO ALCANCE DO ALUNO**

**Dissertação de Mestrado Profissional realizada sob a orientação da Professora Dra. Silvana Inês Wolke pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da UFRGS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.**

Aprovado em \_\_\_ de \_\_\_ de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Silvana Inês Wolke  
Orientadora - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Profa. Dra. Aline Grunewald Nichele  
Examinadora – Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre

---

Prof. Dra. Elisa Barbosa Coutinho  
Examinadora - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Marcelo Priebe Gil  
Examinador - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Mara e Germano, por todo amor dedicado, pelos valores ensinados e por sempre incentivarem e apoiarem minhas decisões.

Ao Cris, pelo companheirismo, incentivo e apoio.

A Jenny por estar sempre ao meu lado.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao programa de Mestrado Profissional PROFQUI pelas oportunidades de crescimento e aprendizado.

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre pela formação humana e diferenciada.

Aos colegas e amigos que debateram comigo ideias e experiências, e colaboraram para a conclusão desta etapa.

Aos colegas do PROFQUI pelo apoio, parceria e troca de experiências, em especial à Morgana, minha grande companheira desta e de outras jornadas.

Aos alunos e ex-alunos pelo eterno incentivo à busca de uma prática docente mais humana e mais significativa.

À professora Dra. Aline Nichele por tantos ensinamentos ao longo da vida acadêmica, desde o início. Por representar a educação pública, gratuita e de qualidade.

À minha orientadora, professora Dra. Silvana Wolke, por sua incansável disposição em incentivar, ensinar e aprender durante todo esse processo.

## RESUMO

Estudos indicam que alunos apresentam dificuldades de aprendizagem no estudo de Cinética Química. As atuais demandas de ensino e aprendizagem consideram as tecnologias digitais, acessíveis a professores e alunos, como importantes recursos educacionais. O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo educacional desperta o interesse do aluno e cria uma atitude positiva em relação à aprendizagem. Para tanto, foi criado o produto educacional *Química na Mão - Cinética*, um aplicativo desenvolvido para o sistema operacional *Android* através da plataforma *MIT APP INVENTOR*.

O objetivo principal deste trabalho é descrever as etapas que levaram à construção deste aplicativo. A sua criação justifica-se pela indisponibilidade de aplicativos gratuitos em português para o ensino de Cinética Química. O aplicativo visa proporcionar a construção de conhecimentos em conceitos sobre Cinética Química e Catalisadores para que o aluno possa assumir uma postura mais autônoma no seu processo de aprendizagem. Foi desenvolvido para funcionar como uma cartilha interativa, de uso intuitivo, sem internet. Os conteúdos são explicados por meio de textos, imagens, vídeos com experimentos e *quizzes* que testam os conhecimentos adquiridos.

A versão final do *Química na Mão - Cinética* foi ajustada e aprimorada considerando a análise da versão inicial do aplicativo. Além disso, para o uso em sala de aula, sugere-se uma sequência didática.

Palavras-chave: Cinética Química e Catalisadores. Ensino de Química. Aplicativo para o ensino de Cinética Química.

## ABSTRACT

Several studies indicate that chemical kinetics is perceived by students as one of the most difficult subjects in chemistry courses. The current demands of teaching and learning consider digital technologies, accessible to teachers and students, as important educational resources. The use of Information and Communication Technologies (ICT) in the educational process awakens student interest and creates a positive attitude towards learning. Therefore, the educational product, *Química na Mão - Cinética*, was created, an *Android* system application using the *MIT APP INVENTOR* platform.

The main objective of this work is to describe the steps that led to the construction of this application. Its creation is justified by the unavailability of free applications in Portuguese for teaching Chemical Kinetics. The application aims to provide the construction of knowledge in concepts about Chemical Kinetics and Catalysts so that the student can assume a more autonomous position in their learning process. It was developed to work as an interactive booklet, intuitive to use, without the internet. The contents are explained through texts, images, videos with experiments, and quizzes that test the acquired knowledge.

The final version of *Química na Mão – Cinética* was adjusted and improved considering the analysis of the initial version of the application carried out with the students. For use in the classroom, a didactic sequence is suggested.

Keywords: Chemical Kinetics and Catalysts. Chemistry Teaching. Application for teaching Chemical Kinetics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dimensões do Conhecimento Químico.....	10
Figura 2 - Variação da concentração de reagentes e produtos com o tempo .....	16
Figura 3 - Variação da concentração do reagente A com o tempo e velocidade média .....	17
Figura 4 - Velocidade Instantânea.....	18
Figura 5 - Diminuição da energia de ativação pelo catalisador .....	21
Figura 6 - Interface do dispositivo ESCOLA RS – PROFESSOR com dados sobre o professor, escola, aulas e turmas, avaliações e registros. ....	27
Figura 7 - Tela inicial do Ambiente de Programação do MIT App Inventor do projeto piloto do Química na Mão: Cinética.....	33
Figura 8 - Tela inicial do aplicativo MIT AI2 Companion onde o programador faz a comparação do Ambiente de Programação com a interface final do usuário .....	34
Figura 9 - Dados mercado brasileiro de smartphones.....	36
Figura 10 - recortes da versão inicial do aplicativo Química na Mão: Cinética .....	51
Figura 11 - Tela de apresentação do Química na Mão: Cinética .....	55
Figura 12 - Outras telas do Química na Mão: Cinética.....	56
Quadro 1 - Aplicativos disponíveis para o ensino de Cinética Química e Catalisadores - Apple Store.....	42
Quadro 2 - Aplicativos disponíveis para o ensino de Cinética Química e Catalisadores - Google Play Store. ....	46



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EDUCOM - Educação com Computador

NTE - Núcleos de Tecnologia Educacional

PROINFO - Programa Nacional de Informática

PRONINFE - Programa Nacional de Informática Educativa

TD - Tecnologias Digitais

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

TMSF - Tecnologias Móveis Sem Fio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSTA E OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1	PROPOSTA.....	13
2.2	OBJETIVO GERAL .....	14
2.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1	ABORDAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA EM LIVROS DIDÁTICOS.....	15
3.2	CATALISADORES.....	20
3.3	ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA .....	23
3.4	O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NO ENSINO DE QUÍMICA.....	26
3.5	USO DE APLICATIVOS NO ENSINO DE QUÍMICA E DE CINÉTICA QUÍMICA	30
3.6	SOBRE APLICATIVOS E O <i>APP INVENTOR DO MIT</i> .....	32
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE ESTA PESQUISA.....	39
5.2	SELEÇÃO E ANÁLISE DE APLICATIVOS PARA CINÉTICA QUÍMICA .....	40
5.3	PLANEJAMENTO E CRIAÇÃO DO APLICATIVO .....	50
5.4	ANÁLISE DA VERSÃO INICIAL DO APLICATIVO .....	51
5.5	ELABORAÇÃO DA VERSÃO FINAL DO APLICATIVO .....	53
5.6	O PRODUTO EDUCACIONAL.....	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE A – O PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE B – SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA USO DO APLICATIVO E INSTRUÇÕES PARA INSTALAÇÃO</b> .....	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE C – PERCEPÇÕES DOS ALUNOS APÓS O USO DA VERSÃO PILOTO DO APLICATIVO</b> .....	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE D – ARQUIVO DISPONIBILIZADO AOS ALUNOS QUE POSSUEM <i>SMARTPHONE</i> COM SISTEMA OPERACIONAL DIFERENTE DO <i>ANDROID</i></b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A química é a parte da área do conhecimento das Ciências da Natureza que estuda a constituição de toda matéria ao nosso redor. Está em nosso cotidiano de muitas formas e não é difícil relacionar sua existência e importância, porém acaba se tornando de difícil entendimento pois estudar a estrutura da matéria envolve conceitos microscópicos e abstratos que nem sempre fazem sentido ou são de interesse do aluno. Para o entendimento de um conceito simples, como por exemplo, porque água com sal conduz corrente elétrica e água pura não, é necessário o entendimento de tantos outros conceitos específicos e abstratos que, muitas vezes, até que se chegue na parte interessante da química, o aluno já perdeu o interesse.

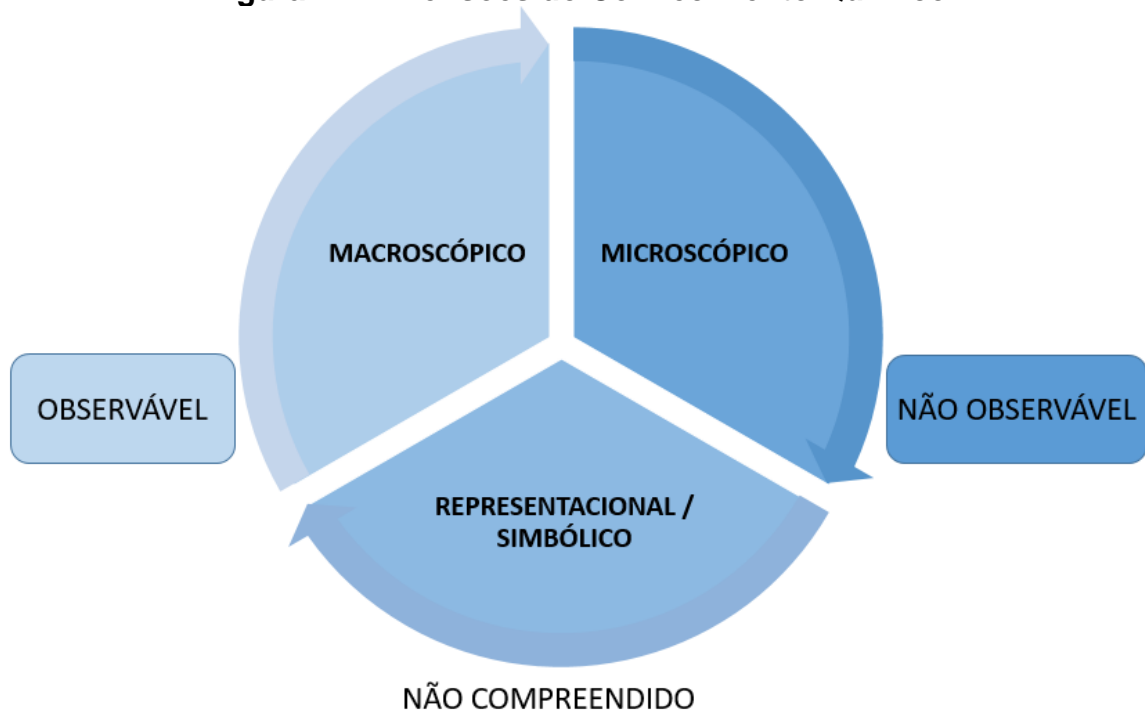
Para Sirhan (2007) o conhecimento químico é aprendido em três níveis: submicroscópico, microscópico e simbólico, e as interações e distinções entre eles são importantes para a compreensão dos conceitos químicos.

Giordan e Góis (2011) caracterizam esses níveis da seguinte forma:

- Macroscópicos: perceptíveis e observáveis através de informações sensoriais e medições concretas;
- Microscópicos: fundamentação teórica para interpretar os fenômenos;
- Representacional ou Simbólica: representação por símbolos, fórmulas e equações, ou materialização semiótica da realidade.

Sendo assim, o conhecimento em química deve ser construído de forma a relacionar esses níveis, sendo o macroscópico e submicroscópico complementares, aproximando a teoria da realidade enquanto que o representacional nem sempre é atrativo ao aluno, pois ele se trata de uma tradução dos outros dois numa linguagem não tão usual e cotidiana e que, na maioria das vezes, envolve conhecimentos e habilidades de nível mais elevado.

**Figura 1 - Dimensões do Conhecimento Químico**



Fonte: elaborado com base em Giordan e Góis, 2011.

Neste contexto, a cinética química é uma parte da química abstrata e, por esse motivo, os alunos apresentam dificuldades de compreensão sobre os diversos conceitos e a relação com outros conteúdos da química. Essa dificuldade de aprendizagem se deve ao fato de os alunos não visualizarem conexões do tema com seu cotidiano e à forma como esses conteúdos são explicados em aulas expositivas.

Considerando especificamente o ensino de cinética química, constatamos que as atividades didáticas, muitas vezes, são baseadas em aulas expositivas, que não levam em conta nem os conhecimentos prévios nem o cotidiano dos alunos. Isto torna o ensino deste tópico desmotivante e o discurso do professor é tomado como “dogma de fé”. (LIMA et. al., 2000, p. 26).

Nos dias atuais, motivar um aluno da educação básica tem sido uma das tarefas mais difíceis de ser professor. Há uma nova escola, que surgiu após um período de isolamento e de aulas remotas, que modificou brutalmente a forma de ensinar e aprender. Modificar a prática docente não é fácil, mas faz parte da profissão docente a dinâmica em sua prática. Porém para o aluno, essa dinâmica não caminha na mesma velocidade. Pozo e Crespo (2009) discutem a questão da motivação dos alunos, apontando ser ela um dos problemas mais graves no ensino de ciências, e, ainda, sua importância afirmando que sem motivação não há aprendizagem. E esse

é um problema do aluno, com sua metodologia de aprender, e do professor, com sua metodologia de ensinar. A escola com um sistema de motivação extrínseca (aquela em que não é a ciência que faz o aluno aprender, mas as consequências de ser aprovado ou não) não cabe mais nos dias de hoje, então a motivação do aluno deve partir dos seus interesses, da busca pela conexão com seu mundo cotidiano e de forma a introduzi-lo na tarefa científica.

A utilização de um material elaborado pelo próprio professor regente da turma ou mesmo um texto de livro didático, pode, dependendo da abordagem, ser apenas um meio de informação sem promover uma interação entre a informação e quem a recebe. Para Moreira e Dos Anjos (2011, p. 93) “A explicação de todos os pormenores deixaria qualquer texto, por mais empolgante que fosse a temática abordada, muito desinteressante.” Partindo dessa premissa, é necessário adotar estratégias para despertar o interesse dos alunos pelo tema e, até mesmo, fazer com que o aluno se aproprie dos conceitos a serem desenvolvidos assumindo uma posição mais ativa no aprendizado.

Em contrapartida, o atual uso de dispositivos móveis com conexão sem fio e interface sensível ao toque (*touch-screen*) como *smartphones* e *tablets* é comum pela comunidade escolar. Hoje em dia todo jovem estudante do Ensino Médio vai para a aula com seu *smartphone* e interage com ele boa parte do seu dia, seja em redes sociais, redes de comunicação, jogos entre outros. Seu uso constante é uma realidade e, ao invés de proibir seu uso em sala de aula, seria mais prudente direcionar seu uso para um fim pedagógico em que o conteúdo gerado nele poderia ser explorado com outro tipo de linguagem como vídeos, imagens e gráficos. Muitas vezes essas linguagens proporcionam uma construção com mais sentido do que a simples leitura de um texto teórico ou a aula expositiva, ou seja, tornando o aprendizado mais interessante. Assim, o desenvolvimento de uma ferramenta que possa ser utilizada em conjunto com essa tecnologia, tornaria ao estudante mais fácil e atrativo o estudo de alguns conteúdos. Neste caso, um aplicativo pode ser considerado como um facilitador e um estimulante para o aluno estudar e construir conceitos durante as aulas de química.

Diante dessa dificuldade em estabelecer relações entre as três dimensões do conhecimento químico, acredita-se que a utilização de TMSF<sup>1</sup>, que propiciem

---

<sup>1</sup> TMSF: tecnologias móveis sem fio.

a pesquisa, a construção de modelos, analogias e representações em situações de ensino e de aprendizagem contribuam para o entendimento da Química. Para tanto, pressupõem-se que essas TMSF possam contribuir para a elaboração do pensamento científico, assumindo, por exemplo, papel semelhante ao de uma atividade experimental realizada em laboratório de ciências, diminuindo o distanciamento entre a compreensão e correlação entre as dimensões do conhecimento químico. (NICHELE, 2015, p. 47, nota nossa).

Diante do exposto acima e de uma prática docente que prioriza o uso dos dispositivos móveis para fins didáticos, esse trabalho tem como finalidade última apresentar um aplicativo educacional, gratuito e em português para o ensino e aprendizagem de Cinética Química, o “*Química na Mão: Cinética*”, e, através de pesquisas bibliográficas, justificar a relevância de seu uso por alunos de Ensino Médio. A pesquisa sempre girou em torno de chegar em um recurso digital para educação. Inicialmente foi pensado em um hipertexto e posteriormente no aplicativo. Sendo assim chega-se a dois problemas de pesquisa: um direcionado ao ensino de Cinética Química e outro relacionando o conteúdo ao uso de aplicativos educacionais.

Problema 1: É difícil aprender e ensinar cinética química?

Problema 2: Há aplicativos educacionais em português para o ensino de cinética química?

Estes problemas se complementam na busca pela solução. Sim, é difícil aprender e ensinar Cinética Química. É difícil ao aluno, pois por mais que seja um conteúdo com muitas possibilidades de contextualização, as partes submicroscópicas e representacionais são muito específicas, envolvem relação com outros conteúdos também específicos, envolvem relações matemáticas e acabam afastando o que é contextualizado, o que é macroscópico, do que é efetivamente estudado. A maior dificuldade realmente está em relacionar o visível, o teórico e as representações. É difícil para o professor, pois há esta constante busca por mediar e proporcionar da melhor forma possível essas relações.

Sendo assim, o problema de pesquisa gerado após estes questionamentos é: **um aplicativo serviria para mediar de forma mais eficiente as relações necessárias à aprendizagem de Cinética Química?** Após a pesquisa bibliográfica, se comprovou a falta de um recurso específico para o ensino de Cinética Química, gratuito e em português. Neste caso se justifica a construção do aplicativo Química na Mão: Cinética.

## 2 PROPOSTA E OBJETIVOS

Descrição da proposta deste trabalho, com uma breve justificativa para a escolha do tema e dos objetivos geral e específicos que nortearam a pesquisa.

### 2.1 PROPOSTA

A proposta consiste na investigação relatada em literatura das dificuldades de aprendizagem em Cinética Química, dos recursos disponíveis para o ensino desse conteúdo e na elaboração de um produto educacional com a finalidade de ser um facilitador interessante e diferenciado no processo de ensino e aprendizagem.

O tema de pesquisa foi escolhido por ser um assunto de interesse mútuo da orientadora e da autora desta dissertação e por ser um dos conteúdos com maior dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos e com poucos recursos disponíveis na educação básica para seu desenvolvimento.

Assim, optou-se pelo uso de Tecnologias Digitais (TDs), mais especificamente o uso de aplicativos, porque esse recurso vem sendo amplamente implementado com vistas a facilitar a aprendizagem em várias áreas do conhecimento, incluindo o ensino de Química. Com o advento do ensino remoto, ensino híbrido, distanciamento social, o uso desses recursos foi potencializado e, provavelmente, será o legado dessa transformação pela qual a Escola e a comunidade escolar estão passando.

Para a obtenção do título de mestre em programas de Mestrado Profissional é necessário o desenvolvimento de um Produto Educacional com o objetivo de melhorar o ensino de Química.

Trabalho de conclusão: no Mestrado Profissional é de natureza distinta do Mestrado Acadêmico. O mestrando deve desenvolver um processo ou produto educativo e utilizá-lo em condições reais de sala de aula ou de espaços não-formais ou informais de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-aulas, um equipamento, uma exposição, etc. o Trabalho final deve incluir necessariamente o relato fundamentado dessa experiência, no qual o produto educacional desenvolvido é parte integrante. (BRASIL, 2013, p.24-25).

No caso deste trabalho, o produto consiste em um aplicativo para celular para o ensino e aprendizagem de Cinética Química, destinado a estudantes do Ensino

Médio, e a proposta contempla também a construção deste aplicativo, sua relevância no ensino de química e uma sugestão de utilização.

## 2.2 OBJETIVO GERAL

Elaborar um produto educacional voltado ao estudo de Cinética Química e Catalisadores, no formato de um aplicativo educacional móvel para *smartphone* e/ou *tablet*, em português, gratuito com o objetivo de propiciar ao aluno a construção do conhecimento sobre este assunto.

## 2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as dificuldades no aprendizado de Química, especificamente sobre Cinética Química.
- Investigar recursos didáticos disponíveis para o ensino de Cinética Química.
- Investigar o uso de Tecnologias Digitais para o ensino de Química e de Cinética Química.
- Selecionar e analisar aplicativos usados como recurso para o Ensino de Química e de Cinética Química.
- Elaborar um aplicativo educacional, gratuito e em português para ensino de Cinética Química.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Após a escolha do tema Cinética Química e Catalisadores, a busca por recursos para o ensino e aprendizagem de cinética química até o uso de aplicativos para este fim levaram ao estudo destes temas que estão aqui descritos em 6 subcapítulos, expostos de forma a apresentar a pesquisa em sua ordem de construção.

#### 3.1 ABORDAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA EM LIVROS DIDÁTICOS

A Cinética Química é a parte da química que estuda a velocidade das reações. Algumas reações, como a combustão da gasolina ou a explosão da pólvora, ocorrem muito rápido, enquanto outras, como a degradação de plásticos no meio ambiente, são muito lentas. Compreender os fatores que afetam as velocidades de reações e como as reações podem ser controladas é essencial para a sociedade. No caso do setor industrial, a rapidez na obtenção de produtos é sinônimo de lucro, mas as reações precisam ser controladas por questões de segurança. No caso de consumidores, o maior interesse é o prazo de validade de produtos como alimentos e medicamentos, que pode ser determinado pelos fabricantes através do estudo de velocidades de decomposição. Ou seja, cinética é um assunto importante e relacionado com vários mecanismos do nosso cotidiano. De acordo com Brown Lemay e Bursten (2005, p. 483):

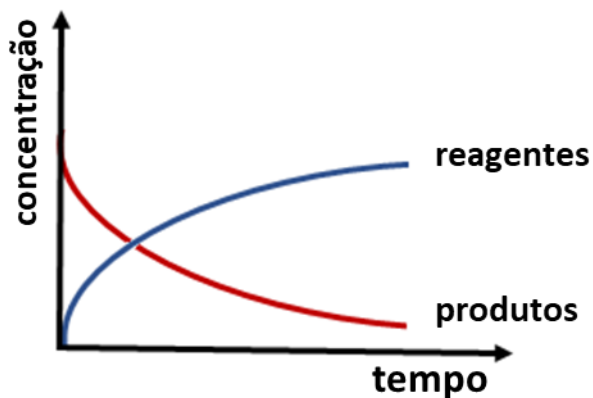
Ela se relaciona, por exemplo, com a rapidez com que um medicamento é capaz de agir, com o fato de se a formação e depreciação do ozônio na atmosfera superior estão em equilíbrio, bem como os problemas industriais, como o desenvolvimento de catalisadores para a síntese de novos materiais.

Para Kotz e Treichel (2002) o estudo de cinética pode ser dividido em duas partes: o nível macroscópico que se preocupa em definir velocidade de reação, como pode ser determinada experimentalmente e como fatores como temperatura e concentração dos reagentes podem influenciar as velocidades; e o nível submicroscópico que se foca no estudo da teoria das colisões e nos mecanismos de reação.

A cinética química é o estudo das velocidades e mecanismos das reações químicas. A velocidade de uma reação química é a medida da rapidez com que se formam os produtos e se consomem os reagentes. O mecanismo de uma reação consiste na descrição detalhada da sequência de etapas individuais que conduzem os reagentes aos produtos. A equação simplificada para uma reação não exibe essas etapas, mostrando apenas a modificação global, resultado final de todas as etapas que participaram do mecanismo. (RUSSEL, 2006, p. 624, grifo do autor).

A velocidade de uma reação química é a relação entre a variação da concentração de uma substância do sistema reacional por unidade de tempo para sistemas em batelada. Como em uma reação química há reagentes sendo consumidos e produtos sendo formados, a velocidade da reação pode ser melhor definida como sendo a velocidade com que a concentração de um dos reagentes diminui por unidade de tempo ou a velocidade com que a concentração de um dos produtos aumenta por unidade de tempo (Figura 2). As unidades para velocidade da reação são geralmente concentração em quantidade de matéria por segundo ( $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ).

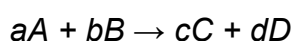
**Figura 2 - Variação da concentração de reagentes e produtos com o tempo**



Fonte: Adaptado de Grupo Evolução, 2001.

Então, a velocidade da reação envolve a medida de duas grandezas: concentração e tempo. As medidas de concentração podem ser feitas indiretamente por medidas de diversas propriedades, como por exemplo, pH e absorvância da luz. A partir dessas técnicas é possível medir a velocidade de reação.

A velocidade de consumo de reagentes é igual à velocidade de formação de produtos. Sendo assim, para a reação:



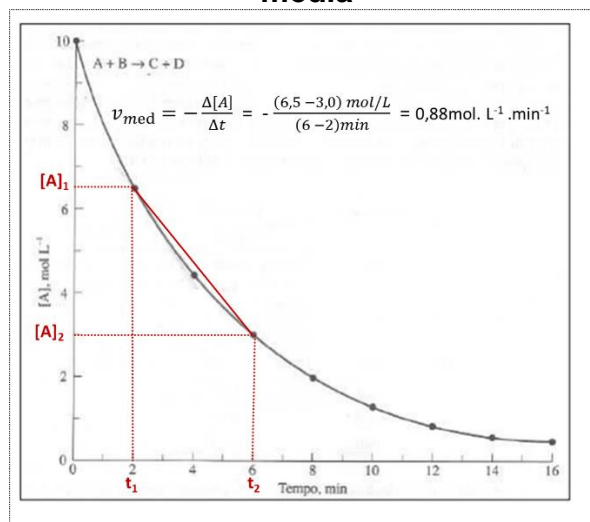
a velocidade da reação é dada por:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \quad (1)$$

As velocidades da equação (1) são velocidades médias por que contemplam um intervalo de tempo  $\Delta t$ , no qual a concentração do reagente A, por exemplo, sofreu uma variação de  $\Delta[A]$  (Figura 3). O sinal negativo indica que o reagente A foi consumido.

$$v_{m\acute{e}dia} = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad (2)$$

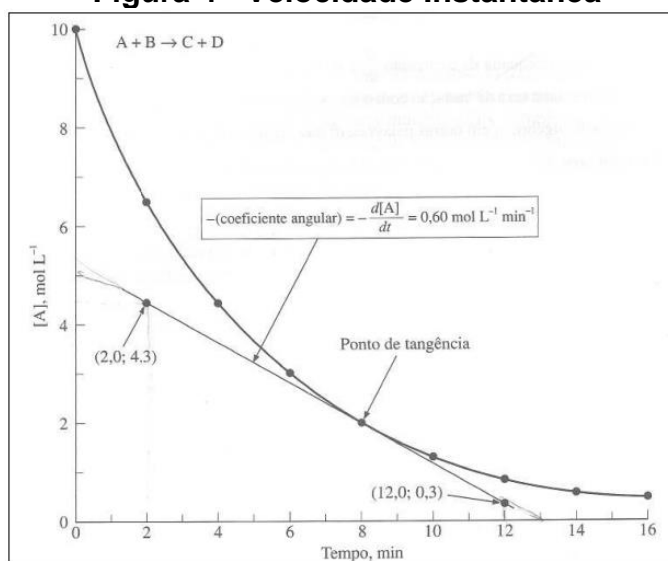
**Figura 3 - Variação da concentração do reagente A com o tempo e velocidade média**



Fonte: adaptado de Russel, 2006, p. 626.

Há também a medida da *velocidade instantânea*, que é a medida da velocidade num único instante de tempo, da mesma forma que é definida na física, porém nesse caso trabalha-se com variação de concentrações. Por definição, é o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero. Essa velocidade é obtida traçando-se uma reta tangente à curva da concentração contra o tempo em um determinado ponto, conforme gráfico apresentado na Figura 4.

**Figura 4 - Velocidade Instantânea**



Fonte: Russel, 2006, p. 629.

Vale salientar que para ensino médio, a velocidade instantânea é tratada apenas do ponto de vista teórico, porém, seria uma excelente oportunidade de mostrar uma aplicação da matemática, em especial da trigonometria, em outras áreas do conhecimento.

A partir dos experimentos que determinam a variação de concentração de reagentes com o tempo é possível estabelecer a Lei de Velocidade. Então, para a reação  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  a Lei de Velocidade é dada por:

$$v = k [A]^x [B]^y \quad (3)$$

Na equação (3),  $k$  é chamada de *constante de velocidade de reação* e os índices  $x$  e  $y$  são chamados de *ordens*, em que  $x$  mostra como a velocidade varia em função da concentração de **A** e  $y$  como a velocidade varia em função da concentração de **B**. A soma  $x + y$  é a *ordem global* da reação. O importante é ressaltar que  $x$  e  $y$  não são necessariamente iguais aos coeficientes estequiométricos e que a determinação é feita experimentalmente.

No ensino de cinética química são estudados os fatores que influenciam a velocidade das reações. Estes fatores promovem a relação da cinética com outros conceitos estudados previamente pelos alunos, como estudo das soluções e concentrações, estudo dos gases, estados físicos da matéria, reações químicas, estequiometria e também o estudo dos movimentos, a cinemática, na física, entre outros. O fato de a cinética química se relacionar com tantos conceitos, torna a

aprendizagem do aluno mais significativa pois, segundo a teoria cognitivista de aprendizagem de Ausubel, um fator isolado que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (MOREIRA, 2014). Então, para o aluno começa a fazer sentido ter aprendido tantas outras coisas antes de chegar nesse nível e sendo que esses conhecimentos prévios lhe proporcionam uma maior facilidade para o entendimento das velocidades das reações.

Comparando diferentes autores, foi verificada algumas diferenças na abordagem dos fatores estudados:

Para Russel (2006) os fatores são:

- Propriedades dos Reagentes;
- Concentrações dos Reagentes;
- Temperatura;
- Concentração de outras substâncias que não são os reagentes;
- Áreas das superfícies em contato com os reagentes.

Para Kotz e Treichel (2002) as condições de reação e velocidades da reação são:

- Concentração dos reagentes;
- Temperatura;
- Catalisadores.

E para Brown et. al. (2005), os fatores são:

- Estado físico dos reagentes;
- Concentração dos reagentes;
- Temperatura;
- Catalisadores.

Uma vez que o aplicativo tem como público-alvo alunos de ensino médio, buscou-se na literatura como a cinética é abordada nesse nível. Feltre (2005), que tem uma excelente abordagem para ensino médio e um material bem completo, estrutura os conteúdos da seguinte maneira:

- Velocidade das reações químicas: explica os conceitos de velocidades de reação e velocidade instantânea.
- Como as reações ocorrem? Abordagem da teoria das colisões.
- Efeito das várias formas de energia sobre a velocidade: É abordado principalmente o efeito da temperatura correlacionando com energia de

ativação e teoria das colisões. Também relaciona os efeitos da eletricidade e da luz em reações químicas.

- Efeito da Concentração dos Reagentes: Faz uma abordagem das leis de velocidade e introduz mecanismos de reação.
- Catalisadores

### 3.2 CATALISADORES

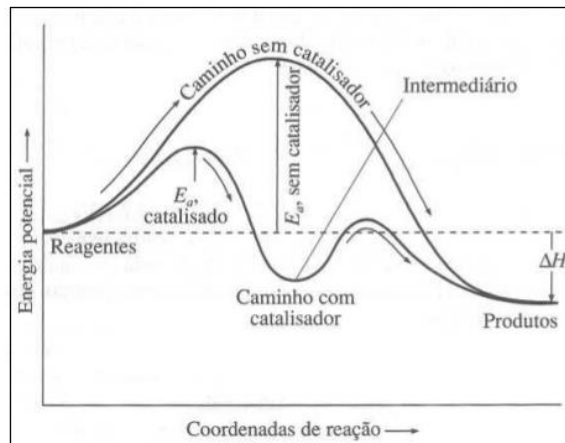
Um catalisador é uma substância que aumenta a velocidade de uma reação química sem que ele próprio sofra uma variação química permanente no processo e são comuns em reações no organismo dos seres vivos, na atmosfera, nos oceanos e principalmente na indústria química, onde novos catalisadores são desenvolvidos com o objetivo de otimizar processos e produções.

Uma outra definição encontrada literatura para catalisadores, e que é mais semelhante às de livros de ensino médio, é: substância que, sem ser consumida durante a reação, aumenta sua velocidade (RUSSEL, 2006, p. 667). O catalisador tem a propriedade de alterar a velocidade pois altera a energia de ativação de uma reação química.

Embora à primeira vista isto pareça impossível, pode acontecer de fato, por que o catalisador é uma substância usada numa etapa do mecanismo da reação e é regenerada na etapa posterior. Um catalisador atua tornando possível um novo mecanismo de reação, com uma energia de ativação menor. (RUSSEL, 2006, p. 667).

Embora a reação ocorra mais rapidamente, o catalisador não altera o conteúdo energético global das reações, como a variação da entalpia,  $\Delta H$ , pois a energia é independente do mecanismo de reação, dependendo somente da identidade dos reagentes e produtos, conforme a Figura 5.

**Figura 5 - Diminuição da energia de ativação pelo catalisador**



Fonte: Russel, 2006, p. 668.

Outra característica importante dos catalisadores é não serem consumidos durante a reação, ou seja, um mesmo catalisador pode atuar várias vezes em um processo químico.

Embora os catalisadores não sejam consumidos numa reação química, verifica-se sua participação na reação quando a análise é feita no nível submicroscópico. A sua função é disponibilizar um caminho de reação com menor energia de ativação. [...] O perfil de energia da reação catalisada apresenta muitos aspectos interessantes. [...] A barreira de energia global é muito inferior àquela correspondente à reação não-catalisada. (KOTZ; TREICHEL, 2002, p. 22).

A nível industrial é uma característica excelente pois uma determinada quantidade de catalisador pode acelerar a transformação de uma grande quantidade de reagentes. As principais áreas do aproveitamento da catálise são o refino do petróleo, produção industrial de reagentes químicos e o controle ambiental.

A cada ano se fabricam, com o auxílio de catalisadores sintéticos, mais de um trilhão de dólares em mercadorias. Sem esses catalisadores haveria falta de fertilizantes, de produtos farmacêuticos, de combustíveis, fibras sintéticas, de solventes e surfactantes. Na realidade, 90% de todos os bens manufaturados usam catalisadores em alguma etapa de sua produção. (KOTZ; TREICHEL, 2002, p. 24).

Porém a nível ambiental essa perspectiva pode não ser tão otimista, como, por exemplo o ciclo catalítico da camada de ozônio pela ação do cloro dos clorofluorcarbonetos (CFCs) e halônios (substâncias de carbono e cloro que também contêm bromo) que ao atingirem altitudes superiores à da camada de ozônio são decompostos, por fotólise, liberando átomos de cloro que ao serem liberados podem

participar em ciclos de reações catalíticas que destroem ozônio. Como nesse ciclo o átomo de cloro é regenerado, ele pode destruir centenas de milhares de moléculas de ozônio. Sendo assim a emissão de CFCs aumenta a concentração de catalisadores e potencializa sua ação. É importante promover esse tipo de discussão em sala de aula enfatizando a importância da redução de emissão de gases prejudiciais à natureza. (ROCHA-FILHO, 1995, p. 10).

Os catalisadores podem ser divididos em três categorias: catalisadores homogêneos, heterogêneos e enzimáticos (ATKINS; JONES, 2012) Os catalisadores homogêneos são aqueles que estão na mesma fase dos reagentes. As aplicações importantes são: síntese produtos químicos usados em grande escala como polímeros, ácido acético, acetaldeído e síntese de produtos de química fina como fármacos, aditivos para alimentos, fragrâncias, entre outros (PARSHALL; ITTEL, 1992) Já os catalisadores heterogêneos, são aqueles que estão em uma fase diferente dos reagentes. Os mais comuns são os sólidos finamente divididos ou porosos, usados em reações de fase gás ou líquido. São exemplos importantes, os catalisadores de ferro usados no processo Haber para a produção da amônia, matéria prima para a produção de fertilizantes, os catalisadores de níquel para a hidrogenação de alcenos, e os conversores catalíticos de automóveis usados para garantir a combustão completa dos combustíveis e a redução dos NO<sub>x</sub> a nitrogênio. (ATKINS; JONES, 2012)

Em alguns livros, como (RUSSEL, 2006) e (BRADY et al., 2009), há um erro conceitual em que inibidores são considerados como catalisadores que diminuem a velocidade das reações, impropriamente chamados de “catalisadores negativos”. Eles agem de várias maneiras como, por exemplo, quando uma substância adicionada se combina com um catalisador em potencial, tornando-a inativa e baixando a velocidade da reação, onde a inibição é denominada de envenenamento e o inibidor é denominado veneno. Já Atkins e Jones, explicam que os catalisadores podem ser envenenados ou inativados.

Uma causa comum de envenenamento é a adsorção de uma molécula tão fortemente ao catalisador que ela sela a superfície desse catalisador para reações posteriores. Alguns metais pesados, especialmente o chumbo, são venenos muito potentes para catalisadores heterogêneos, o que explica por que gasolina isenta de chumbo tem de ser usada em motores equipados com conversores catalíticos. (ATKINS; JONES, 2012, p. 599).



Há também uma classe de catalisadores chamada de Enzimas, ou catalisadores presentes nos seres vivos. *As enzimas são catalisadores biológicos cuja função é modificar moléculas de substrato e promover reações* (ATKINS; JONES, 2012) e envolvem em reações nos seres vivos, a nível celular. São proteínas ou moléculas de RNA (ribozimas) que evoluíram ao longo do tempo como catalisadores devido à sua grande diversidade na estrutura tridimensional e à variedade de funções químicas. As reações do metabolismo celular são muito lentas e se não houvesse um mecanismo de aceleração para elas, a vida como conhecemos não existiria ou deveria passar por sérias adaptações. As enzimas, neste caso, aceleram a taxa da reação devido à diminuição da energia de ativação, permitindo que ela atinja o equilíbrio de forma mais rápida, como todos os catalisadores.

Os catalisadores biológicos são altamente específicos. Uma enzima ou ribozima geralmente reconhece e se liga a apenas a um ou poucos reagentes intimamente relacionados, e catalisa somente um tipo específico de reação química. No caso de reações catalisadas por enzimas os reagentes são denominados *substratos* e estes se ligam numa região específica na superfície da enzima denominada *sítio ativo*, local onde ocorre a catálise. A especialidade de uma enzima resulta da combinação da forma tridimensional e da estrutura do seu sítio ativo, ao qual só se ajusta a um grupo pequeno de substratos. A ligação de um substrato a um sítio ativo produz um *complexo enzima-substrato* que após catalisar a reação libera o produto e a enzima livre. Além disso, uma informação relevante é que as enzimas têm nomes que refletem a sua especificidade e que geralmente terminam com o sufixo “ase”, como por exemplo a RNA-polimerase, que catalisa a formação de RNA e a hexoquinase que acelera a fosforilação de açúcares do tipo hexose. (SADAVA et al., 2009).

### 3.3 ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CINÉTICA QUÍMICA

Partindo da premissa discutida por Lima (2000) e Moreira (2011) que a aprendizagem da Química, em especial da Cinética Química, é desmotivante e desinteressante pela falta de experimentação na sala de aula e da contextualização de conceitos, e abstrata pois muitas vezes se resume a cálculos matemáticos e

memorização de fórmulas, em um primeiro momento foi feito um levantamento de recursos didáticos para o ensino de Cinética Química.

De acordo com Zappe e Sauerwein (2016), artigos em periódicos nacionais referentes à pesquisa no ensino de Cinética Química são escassos. Segundo as autoras, entre os periódicos analisados, na revista Química Nova na Escola foi encontrado o maior número de artigos referente à cinética química. Esse resultado era esperado, visto que o periódico é o único especializado em ensino de química. Ainda assim, os 12 artigos encontrados representavam apenas cerca de 2% dos 564 artigos publicados na revista até o ano de 2014 (ZAPPE; SAUERWEIN, 2016). A atualização desses dados revela que, de 2015 até maio de 2021, na temática Cinética Química, apenas 1 artigo foi publicado nessa revista, no volume 43 de fevereiro de 2021.

Entre as estratégias de ensino, a mais recorrente é a da experimentação, usada para o estudo dos fatores que afetam a velocidade de reações.

Pensando em viabilizar experimentos que sejam financeira e operacionalmente acessíveis à realidade das escolas brasileiras, Novaes et al (2013) propõe alguns experimentos simples e de baixo custo que permitam analisar a influência de fatores como a concentração de reagentes, temperatura, ativação e inibição catalítica observadas cotidianamente no escurecimento de legumes, frutas e tubérculos. A proposta consiste em observar essas alterações em uma batata (*Solanum tuberosum L*), permitindo um estudo agradável e instigante da cinética enzimática química. A mesma preocupação foi demonstrada por Teófilo, Braathen e Rubinger (2002), que fazem um experimento que se trata de uma variação da reação de Landolt, o relógio de iodo, com materiais alternativos de baixo custo e fácil aquisição, ideais para aplicação em escolas públicas.

Klinger e Bariccatti (2007), numa linha de pensamento mais voltada ao contexto social e no desenvolvimento de habilidades básicas da cidadania e a suas relações com a química, enfocam a importância da experimentação no ensino de Cinética, indicando-a como uma agente motivador da aprendizagem ao despertar a curiosidade do aluno. Em sua proposta, as atividades experimentais auxiliam na organização do conhecimento através de atividades coletivas e individuais, explorando experimentos ligados a conteúdos teóricos relacionados a contextualizações e aplicadas a situações reais. A contextualização da abordagem experimental é a proposta de vários autores. (LIMA, 2000; LEAL, 2014; SANTOS;

ARRUDA, 2019. Uma oficina temática focada na problematização de experimentos e de situações do cotidiano foi proposta por Castro, Siraque e Tonin (2017). Essa estratégia permitiu aos alunos relacionar seus conhecimentos pré-existentes com os conceitos de cinética baseado na aprendizagem significativa. A problematização de experimentos associada à aprendizagem significativa também foi proposta por Marani, Oliveira e Sá (2017). Ainda relacionado à experimentação e aprendizagem significativa encontra-se o trabalho publicado de Batista e Gomes (2020), que utilizaram sessões didáticas e experimentação relacionada ao cotidiano regional dos alunos, que foi a produção do suco de caju e da cajuína.

Outra metodologia empregada foi a da Investigação Orientada por Argumentos (IOA), que é uma abordagem para o laboratório baseada em pesquisas sobre o aprendizado de ciências e sobre os contextos que podem tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes, uma vez que estimula o aprendizado da ciência enquanto se faz ciência. (BARBOSA; SOUZA, 2021).

Fatareli et al (2010) trabalham o tópico Fatores que alteram a velocidade das reações químicas através do método *Jigsaw* com alunos de 2º ano do ensino médio. Consiste em um método de aprendizagem cooperativo, de forma a favorecer uma interação mais afetiva através de grupos e de trocas de seus membros para compartilhar ideias. Por esse método o aluno precisa aprender para entender e para explicar aos seus colegas. Esse método cooperativo *Jigsaw* também foi aplicado na sequência didática denominada “Alimentos e alimentação: relações com cinética das reações químicas” (REZENDE, 2015).

Silva, Silva e Dantas Filho (2015) abordam a aprendizagem significativa a partir de Ausubel associada ao uso de TIC's, utilizando o software *Crocodile Chemistry*, um laboratório virtual de química, a partir de um roteiro pré-definido pelo professor dentro de uma sequência didática que incluía o levantamento de concepções prévias, aulas teóricas e um momento para avaliação.

Adams, Alves e Nunes (2018) trazem uma avaliação da “Gincana de Cinética Química”, atividade realizada a partir da temática químico-social: “Catalisadores e o ar que respiramos” com uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que envolveu jogos lúdicos sobre conteúdos estudados. Dentro do contexto da ludicidade, foram criados jogos didáticos como sendo um instrumento auxiliar e facilitador para o ensino de cinética, como o Edutable, projetado para o ensino superior, que é um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas, disposto com 122 casas que formam um trajeto

a ser trilhado (LIMA et al., 2020), o Baralho da Cinética, que é um jogo com 39 cartas com perguntas e respostas referentes ao conteúdo de Cinética Química, relacionadas com fatos do cotidiano dos alunos (OLIVEIRA, 2014) e o RPG (*Role Playing Game*) eletrônico, que compreende 6 fases (MELATTI, 2018).

Outros recursos explorados para o ensino de Cinética Química são aqueles baseados na História da Ciência (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014), na elaboração de história em quadrinhos (FREIRE et al., 2018) e no uso de textos de divulgação científica (ZISMANN; BACH; WENZEL, 2019).

Silva e Almeida (2013) abordam o uso de vídeos sobre Cinética Química, selecionados previamente, disponíveis no Youtube ou em sites específicos do ensino de química.

Por fim, Hänsch (2016), discute em sua monografia o uso de TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) e OVA (Objetos Virtuais da Aprendizagem) sobre Cinética Química na educação básica, salientando a importância de vídeos, simulações e animações como recursos pedagógicos para o ensino de química (como LabVirt e phet), e também as dificuldades no uso dos recursos; e Silva (2016) em seu TCC aborda, também, o uso de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de cinética química.

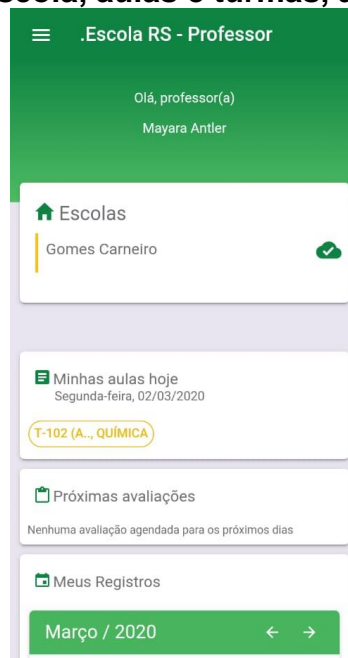
### 3.4 O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NO ENSINO DE QUÍMICA

A Lei nº 12.884, de 03 de janeiro de 2008, que dispõe sobre a utilização de aparelhos de telefonia celular nos estabelecimentos de ensino do Estado do Rio Grande do Sul, proíbe a utilização de aparelhos de telefonia celular dentro das salas de aula. Existem outras leis de outros estados com a mesma finalidade, porém é inviável a um educador garantir que seus alunos não estarão usando o aparelho durante as aulas.

Atualmente o uso de *smartphones* no ambiente escolar faz parte da rotina de alunos e professores. No estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, existe um aplicativo chamado *ESCOLA RS – PROFESSOR* (Figura 6) que tem desde as chamadas e diários de classe para serem feitos *on-line*, até campos para digitação de notas e observações sobre o aluno, informações essas que inclusive podem ser

consultadas pelos pais ou responsáveis para melhor acompanhamento da vida escolar dos estudantes. Para os pais existe um outro módulo do programa chamado *ESCOLA RS – ESTUDANTE*.

**Figura 6 - Interface do dispositivo ESCOLA RS – PROFESSOR com dados sobre o professor, escola, aulas e turmas, avaliações e registros.**



Fonte: Dados da pesquisa.

Ou seja, a legislação feita há 12 anos atrás está obsoleta, ainda mais se for considerado o fato de que hoje o uso destes dispositivos móveis vai para além do entretenimento. Integrar o uso de dispositivos móveis na sala de aula é uma forma de aproveitar a potencialidade do dispositivo para fins educativos.

Além disso, com a modalidade de ensino, denominada “Ensino Híbrido”, potencializado com a pandemia causada pelo Covid-19, que veio a ter um impacto nas escolas do Brasil a partir do ano letivo de 2020, o uso de dispositivos como *tablets*, *smartphones*, *notebooks/chromebooks* teve uma aceleração muito maior.

O Ensino Híbrido, conforme orientações pela Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 12), vem com a intenção de “*possibilitar que os estudantes construam trajetórias de aprendizagem mediadas pelos docentes durante o período de isolamento social*” e apresenta propostas para atendimento dos alunos priorizando “*a qualidade e a redução das desigualdades socioeconômicas, raciais e de gênero, entre outras, que possam ser agravadas nesse contexto*”. Neste modelo, o acesso à tecnologia digital é uma

possibilidade, porém não é o único meio pelo qual serão mantidas as aprendizagens, pois todo atendimento aos alunos depende da realidade da comunidade escolar e muitas vezes requer adaptações. Christensen, Horn e Staker (2013), definem o ensino híbrido descrito nas orientações estaduais e ainda afirmam que uma característica do ensino híbrido é o curso ocorrer parcialmente *on-line* e parcialmente por outras modalidades que geralmente se encontram conectadas às aulas *on-line*. Para eles, o ensino híbrido estava emergindo como uma inovação em relação à sala de aula tradicional. No ano de 2020, essa emergência foi intensificada para atender às necessidades de ensino e aprendizagem e as tecnologias digitais foram incluídas de forma acelerada às práticas de ensino e aprendizagem nas escolas. Provavelmente se essa necessidade não surgisse de uma pandemia, caminharia a passos lentos na escola pública.

Nichele (2015) em sua tese de doutorado faz uma análise de algumas políticas públicas do governo brasileiro para a inserção de Tecnologias Digitais, TDs, desde os anos 1980, como o EDUCOM, PRONINFE, PROINFO e NTE, todos trazendo acesso a computadores. Prevê que o acesso às TDs se faz necessária para que a escola possa articular a utilização destas tecnologias. Contudo, relata a baixa quantidade de pesquisas e ações na área de Educação em Química que abordem a utilização de TMSF (tecnologias móveis sem fio), como inseri-las nos processos de ensino e aprendizagem, bem como na abordagem durante a formação docente.

Os estudantes da Educação Básica do ano de 2020 não conhecem um mundo sem internet, sem *wi-fi*, sem equipamentos *smart*, (*Nativos Digitais*<sup>2</sup>) ao contrário de muitos de seus professores que nasceram em um mundo analógico (*Imigrantes Digitais*<sup>3</sup>). Por isso incorporar essas tecnologias ao ensino e aprendizagem vai de encontro a uma forma de ensinar, por parte do docente, mais condizente com o mundo do jovem educando e que o estimule a participar da escola.

Com a ampla difusão de tablets e smartphones entre os jovens que frequentam o ensino básico e as universidades, essas TMSF tornam-se convenientes para a educação por meio dos Apps que podem ser instalados e acessados em qualquer tempo e lugar. (NICHELE, 2015, p. 39).

---

<sup>2</sup> Nativos Digitais: Indivíduos nascidos após a 1980, possuem acesso e habilidades com as TICs(Tecnologias de Informação e Comunicação). (Prensky, 2001)

<sup>3</sup> Imigrantes Digitais: Indivíduos nascidos e crescidos num mundo analógico (antes de 1980) e que aprenderam ao longo da vida a utilizar as TICs. (Prensky, 2001)

Altoé e Fugimoto (2009) apontam a tecnologia digital na educação como uma área promissora a ser explorada, pois possibilita acesso a inúmeras informações e diversas aplicações que podem ocorrer no ambiente escolar; Martinho e Pombo (2009) indicam as tecnologias digitais como meio de tornar o ensino mais interessante devido às possibilidades de interação, comunicação e colaboração para o processo de ensino e aprendizagem das Ciências.

Duda e Silva (2015), autores que utilizaram o *MIT App Inventor* como ferramenta para o desenvolvimento de aplicativos, falam sobre isso em seu artigo, inclusive fazendo a mesma comparação com a legislação de sua região, no caso o estado do Paraná.

Apesar de representar um desafio preocupante para os professores, a tecnologia também pode se tornar uma aliada do docente no processo de ensino-aprendizagem. Se bem exploradas, as ferramentas tecnológicas se constituem em uma excelente oportunidade para a estruturação de atividades exploratórias que estimulem o raciocínio, a criatividade e a autonomia discentes. (DUDA; SILVA, 2015, p. 311).

Além disso, faz parte desse artigo discutir a forma como os jovens estudam e pensam hoje em dia, visto que a informática, acesso à *internet* e demais tecnologias fazem parte da vida desses jovens desde sempre.

Despertar o interesse dos jovens nativos digitais é sempre um desafio pois ferramentas que funcionavam na época em que seus professores eram estudantes não funcionam mais, inclusive, muitas vezes, nem faz sentido a eles. Neste caso a forma de ensinar pode acabar sendo tão obsoleta como a legislação gaúcha sobre o uso do celular.

Não há dúvida de que os sistemas de prêmios e castigos funcionam, são uma forma eficaz de mobilizar o aprendizado para obter certos resultados. Contudo, incentivar a aprendizagem externamente tem certas limitações, que fazem com que sua eficácia decresça consideravelmente em certas condições.[...] Quando os professores se queixam, com razão, de que seus alunos não estão motivados para a ciência, e até de que estão cada vez menos motivados (talvez isso com não tanta razão), o que percebem é que os sistemas de recompensas e castigos que antes promoviam a aprendizagem deixaram de funcionar. [...] Dado que esta foi a motivação que tradicionalmente manteve a aprendizagem escolar, quando decai torna-se ainda mais evidente a ausência de outros motivos, vinculados ao próprio interesse pela aprendizagem da ciência, que seriam os únicos que poderiam garantir que os alunos continuariam interessados pela ciência depois de serem aprovados, o que deve constituir, sem dúvida, uma das metas fundamentais da educação científica obrigatória. (POZO; CRESPO, 2009, p. 42-43).

Hoje o aluno faz a prova no celular. Não há como controlar as ferramentas que ele utiliza durante uma avaliação, sendo assim a motivação para o aluno aprender e estudar não pode ser simplesmente a aprovação. Ele é aprovado sem estudar. A motivação deve partir do interesse em aprender, que pode ser estimulado aproximando a ciência das ferramentas que ele utiliza no seu dia a dia para se informar. Ainda seguindo os pensamentos de Pozo e Crespo, a motivação como um processo de mudança de atitudes (docentes e discentes) está vinculada com outras dificuldades de aprendizagem. Se o objetivo é que os alunos aprendam mais nas aulas de ciências, as dificuldades devem deixar de ser um obstáculo, por isso a busca por uma ferramenta que aproxime os níveis submicroscópicos, macroscópicos e representacionais, favorecerá uma aprendizagem mais eficiente.

### 3.5 USO DE APLICATIVOS NO ENSINO DE QUÍMICA E DE CINÉTICA QUÍMICA

O uso de aplicativos para o Ensino de Química pode viabilizar oportunidades que não seriam possíveis em salas de aulas convencionais ou em laboratórios físicos, além de auxiliar na correlação de fenômenos em dimensão macroscópica com as dimensões submicroscópica e simbólica (NICHELE; SCHLEMMER, 2014). As autoras ainda sugerem que os dispositivos móveis e seus aplicativos podem trazer novas possibilidades para o ensino de química e que as mesmas podem ser discutidas e avaliadas pelos docentes e discentes em situações de ensino. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014). No entanto, para que um educador utilize aplicativos móveis como ferramenta didática é necessário o conhecimento das potencialidades e limitações de tais aplicativos. Com isso, haverá possibilidade de usá-los para complementar e ampliar o ensino de química (OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2016).

Inicialmente, foi realizada a pesquisa sobre o uso de aplicativos no ensino de química. Para esse tema houve um grande número de retornos e foi dada especial atenção para Vieira (2019) que discute e faz um compilado de diversos autores que falam da importância do uso de aplicativos de celular como ferramenta pedagógica para o ensino de química; Firmino (2019) faz a análise de alguns aplicativos gratuitos para o ensino de química e, após avaliação, constatou-se que todos os aplicativos



analisados possuem potencial para serem usados por professores nas aulas de Química como auxiliares para o ensino e aprendizagem.

A identificação dos temas abordados em *Apps* revelou que, em maio/2014, o tema da Química mais recorrente foi a tabela periódica; seguido aspectos relacionados a ligações químicas, estrutura e modelo molecular, e, química orgânica, desde a identificação de funções orgânicas até mecanismos de reações (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

No tema Tabela Periódica, Silva et al (2020), selecionaram aplicativos disponíveis para o sistema Android e aplicaram para alunos de ensino médio. Como resultado ficou evidenciado o maior interesse pela disciplina Química, melhor aprendizado do conteúdo, e vontade de intensificar a utilização dos aplicativos móveis em sala de aula.

Oliveira, Milani Júnior e Carvalho (2020) investigaram as percepções de um grupo de discentes do curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos que avaliaram e discutiram as potencialidades e limitações de dois aplicativos explorados no ensino de química orgânica, especificamente sobre hidrocarbonetos; Oliveira, Souto e Carvalho (2016) indicam alguns aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica e propõem um quadro avaliativo que levam os docentes a considerarem alguns critérios de seleção que podem auxiliar e direcionar na escolha dos aplicativos. Ainda em relação a aplicativos para Química Orgânica, Nichele e Canto (2018), selecionaram, analisaram e categorizaram 59 *Apps* em relação às funcionalidades e temas abordados.

No que se refere ao tema Cinética Química, na pesquisa sobre “recursos didáticos para o ensino de Cinética Química”, obtiveram-se vários resultados, mas nenhum recurso relacionado ao uso e desenvolvimento de aplicativos foi encontrado. O que mais se aproximou de um recurso didático para o ensino de Cinética Química foi o trabalho de Ranzan et al. (2005) , que descrevem um projeto de desenvolvimento de aplicativo para o ensino de Cinética Bioquímica e Biorreatores para o ensino superior. Contudo, não há publicação referente ao desenvolvimento do projeto ou do aplicativo citado.

Então, na segunda parte da pesquisa, para focar no uso de aplicativos, utilizou-se como tema de busca “uso de aplicativos no ensino de Cinética Química”, que resultou nos trabalhos descritos na sequência.

Pires et al. (2019) descrevem uma atividade experimental (reação de oxirredução entre o ácido ascórbico e o permanganato de potássio) realizada em conjunto com o aplicativo *Photometrix*, que fez a coleta de dados via smartphone, permitindo, durante o experimento, a construção de uma curva cinética de oxirredução.

Almeida (2015) desenvolveu um jogo intitulado “*Cinética dos Gases*” que envolve a simulação do movimento de partículas e a maneira como arranjos inicialmente ordenados se tornam desordenados e aleatórios, sem interagir diretamente com elas. “*Elas foram desenvolvidas para funcionar como preparações de estudantes de Química em futuras aplicações do jogo, estimulando-os a observarem determinados conceitos durante o uso do programa*” (ALMEIDA, 2015, p. 58). O jogo foi desenvolvido inicialmente para o sistema operacional Windows e com possibilidade para importação para uma versão compatível com o sistema Android. Contudo, o autor optou por mantê-lo apenas para Windows, devido à possibilidade de uso do *mouse* no jogo em um computador.

Ainda assim, não foi encontrado na literatura material sobre o uso de algum aplicativo específico sobre Cinética Química.

Diante da importância do uso de tecnologias digitais para o ensino de química; das dificuldades encontradas para o ensino e aprendizagem de química, em especial de cinética química; do grande número de alunos utilizando seus smartphones na escola; e da escassez de aplicativos sobre esse tema, o desenvolvimento do aplicativo *Química na Mão: Cinética* é uma excelente opção de recurso educacional ao professor e ao aluno, tornando o ensino e aprendizagem mais interativos, dinâmicos e atrativos.

### 3.6 SOBRE APLICATIVOS E O APP INVENTOR DO MIT

Um aplicativo é um software desenvolvido para ser instalado em um dispositivo móvel, *smartphone* ou *tablet*, a fim de realizar tarefas simples do cotidiano. (MICHAELIS, 2020).

O Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação (GPINTEDUC), da UTFPR, define, mais especificamente, um Aplicativo Móvel como “um *software* desenvolvido para ser instalado e utilizado em *tablet*, *smartphone* ou similares.” e um Aplicativo Educacional Móvel como “*um software desenvolvido para*

ser instalado e utilizado em tablet, smartphone ou similares destinado aos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos.” (GPINTEduc, 2019, não paginado, grifo nosso).

O *MIT App Inventor* é um ambiente de programação visual intuitivo que permite a criação de aplicativos de forma fácil e rápida para *smartphones e tablets* que utilizem o sistema operacional Android. É uma ferramenta baseada em blocos facilmente arrastáveis e seu uso ocorre de forma intuitiva de forma que “inspiram a capacitação intelectual e criativa [...] e fornecem “empoderamento” ao “programador” que permite o entendimento de seu funcionamento em poucos minutos. Conforme consta em seu *site*, “O projeto *MIT App Inventor* procura democratizar o desenvolvimento de software, capacitando todas as pessoas, especialmente jovens, a passar do consumo de tecnologia para a criação de tecnologia.” (MITAPPINVENTOR, 2020, não paginado, grifo nosso).

O acesso ao ambiente de programação do *MIT App Inventor* (Figura 7) é muito fácil. Ocorre através do acesso ao endereço eletrônico <http://ai2.appinventor.mit.edu/> e, mediante ao acesso de uma conta Google, é possível iniciar um projeto que permite a criação do aplicativo.

**Figura 7 - Tela inicial do Ambiente de Programação do MIT App Inventor do projeto piloto do Química na Mão: Cinética.**



Fonte: MITAPPINVENTOR, 2020.

Em conjunto com o Ambiente de Programação virtual, o programador pode fazer o *download* do aplicativo *MIT AI2 Companion* que serve como um auxiliar durante o processo de programação, permitindo ao programador a visão da interface de usuário antes de submeter o produto a publicação na plataforma do MIT (Figura 8).

O acesso ao projeto se dá através da liberação do mesmo no Ambiente de Programação virtual para o aplicativo utilizando um código ou QR code gerado pela própria plataforma do MIT.

**Figura 8 - Tela inicial do aplicativo MIT AI2 Companion onde o programador faz a comparação do Ambiente de Programação com a interface final do usuário**



Fonte: elaborado pela autora.

A partir desses passos é possível começar a programar de forma independente.

Em busca na literatura por trabalhos em que o *MIT App Inventor* foi utilizado observou-se que na maioria dos casos ele é citado como ferramenta para o desenvolvimento de aplicativos e não os aplicativos criados com ele, ou seja, o foco é

em seu uso e não em como foi usado. Sobre aplicativos feitos com este recurso há várias contribuições na área da matemática sendo que para a área de ciências da natureza e química não foram encontrados trabalhos semelhantes a este. Em especial Pszybylski (2019), em sua dissertação de mestrado faz uma abordagem sobre o uso do *MIT App Inventor* na formação inicial de professores de ciências, mais especificamente na área da Física onde explana sobre os aplicativos criados por seus sujeitos de pesquisa, além de gerar como Produto Educacional em sua dissertação, um guia como um tipo de suporte ao professor de Ciências no uso do *App Inventor*.

Um dos fatores que motivou a utilização do *App Inventor* para a construção do aplicativo é o fato de que ele é executado no sistema operacional Android, o sistema mais popular usado nos smartphones de alunos da educação básica. Segundo Duda e Silva (2015):

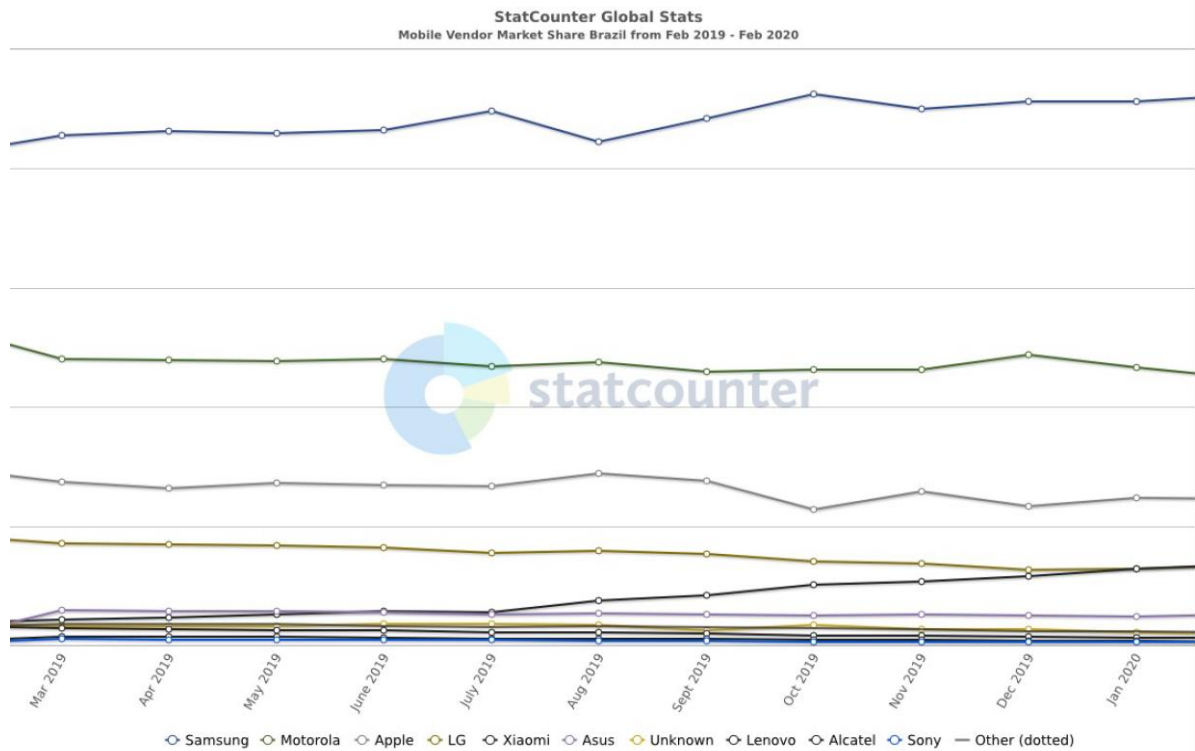
Dentre os diferentes sistemas operacionais para a execução de aplicativos em dispositivos, como Windows Phone® e iOS®, o mais utilizado é o sistema Android. Segundo Deitel (2013)<sup>4</sup>, no ano de 2011 o sistema operacional Android estava presente em 47% dos dispositivos móveis vendidos nos Estados Unidos, e com expansão em constante crescimento.

No mercado brasileiro, a preferência por esse sistema ultrapassa mais de 70% em vendas, conforme figura 9.

---

<sup>4</sup> DEITEL, P. J. **Android: How To Program**. New Jersey: Pearson Education, 2013.

**Figura 9 - Dados mercado brasileiro de smartphones**



Fonte: STATCOUNTER, 2020.

Ainda para Duda (2015), outro fator que motivou a utilização do *App Inventor* é o fato de não haver a necessidade de se ter conhecimento técnico para a estruturação do aplicativo. A autora desta dissertação e desenvolvedora do aplicativo não tinha experiência nenhuma com linguagem de programação e também com o *App Inventor* até começar a utilizá-lo.

## 4 METODOLOGIA

A referência para a metodologia de pesquisa são os critérios definidos por Gil (1991) e Silveira e Córdova (2009), sendo assim, trata-se de uma pesquisa de ordem prática, classificada como exploratória, pois gera um produto educacional que tem o objetivo de contribuir para o ensino de Cinética Química.

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. [...] Embora o planejamento da pesquisa exploratória seja bastante flexível, na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso. (GIL, 1991, p. 25).

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica pois foi desenvolvida a partir de livros e publicações disponíveis na comunidade científica que geraram hipóteses que refletem resultados de outras pesquisas.

Com relação à abordagem, se dá de forma qualitativa pois não há análise numérica, percentual ou classificatória dos tópicos abordados, mas sim da relevância do uso do produto educacional gerado para o ensino e aprendizagem de química.

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. (SILVEIRA; CORDOVA, 2009, p. 32).

O produto educacional é um aplicativo para o ensino-aprendizagem de cinética Química, que poderá ser utilizado por professores e estudantes do ensino médio.

A concepção do aplicativo envolveu uma etapa de busca e análise de aplicativos para o ensino de Cinética Química ou de aplicativos para o ensino de Química. Foi realizada uma pesquisa exploratória nas lojas de aplicativos *Apple Store* e *Google Play* para investigar aplicativos disponíveis para a abordagem desse conteúdo. Na sequência, os aplicativos foram analisados e categorizados tomando como base os critérios propostos por Nichele e Schlemmer (2014), mas adaptados aos aspectos que julgamos ser os mais relevantes a serem considerados na elaboração de um novo aplicativo. Dessa maneira, em relação aos aspectos técnicos avaliou-se a compatibilidade com sistemas operacionais e a necessidade de internet.

Após, foram categorizados quanto ao conteúdo (geral ou específico), à natureza (instrucional, jogo, quizzes, simulação, banco de dados), ao idioma e ao custo.

O aplicativo foi desenvolvido pela autora, usando a plataforma *MIT App Inventor*, pelo fato de não haver a necessidade de se ter conhecimento técnico para estruturação do aplicativo nem conhecimento de linguagem de programação.

Para testar a aceitabilidade e potencialidades do aplicativo, foi criada uma versão inicial com conceitos sobre velocidade, os fatores que influenciam, incluindo a ação de catalisadores. Essa versão foi aplicada a estudantes de 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual situada na zona norte de Porto Alegre. A partir da avaliação preliminar feita pelos estudantes, no formato de entrevista, modificações e melhorias foram introduzidas na versão final.

Para a versão final do aplicativo, além das sugestões feitas pelos estudantes, foram consideradas as abordagens realizadas nos aplicativos disponíveis nas lojas de aplicativos, a fim de produzir um produto educacional mais elaborado que foi concluído em 2021. Essa versão final não foi aplicada.



## 5 RESULTADOS

Este capítulo descreve o rumo que a pesquisa tomou após a qualificação deste trabalho, os resultados encontrados na busca por aplicativos de cinética química, a análise da versão inicial do aplicativo e descrição das melhorias realizadas após esta análise

### 5.1 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE ESTA PESQUISA

Inicialmente o objetivo deste trabalho consistia na construção de um aplicativo educacional, gratuito e em português para o ensino e aprendizagem de Cinética Química, a nível de Ensino Médio, e a posterior análise de sua utilização.

A primeira versão do aplicativo foi construída em 2019 e testado com alunos de 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual situada na zona norte de Porto Alegre. Contextualizando um pouco a realidade da sala de aula, o aplicativo foi utilizado pela pessoa que o desenvolveu, neste caso, a autora deste trabalho. Foi avaliado em 3 turmas de Ensino Médio, totalizando cerca de 90 alunos e, vale salientar que, a maioria dos alunos destas turmas foram acompanhados pela mesma professora durante as 3 séries do ensino médio, sendo que alguns deles também desde o 9º ano do Ensino Fundamental, ou seja, o vínculo entre alunos e professora já era bem sólido e boa parte destes alunos já estavam bem habituados com a didática dessa professora.

A sequência deste trabalho compreenderia em adaptar as melhorias identificadas durante o primeiro uso do aplicativo, inseri-lo em uma sequência didática consistente com os objetivos de ensino e aprendizagem do aplicativo, e uma análise do aproveitamento do aplicativo como ferramenta de aprendizagem.

O ensino no ano letivo de 2020, na mesma escola em que o aplicativo foi usado pela primeira vez e que seria o foco dos sujeitos de pesquisa, foi praticamente todo em modalidade remota. O início das aulas remotas não acompanhou o início do ano letivo e houve uma defasagem a nível conceitual do que estava no programa de conteúdos para o que efetivamente foi trabalhado. Assim, o conteúdo de Cinética Química não foi abordado em 2020, o que impossibilitou o uso e análise do aplicativo neste período.

Para o ano de 2021, haveria a possibilidade de se proceder com os objetivos iniciais da pesquisa, pois além das turmas da escola estadual, que teriam condições para o uso do aplicativo, mesmo estando ainda em aulas remotas, também haveria a possibilidade de aplicação em uma escola de iniciativa privada. Porém, são conteúdos trabalhados no 3º trimestre do ano letivo e este período extrapolaria o prazo de defesa desse trabalho e não era de interesse do pesquisador prolongar esse momento.

Sendo assim, a versão final do aplicativo não pode ser aplicada as turmas, mas nessa seção serão mostrados os resultados de cada etapa para a criação e melhorias do aplicativo desenvolvido.

## 5.2 SELEÇÃO E ANÁLISE DE APLICATIVOS PARA CINÉTICA QUÍMICA

Sendo o objetivo desse trabalho a criação de um aplicativo para o ensino de Cinética Química foi necessário investigar os aplicativos já existentes nesta temática para avaliar suas potencialidades e suas limitações, contribuindo para a melhoria da criação do aplicativo aqui proposto. Assim, foram realizadas buscas nas lojas de aplicativos *Apple Store* e *Google Play Store*.

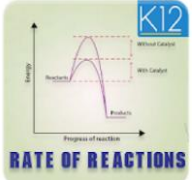
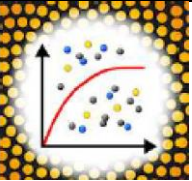
Na *Apple Store*, a busca foi realizada em dezembro de 2020, utilizando-se um i-Pad Pro, modelo MTXQ2BZ/A, com sistema operacional iPadOS 14.3. Inicialmente, como critério de busca utilizou-se a palavra-chave *cinética química* para a qual não retornou nenhum resultado. Então resolveu-se usar a palavra-chave no idioma inglês: *chemical kinetics* e retornaram 2 resultados: o app “*Rates of Chemical Reactions*” e o app “*Rates of Reaction*”, ambos aplicativos pagos. Outras palavras-chave relacionadas com o tema cinética foram utilizadas como *rates of reactions*, *activation energy*, *collisions* e resultaram nos mesmos aplicativos. Quando foi utilizada a palavra *catalysis* retornaram aplicativos de revistas científicas. Com a palavra *catalysts*, retornaram aplicativos das mais diversas categorias como estilo de vida, notícias, negócios, entre outros. A análise desses aplicativos permitiu selecionar o app “*Topsoe*”, que é um jogo relacionado com uma planta de produção de amônia. Já que a utilização das palavras-chave *chemical kinetics* e *catalysts* permitiu a seleção de apenas 3 aplicativos, resolveu-se investigar se esse conteúdo seria abordado em aplicativos com conteúdos mais gerais de química. Para tanto, utilizou-se a palavra-



chave *chemistry*, para a qual retornaram 204 apps dos quais selecionaram-se 7 aplicativos que continham conteúdos de cinética química.

Na *Google Play Store*, a busca foi realizada em janeiro de 2021, utilizando-se um *smartphone* da marca Motorola, modelo moto g7 play, com sistema operacional Android 10. O critério de busca foi semelhante ao utilizado na *Apple Store*. Com a palavra-chave cinética química não retornou nenhum resultado de aplicativos com Cinética Química em seu nome, porém retornaram alguns aplicativos de química geral que tinham assuntos de cinética em seu conteúdo. Aplicativos que eram exclusivos de algum conteúdo, como por exemplo de balanceamento de equações químicas e tabela periódica foram desconsiderados. A ferramenta de busca não informa o número total de aplicativos encontrados e são mais do que seria possível contar. Sendo assim foi realizado o *download* dos aplicativos que tinham avaliação pelos usuários acima de 4 estrelas.

Na sequência, os aplicativos selecionados foram analisados e categorizados tomando como base os critérios propostos por Nichele (2014), mas adaptados aos aspectos que julgamos ser os mais relevantes a serem considerados na elaboração de um novo aplicativo. Dessa maneira, em relação aos aspectos técnicos avaliou-se a compatibilidade com sistemas operacionais e a necessidade de *internet*. Após, foram categorizados quanto ao conteúdo (geral ou específico), à natureza (instrucional, jogo, quizzes, simulação, banco de dados), ao idioma e ao custo. Os resultados são apresentados nas Quadros 1 e 2.

**Quadro 1 - Aplicativos disponíveis para o ensino de Cinética Química e Catalisadores - Apple Store.**

Palavra-chave	Logo/ desenvolvedor/ano/ Sistema operacional	Nome, conteúdo e descrição	Natureza	Idioma	Custo
Rates of reaction	 <p>Ajax Media Tech Versões: 1.0 2017 1.1 2019 Android e IOS</p> <p>1 avaliação: 5 Não necessita internet.</p>	<p><b>Rate of Chemical Reactions</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Específico <b>Descrição:</b> O aplicativo é dividido em 3 partes: <b>Aprender</b> – Conceitos de cinética química e velocidades de reação são explicados de maneira bem simples. <b>Praticar</b> – Atividades interativas sobre fatores que afetam a velocidade das reações. <b>Quiz</b> – Questões com respostas para avaliar a aprendizagem</p>	Instrucional	Inglês	R\$ 5,49
Rates of reaction	 <p>Sunflower Learning Ltd</p> <p>Versão 1.0.0</p> <p>Android e IOS Sem avaliações</p>	<p><b>Rates of reaction</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Específico <b>Descrição:</b> Explica o modelo das colisões, e, a partir dele, mostra como os fatores afetam a velocidade de reações. São apresentadas atividades interativas com as moléculas colidindo com orientação e energia maior ou menor, dependendo da condição selecionada.</p>	Instrucional	Vários, incluindo português	R\$ 16,90


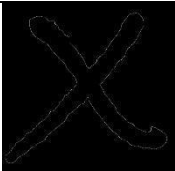
catalysts	 <p>Haldor Topsoe</p> <p>Versões: 1.0 – 2015 1.2 – 2018</p> <p>Android e IOS</p> <p>Sem avaliações</p> <p>Não necessita internet.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Topsoe Plant Manager</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Específico  <b>Descrição:</b> Jogo relacionado com uma planta de produção de amônia. São mostradas todas as etapas envolvidas no processo, desde o tratamento da matéria-prima até a síntese da amônia. Nos nove reatores, que compõe as nove etapas, são mostrados os tipos de catalisadores adequados e as reações químicas que ocorrem. O jogador tem como objetivo resolver um desafio triplo em que deve fazer a escolha correta do catalisador mantendo o menor tempo possível para a produção de amônia, sem comprometer a segurança.</p> <p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hidrogenação,</li> <li>2. Absorção de enxofre,</li> <li>3. Reforma Primária,</li> <li>4. Reforma secundária,</li> <li>5. Deslocamento a alta temperatura (Water Gas Shift),</li> <li>6. Deslocamento a baixa temperatura (Water Gas Shift),</li> <li>7. Remoção de CO<sub>2</sub>,</li> <li>8. Metanação,</li> <li>9. Síntese da amônia.</li> </ol>	Jogo	Inglês	Grátis
chemistry	 <p>Khan Academy</p> <p>Versão: 7.2.0 – 2020</p> <p>Android e IOS</p> <p>Avaliação: 4,7</p> <p>Necessita internet</p>	<p style="text-align: center;"><b>Khan academia</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> Com a missão de proporcionar educação gratuita e de alta qualidade para todos, em qualquer lugar, oferece uma coleção grátis de vídeos de matemática, medicina e saúde, economia e finanças, física, química, biologia, ciência da computação, entre outras matérias.</p> <p>Na parte de Química são cobertos vários conteúdos, no formato de vídeo-aulas. Na Unidade Cinética, os conteúdos desenvolvidos são: Taxas de reações e Leis de velocidade, Relação entre as concentrações de reação e o tempo; Equação de Arrhenius e Mecanismos de reação e Espectroscopia.</p>	Instrucional	Vários, incluindo português	Grátis

chemistry	 <p>Santosh Mishra/2016</p> <p>Só IOS Sem avaliações Necessita internet.</p>	<p><b>Chemistry Notes with MCQ- Become Chemistry Expert</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> O aplicativo é dividido em duas seções: Na primeira seção são apresentados conceitos de química para iniciantes e na segunda seção são apresentados exercícios de escolha simples com resposta e explicação.  Os conceitos de cinética são divididos em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de reações químicas</li> <li>• Fatores que influenciam a velocidade de reações</li> <li>• Cálculos de velocidade</li> <li>• Leis de Velocidade</li> <li>• Constante de Velocidade</li> <li>• Ordem de reação</li> <li>• Unidades das constantes de velocidades</li> <li>• Reação de zero ordem</li> <li>• Reação de primeira ordem</li> </ul>	Instrucional	Inglês	Grátis, com inserção de propa-gandas
chemistry	 <p>Galactig</p> <p>Versões: 1.0 (2014) 3.0 (2017)</p> <p>Android e IOS</p> <p>Sem avaliações</p> <p>Não necessita internet.</p>	<p><b>Adolygu/Revision App</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> aplicativo com conteúdos de Química , Física e Biologia. Apresenta notas de revisão organizadas em tópicos, sendo que o Tópico 5 trata de Cinética:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic 5 : Velocidade de reação: fatores que influenciam a velocidade, Teorias das colisões e energia de ativação.</li> <li>• Também apresenta um quizz, com tempo limitado por questão, englobando todos os conteúdos de Química</li> </ul> <p>O quizz é geral e não há como responder unicamente as questões sobre cinética, o que pode fazer com que o aluno desista de chegar até elas.</p>	Instrucional/Quizz	Inglês	Grátis


chemistry	 <p>Sunnykumar Mavani Versão 1.3 – 2020 IOS Sem avaliações Não necessita internet.</p>	<p><b>Handbook of Chemistry</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral <b>Descrição:</b> Aplicativo preparativo para exames de admissão em “colleges”. A revisão é baseada na apresentação de fórmulas e em questões de escolha simples para as quais são apresentadas as respostas. Cobre conteúdos de química geral organizados em tópicos, incluindo <i>Chemical Kinetics</i>.</p>	Quizz	Inglês	Grátis, com inserção de propagandas (se conectado à internet).
chemistry	 <p>Harikrishna Vallakatla Versão 1.0 -2017 Android e IOS Sem avaliações Não necessita internet.</p>	<p><b>Chemistry Quizz Test :</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral <b>Descrição:</b> Aplicativo que cobre conteúdos de química geral na forma de quizz, organizados em capítulos. No capítulo 3, <b>Chemical Kinetics</b>; o quizz tem 80 questões com respostas. Preparatório para exames.</p>	Quizz	Inglês Nível: Universitário	Grátis, com inserção de propagandas (se conectado à internet).
chemistry	 <p>Antonio Giarusso Versão 4.0 -2018 Android e IOS Sem avaliações Não necessita internet.</p>	<p><b>iChemistry:</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral <b>Descrição:</b> Aplicativo com lições sobre vários conteúdos. A lição de cinética está junto com termodinâmica. A definição de velocidade de reação e os fatores que nela influenciam são apresentados em uma frase curta. Não há figuras que ajudem a entender os fenômenos. A lição energia de ativação só na versão PRO a um custo de R\$16,90. É um aplicativo em construção, pois os quizzes ainda não estão disponíveis.</p>	Instrucional	Inglês, Espanhol e Italiano	Grátis e Pago (R\$ 16,90)



Fonte: dados da pesquisa.


**Quadro 2 - Aplicativos disponíveis para o ensino de Cinética Química e Catalisadores - Google Play Store.**

Palavra-chave	Logo/ desenvolvedor/ano/ Sistema operacional	Nome, conteúdo e descrição	Natureza	Idioma	Custo
Cinética Química	 DSmart Apps  Versão: 1.7.2 de 24/11/2020  Android  Não necessita internet.  Mais de 50.000 downloads.  O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.	<p><b>Fórmulas - Química</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> Aplicativo com tópicos de Química Geral, com foco principal em Fórmulas de Química, Tabela Periódica e descrição dos elementos.            Há um tópico específico de Cinética Química onde são apresentadas fórmulas (para cálculo da velocidade de reação: Lei de Guldberg-Waage; para cálculo de velocidade média de formação, velocidade média de consumo e velocidade média da reação) e conceitos básicos sobre cinética (como Energia de Ativação e Complexo ativado; Teoria da Colisão; Lei da Velocidade da Reação; Catalise e Catalisador, enzimas e Autocatálise).            Apesar de ter apenas um tópico sobre cinética, traz informações relevantes e objetivas sobre o assunto.</p>	Instrucional	Português	Gratuito
Cinética Química	 Prof. Xandão  Versão 7.0 de 27/04/2018  Android  Não necessita internet.  Mais de 100.000 downloads.	<p><b>Química completa</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> o aplicativo é dividido em 10 seções, sendo que três são sobre teoria divididos em Química Geral, físico Química e Química Orgânica. Na seção Físico-Química há um tópico intitulado Cinética Química apresentado no formato de texto, com os principais conceitos incluindo fórmulas e gráficos.            Há também uma seção de exercícios com um tópico de cinética química que apresenta uma lista com 15 exercícios (de vestibulares e processos seletivos) com gabarito.</p>	Instrucional	Português	Gratuito



Cinética Química	 <p>Arkadius Kwiatkowski</p> <p>Versão: 1.45.1 16/10/2019</p> <p>Android</p> <p>Não necessita internet.</p> <p>Mais de 50.000 downloads.</p> <p>O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Química Gerador</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> um aplicativo para resolução de exercícios de química onde o exercício é selecionado por assunto, o usuário é provocado a tentar resolver com a opção de visualizar um tutorial com a resolução e possível comparação do resultado com uma breve introdução teórica sobre o conteúdo.</p> <p>Não contém conteúdos e exercícios sobre cinética química.</p>	Resolução de exercícios.	Português	Gratuito
Cinética Química	 <p>Lopes Apps</p> <p>Versão: 2.0 18/05/2020</p> <p>Android</p> <p>Não necessita internet.</p> <p>Mais de 50.000 downloads. O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Química ENEM</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> O aplicativo apresenta os conteúdos de química em 12 tópicos, sendo que Cinética Química faz parte do tópico de Equilíbrio Químico trazendo sucintamente conceitos associados a velocidade das reações e catalisadores, fórmulas (velocidade média e Lei da Velocidade das Reações).</p>	Instrucional	Português	Gratuito

Cinética Química	 <p>Professor/Developer – Diego Marcelo</p> <p>Versão: 2.0 03/08/2016</p> <p>Android</p> <p>Não necessita internet.</p> <p>Mais de 100.000 downloads.</p> <p>O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Resumão de Química</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> O aplicativo apresenta uma tela inicial com três botões: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. Dentro de Físico-Química há uma aba destinada a Cinética Química que direciona a três abas com pequenos textos (TDM – Taxa de desenvolvimento médio; Colisões; Fatores.</p>	Instrucional	Português	Gratuito
Cinética Química	 <p>duhnae</p> <p>Versão: 1.22 04/12/2018</p> <p>Android</p> <p>Necessita internet para visualização dos vídeos.</p> <p>Mais de 10.000 downloads.</p> <p>O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Química Palestras</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> Aplicativo com aulas de química no formato de palestras. Em sua maioria são aulas expositivas auxílio de quadro negro.          Todos os vídeos são reproduzidos em seus respectivos canais do youtube, fornecendo visualizações e assinantes aos criadores e proprietários. O aplicativo está organizado em botões, sendo que no de físico química há cinco palestras sobre cinética química:          #29 - Velocidade Média de uma reação.          #30 – Como ocorre uma reação química.          #31 – Lei da velocidade          #32 – Determinação experimental da lei da velocidade          #33 – Fatores que Alteram a Velocidade de uma Reação.</p>	Instrucional/ Palestras	Português	Gratuito

Cinética Química	 <p>ALVE</p> <p>Versão: 1.0 12/06/2020</p> <p>Android</p> <p>Não necessita internet.</p> <p>Mais de 10.000 downloads.</p> <p>O aplicativo apresenta propagandas e anúncios.</p>	<p><b>ALVE</b></p> <p><b>Conteúdo:</b> Geral  <b>Descrição:</b> Aplicativo com tópicos sobre diversos conteúdos de química, sendo um deles sobre Cinética e Equilíbrio Químico. Contém textos sobre os conceitos, exercícios e respectivas resoluções. Traz gráficos e tabelas que enriquecem o material. Os textos são maiores e bem completos.</p>	Instrucional	Espanhol	Gratuito

Fonte: dados da pesquisa.

A análise dos quadros 1 e 2, mostra que há apenas dois aplicativos específicos para a Cinética Química (Rate of Chemical Reactions e Rate of Reactions) e um jogo para catalisadores, o Topsoe Plant Manager. O fato de todos estarem em idioma inglês e dois primeiros serem pagos, inviabilizaria seu uso em escolas públicas, ainda que apresentem baixo custo.

Em relação aos aplicativos de conteúdo geral, em que a cinética química é um capítulo ou lição, dos treze aplicativos selecionados, dois abordam a cinética química em videoaulas ou palestras, quatro trazem apenas conceitos, cinco associam conceitos e exercícios e dois trazem apenas exercícios, os quizzes.

### 5.3 PLANEJAMENTO E CRIAÇÃO DO APLICATIVO

A seleção e análise revelou que aplicativos focados somente em Cinética e/ou Catalisadores são escassos e, portanto, a criação de um aplicativo nessa temática, em idioma português e gratuito seria uma ferramenta que apoiaria o Ensino desse conteúdo para estudantes do ensino básico.

O aplicativo, chamado *Química na Mão: Cinética*, foi planejado com o objetivo de ser uma apostila interativa que não necessitasse de internet para seu uso, tendo como público alvo alunos de 2° ou 3° anos do Ensino Médio. A ideia foi criar um aplicativo bem intuitivo em que não fosse necessário cadastro ou acesso à internet para iniciar seu uso.

Os conteúdos selecionados para o aplicativo foram os conteúdos de cinética química abordados em livros didáticos de ensino médio (FELTRE, 2005) e superior (RUSSEL, 2006; KOTZ, 2002; ATKINS; JONES, 2012). Na versão inicial do aplicativo foram usadas as definições encontradas nesses livros didáticos com abordagem de conceitos sobre velocidade, os fatores que a influenciam, incluindo a ação de catalisadores. Conceitos sobre mecanismo de reação não foram abordados, visto que tratar de etapas de reação está fora do cotidiano de entendimento de um aluno de ensino médio.

O aplicativo foi desenvolvido pela plataforma *MIT App Inventor*, também conhecida como *App Inventor for Android*, originalmente criada pela Google, e atualmente mantida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) que se destina ao desenvolvimento de aplicativos para pesquisas escolares, de simples programação que permite a criação de aplicativos para o sistema operacional *Android*, sendo assim uma limitação deste produto como recurso didático: o aplicativo foi desenvolvido exclusivamente para sistema *Android*, o que implica que alunos que utilizam *smartphones* ou *tablets* da Apple, com sistema operacional iOS, não poderão fazer uso do aplicativo. Para eles deverá ser disponibilizado um arquivo em formato pdf (Apêndice D), que pode ser aberto no dispositivo móvel, porém não é interativo como o aplicativo. No entanto, essa limitação é minimizada ao se considerar o mercado brasileiro de *smartphones*. Dados de fevereiro de 2020, indicam que a venda de *smartphones* com sistema operacional Android das marcas mais vendidas (SAMSUNG, Motorola e LG) alcançou 75% enquanto que a Apple apenas 12%. (STATCOUNTER, 2002).

## 5.4 ANÁLISE DA VERSÃO INICIAL DO APLICATIVO

A análise apresentada na sequência se refere ao uso da primeira versão do aplicativo, em 2019, com três turmas de ensino médio. Esse teste foi feito justamente para ver possíveis falhas do aplicativo e itens que poderiam ser melhorados, bem como avaliar a aceitabilidade e as potencialidades do recurso.

Na Figura 10 é mostrada a tela da versão inicial do aplicativo.

**Figura 10 - recortes da versão inicial do aplicativo Química na Mão: Cinética**

**QUÍMICA NA MÃO: CINÉTICA** | **ENERGIA\_DE\_ATIVACAO** | **TEMPERATURA**

**Olá, Bem vindo ao QUÍMICA NA MÃO: Cinética!**  
 Fiz esse aplicativo com o objetivo de proporcionar um material simples e interativo para você compreender melhor alguns conceitos associados ao estudo da Velocidade das Reações Químicas, conteúdo conhecido como CINÉTICA QUÍMICA.  
**Se você é meu aluno, usaremos ele em nossas aulas sobre este assunto!**  
 Sou a professora Mayara e caso você tenha alguma dúvida me procure em:  
 #INSTAGRAM: @quimicaprofmay (respondo mais rápido)

**Instagram** Entrar | Cadastre-se

**quimicaprofmay** Seguir

**Professora Mayara Antler**  
 - Química e Ciências da Natureza.  
 - USE PARA ESTUDAR!  
 - Prof Mayara - Porto Alegre/RS  
 #E-MAIL: mayantler@gmail.com

**PRÓXIMO**

**Representação Gráfica de uma reação exotérmica ( $H_P < H_R \rightarrow \Delta H < 0$ ) indicando a formação do COMPLEXO ATIVADO**

E para ajudar, mais um gráfico de uma reação exotérmica mostrando uma representação dos reagentes, complexo ativado e produtos.

**Energia (kJ)**

**Complexo ativado**

**Energia de ativação**

**Reagentes A + B**

**Produtos C + D**

**$\Delta H < 0$**

**Caminho de reação**

**Conclusão:**  
**QUANTO MENOR A ENERGIA DE ATIVAÇÃO, MAIOR A VELOCIDADE DA REAÇÃO.**

**VOLTAR PARA TÓPICOS SOBRE VELOCIDADE**

**TEMPERATURA**

A influência da temperatura na velocidade de uma reação pode ser analisada observando-se o comportamento das moléculas reagentes.

**Aumentar a temperatura significa aumentar a Energia Cinética das moléculas (energia associada ao movimento), ou seja, aumentar a velocidade das moléculas.**

Neste caso, moléculas mais rápidas colidem com mais frequência e com mais violência e a reação fica mais rápida.

**VEJA ESSE EXPERIMENTO:**

**YouTube**

**Cinética de dissolução de um corante: o efeito da temperatura**  
 5.638 visualizações

**Conclusão:**  
**COM O AUMENTO DA TEMPERATURA HÁ UM AUMENTO NA VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA.**

**VOLTAR PARA TÓPICOS SOBRE VELOCIDADE**

Fonte: Elaborado pela autora.

Um ponto forte do uso do aplicativo foi tempo. Com o uso do aplicativo, professor e alunos tiveram acesso a vários recursos que normalmente em sala de aula não costumam ter, como por exemplo, o uso de vídeos, disponíveis no *YouTube*<sup>5</sup>, e imagens selecionadas pelo professor, visto que nas salas de aula não há recursos multimídia e os que estão disponíveis na escola requerem deslocamento dos alunos (o que demanda tempo) e disponibilidade de um espaço que é de uso comum. Um

<sup>5</sup> Canal: QuímicaProfMay, disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCY3DkkqpReBWgnu2dGfsB3g>

exemplo é o uso de gráficos que geralmente eram feitos no quadro e com o aplicativo eles estavam todos disponíveis, em qualidade muito superior.

O aplicativo, se torna mais interessante ao aluno pois está no seu *smartphone*, aparelho em que ele passa boa parte da aula manuseando. Então, apesar de ser uma apostila, o fato de ser no formato de um aplicativo despertou mais seu interesse pelo estudo. Sem contar que, por ser uma novidade, no início da aula, boa parte dos alunos já tinham se apropriado dos conceitos que estavam disponíveis, o que proporcionou dar a aula em muito menos tempo que de costume e proporcionou aos alunos maior autonomia em seus estudos.

A avaliação da versão inicial do aplicativo foi realizada pelas observações do professor enquanto os alunos o utilizavam. Cada aluno tinha em mão seus *smarthphone* e, salvo alguns alunos que precisaram de auxílio para a instalação, o restante se encontrava com o aplicativo instalado antes da aula. Os alunos que possuíam *smarthphone* com sistema operacional diferente do *Android*, fizeram uso de arquivo em pdf disponibilizado pelo professor (Apêndice D), mas também utilizaram seus respectivos aparelhos durante a aula. Após, foram coletados depoimentos com percepções de alguns alunos (Apêndice C). Para os alunos, o fator tempo também foi um diferencial, além do fato de não ficarem tanto tempo fazendo anotações, de terem o conteúdo disponível quando quisessem e de ter imagens à disposição, o que neste caso incluía também gráficos. Solicitaram exercícios, que acabou gerando um botão na nova versão do aplicativo só com *Quizzes*.

Duas percepções que mais chamaram a atenção são as que se referem ao respeito com o ritmo de cada aluno e à “*falta a parte Mayara de dar o conteúdo*” o que levou a reflexão sobre a linguagem do conteúdo do aplicativo, que talvez esteja mais formal do que a que normalmente é usada em aula pelo professor.

Ainda na análise da versão inicial há a percepção do professor que se sentiu podendo “ir além” durante as aulas pois não havia preocupação com o material para os alunos, mas sim com o diálogo durante as aulas. Após a aula com o aplicativo, todas as turmas questionaram se não teria um Química na Mão: Orgânica, que seria o próximo conteúdo a ser estudado, o que indica que os alunos realmente gostaram da aula com uso do aplicativo.

## 5.5 ELABORAÇÃO DA VERSÃO FINAL DO APLICATIVO

A elaboração da versão final do aplicativo *Química na Mão: Cinética* tomou como base a análise preliminar da versão inicial do aplicativo e a análise dos aplicativos disponíveis para o ensino e aprendizagem de Cinética Química.

Em relação à análise preliminar, foi verificado que o aplicativo teve grande aceitação por parte dos alunos e que facilitou tanto o processo de ensino do professor como o de aprendizagem pelos alunos. Contudo, os alunos fizeram sugestões para a versão final, solicitando a inclusão de exercícios. Para atender a essa demanda foi incluído o botão *quizzes*. Os exercícios adicionados ao botão *quizzes* foram selecionados com base em listas de exercícios de livros didáticos e questões de vestibulares. Além disso, também foram adicionados alguns vídeos sobre fatores que afetam a velocidades de reações e uso de catalisadores, todos elaborados pela autora dessa dissertação, baseados em experimentos propostos em livros didáticos. Todos esses vídeos estão disponíveis no *YouTube*<sup>6</sup>.

Em relação aos aplicativos disponíveis, foi verificado que dos dezesseis aplicativos selecionados, apenas dois são específicos para Cinética Química e estão no idioma inglês, o que é uma dificuldade para estudantes do ensino médio, além de serem pagos. Já nos aplicativos mais gerais, a cinética está incluída em capítulos ou lições. Essas lições podem ser pequenos textos, exercícios, vídeo-aulas ou uma combinação de textos com exercícios.

Assim, na versão final do *Química na Mão: Cinética*, que foi pensada para ser uma apostila interativa, foram adicionados os exercícios no formato de *quizzes*, como solicitados pelos alunos. Em relação aos aplicativos disponíveis, o *Química na Mão: Cinética* é mais completo pois apresenta explicações sobre cinética química, exercícios e vídeos de experimentos.

Então a nova versão do aplicativo inclui vídeos produzidos e *quizzes* com questões contextualizadas com o cotidiano do aluno envolvendo fenômenos associados à velocidade das reações e com questões adaptadas de vestibulares.

O aplicativo *Química na Mão: Cinética* encontra-se pronto. Ele foi desenvolvido baseado no fato de, durante a pesquisa, não ter encontrado nenhum aplicativo educacional gratuito e em português específico sobre o assunto. Vem com

---

<sup>6</sup> Canal: QuímicaProfMay, disponível em:  
<https://www.youtube.com/channel/UCY3DkkqpReBWgnu2dGfsB3g>

o objetivo de ser uma tecnologia digital disponível para o uso dos nossos “Nativos Digitais” e organizado de forma a tentar atender os 3 níveis de conhecimento químico de forma que traz o nível submicroscópico com suas teorias e conceitos, o macroscópico com os vídeos de experimentos que, em sua maior parte não seriam reproduzidos na escola e o representacional trazendo as linguagens química e matemática envolvidas na aprendizagem de cinética química de forma atrativa e de qualidade.

## 5.6 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional trata-se de um aplicativo chamado *Química na Mão: Cinética*, que foi desenvolvido com o objetivo de ser como uma apostila interativa que não necessite de internet para seu uso. Pensado para alunos de 2° ou 3° anos do Ensino Médio, o aplicativo é bem intuitivo e não é necessário cadastro ou acesso à internet para iniciar seu uso. O Usuário só precisa fazer o *download*, uma única vez, instalá-lo e assim acessar todo material disponível, exceto os vídeos, que utilizam o youtube para ser exibidos.

Foi desenvolvido pela plataforma *MIT App Inventor*, também conhecida como *App Inventor for Android*, originalmente criada pela Google, e atualmente mantida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) que se destina ao desenvolvimento de aplicativos para pesquisas escolares, de simples programação que permite a criação de aplicativos para o sistema operacional *Android*, sendo assim uma limitação deste produto como recurso didático: o aplicativo foi desenvolvido exclusivamente para sistema *Android*, o que implica que alunos que utilizam *smartphones* ou *tablets* da Apple, com sistema operacional iOS, não poderão fazer uso do aplicativo. Para eles deverá ser disponibilizado um arquivo em formato pdf (Apêndice D), que pode ser aberto no dispositivo móvel, porém não é interativo como o aplicativo. No entanto, essa limitação é minimizada ao se considerar o mercado brasileiro de *smartphones*. Dados de fevereiro de 2020, indicam que a venda de *smartphones* com sistema operacional Android das marcas mais vendidas (SAMSUNG, Motorola e LG) alcançou 75% enquanto que a Apple apenas 12%. (STATCOUNTER, 2002).

Há uma primeira tela, de apresentação, situando o usuário/aluno do conteúdo do aplicativo onde também há um canal de comunicação, via e-mail e Instagram entre



professor que elaborou o conteúdo e aplicativo com o usuário. Esta tela possui também um índice com o conteúdo organizados em cinco tópicos (botões) principais que levam aos conceitos, vídeos e quizzes, de forma interativa.

**Figura 11 - Tela de apresentação do Química na Mão: Cinética**



Fonte: elaborado pela autora.

Os textos possuem itens em destaque, imagens e vídeos para facilitar o entendimento dos alunos. Cada tela possui ao final um botão para voltar à tela anterior, que pode ser substituída pelo botão “voltar” de qualquer celular.

Figura 12 - Outras telas do Química na Mão: Cinética

ENERGIA\_DE\_ATIVACAO
TOPICOS SOBRE VELOCIDADES
NUMERO\_DE\_COLISOES

**Representação Gráfica de uma reação exotérmica ( $H_P < H_R \rightarrow \Delta H < 0$ ) indicando a formação do COMPLEXO ATIVADO**

E para ajudar, mais um gráfico de uma reação exotérmica mostrando uma representação dos reagentes, complexo ativado e produtos.

TEORIA DAS COLISÕES

TEORIA DO COMPLEXO ATIVADO

TEMPERATURA

CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

PRESSÃO

SUPERFÍCIE DE CONTATO

VOLTAR

**NUMERO DE COLISÕES EFETIVAS**

Entre substâncias químicas pode haver dois tipos de colisões. As EFETIVAS e as NÃO-EFETIVAS.

# COLISÕES NÃO-EFETIVAS não resultam em transformação da matéria, ou seja, NÃO OCORRE REAÇÃO QUÍMICA. São colisões onde não há quebra de ligações químicas e, conseqüentemente, não existe formação de outras novas.

# COLISÕES EFETIVAS são aquelas em que há quebra de ligações e conseqüentemente formação de novas, neste caso OCORRE A REAÇÃO.

Para explicar as colisões efetivas, temos a TEORIA DAS COLISÕES.

Tal teoria se aplica a reações que ocorrem em fase gasosa. Para que ocorra uma reação química, as moléculas reagentes devem ser postas em contato por meio de uma colisão. A colisão das partículas, ou choque efetivo, deve ser bem orientada, permitindo uma perfeita interação entre as mesmas. Mas, nem sempre, a colisão por si só é o bastante para desencadear a reação, é preciso, ainda, que as partículas postas em choque tenham uma quantidade mínima de energia para romper as ligações químicas já existentes e formar novas substâncias. Essa quantidade mínima de energia é denominada energia de ativação.

No dado instante em que ocorre o choque efetivo é formada uma estrutura chamada COMPLEXO ATIVADO. Trata-se de uma fase de transição, em que já existe uma interação entre os reagentes, porém, os produtos ainda não foram formados.

**A ENERGIA DE ATIVAÇÃO É NECESSÁRIA PARA ORIGINAR O COMPLEXO ATIVADO, logo, se não houver a formação dessa espécie química a reação também não ocorre.**

A	X	A...X	A-X
	+	-	+
B	Y	B...Y	Y-B

Conclusão

QUANTO MENOR A ENERGIA DE ATIVAÇÃO, MAIOR A VELOCIDADE DA REAÇÃO.

VOLTAR

Fonte: elaborado pela autora.

Pela perspectiva das definições de Russel, descritas no Referencial Teórico desde trabalho e na visão de professora de ensino médio, o *Química na Mão: Cinética* prioriza conceitos sobre velocidade, os fatores que influenciam, incluindo a ação de catalisadores ao invés de conceitos sobre mecanismo, visto que tratar de etapas de reação está fora do cotidiano de entendimento de um aluno de ensino médio. O conceito de velocidade já é familiar ao aluno quando ele chega ao ponto de estudar cinética química na escola. Ele já tem contato com esse conceito por conhecer, por exemplo, a velocidade de um veículo. Já teve contato com o estudo dos movimentos, em física. Então, introduzir esse assunto ao aluno pela perspectiva das reações químicas é mostrar um outro ponto de vista sobre conceitos que ele já conhece.

No *Química na Mão: Cinética*, há uma guia dedicada somente para os catalisadores e sua influência nas reações. Foi considerado importante visto que é um fator com maior possibilidade de variações e que implica num maior número de tecnologias associado à cinética química.

Por enquanto o aplicativo só está disponível para usuários do sistema *Android* e não se encontra na Google Play Store. Pode ser encaminhado para os alunos via e-mail ou Whatsapp ou via sala de aula virtual (Google Sala de Aula) ou pode ser acessado através dos passos a seguir:

1 – Acessar o link:

<https://drive.google.com/file/d/1CX5p393APszrghW4Thol7darEAPYtre7/view?usp=sharing>

2 – Clicar no link gerado e fazer *download* do arquivo *Química\_na\_Mao\_CINÉTICA.apk*;

3 – Executar o arquivo .apk para proceder com a instalação do aplicativo. Pode ser necessário ter que liberar permissões de instalação no sistema operacional para instalação do aplicativo.

O uso do aplicativo no ano de 2019 com três turmas de ensino médio, como um teste, foi feito justamente para ver possíveis falhas do aplicativo e itens que poderiam ser melhorados. Então a nova versão do aplicativo inclui vídeos produzidos e *quizzes* com questões contextualizadas com o cotidiano do aluno envolvendo fenômenos associados à velocidade das reações e com questões adaptadas de vestibulares.

O aplicativo se torna um diferencial de qualquer apostila em formato .pdf pois é constituído de botões com cada “capítulo” que será estudado pelo aluno, o que confere parte do quesito interatividade dele. Está estruturado da seguinte forma:

**BOTÕES:**

- (1) CINÉTICA QUÍMICA: texto curto de introdução do assunto. Definição de Cinética e Velocidade das Reações Químicas.
- (2) ENERGIA DE ATIVAÇÃO: conceito sobre Energia de Ativação. Exemplos e gráficos.
- (3) FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES: organizado em 6 botões. Em cada botão há os conteúdos explanados através de textos, imagens e vídeos.
  - Teoria das Colisões
  - Teoria do Complexo Ativado
  - Temperatura
  - Concentração dos Reagentes
  - Pressão
  - Superfície de Contato
- (4) CATALISADORES: Abordagem específica sobre catalisadores e sua importância explanados através de textos, imagens, vídeos e quizzes para testar os conhecimentos do aluno.

(5) QUIZZES: quizzes para testar os conhecimentos do aluno.

(6) MAIS VÍDEOS: vídeos sobre experimentos de Cinética Química e Catálise

Para o uso do aplicativo é importante que alguns conceitos, habilidades e competências sejam desenvolvidos, no que se refere os processos operacionais e a construção de conceitos teóricos.

A nível operacional: o aluno deve ter noções da utilização de aplicativos em *smatphone* bem como sua instalação.

A nível de conceitos teóricos o aluno deve ter noções de Reações Químicas, Soluções, Estudo dos Gases, Termoquímica e análise e interpretação de gráficos.

## 6 CONCLUSÕES

Como descrito nos resultados, o objetivo deste trabalho mudou com o passar do tempo devido a eventos que fogem do controle de qualquer aluno, professor ou pesquisador. Mesmo assim o que foi mantido é a importância da construção deste aplicativo tanto no que diz respeito a construção de um recurso digital para o ensino de química quanto pelo conteúdo abordado nele.

O que resta frente ao andamento deste trabalho é disponibilizar uma sugestão de uso para o aplicativo, na forma de uma sequência didática (Apêndice B) que auxilie outros professores na sua prática pedagógica e da divulgação deste trabalho para professores da educação básica.

A educação de uma forma geral, não só no que diz respeito ao ensino de química, é constantemente confrontada e repensada, mas frente às experiências que professores e alunos vêm tendo nos anos de 2020 e 2021, leva a uma reflexão sobre o quanto mais todas nossas práticas irão se adaptar e readaptar às novas realidades.

Ao concluir este trabalho a mensagem que fica e que deve ser deixada é da importância da formação continuada, principalmente com o objetivo de atualizar professores e mantê-los inseridos às realidades e dinâmicas do mundo. A pesquisa possibilitou a oportunidade de me apropriar de estudos sobre educação em química que proporcionaram vários momentos de aprendizado e de reflexão sobre a prática docente. Que sejamos para sempre aprendizes!

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Fernanda Welter; ALVES, Scarlet Dandara Borges; NUNES, Simara Maria Tavares. Gincana da cinética química: promovendo e avaliando a aprendizagem através do lúdico. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, [s.l.], v. 2, n. 1, 2018.

ALMEIDA, Gustavo Martins Alves de. **Jogo digital e analogias**: uma proposta para o ensino de Cinética Química. 2015.

ALTOÉ, A.; FUGIMOTO, S. M. A. Computador na educação e os desafios educacionais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9., Curitiba, **Anais...** Curitiba: EDUCERE, 2009.

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

BARBOSA, S. M.; SOUZA, N. dos S. Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética. **Química Nova na Escola**, [s. l.], vol. 43, no. 1, p. 74–85, 2021.

BATISTA, J. DE S.; GOMES, M. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 79-94, jul., 2020.

BRADY, J.E. et al. **Química**: a matéria e suas transformações. [S.l.: s.d], 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Diretoria de Avaliação. Área de Ensino. **Documento de Área 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://migre.me/vAw3N>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química**: a ciência central. 9 ed. [S.l.]: Prentice-Hall, 2005.

CASTRO, M. C., SIRAQUE, M., TONIN, L. T. D. Aprendizagem significativa no ensino de cinética química através de uma oficina problematizadora. **Actio: Docência em Ciências**, [s.l.], v. 2, n. 3, p. 151-167, 2017.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; STAKER, H. **Ensino Híbrido**: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. 2013.

DUDA, Rodrigo; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. Desenvolvimento de aplicativos para android com uso do app inventor: uso de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem em matemática. **Revista Conexão UEPG**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. 310-323, 2015.

FATARELI, Elton Fabrino et al. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química nova na escola**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FIRMINO, Eduardo da Silva. Aplicativos móveis para uso no Ensino de Químico: uma breve análise. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 8, n. 7, p. e23871127-e23871127, 2019.

FREIRE, P. C. R. et al. História em quadrinhos para o ensino de cinética química. [S.l.: s.d], 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIORDAN, Marcelo; GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-301, jul. 2005. Disponível em: <http://seer.bce.unb.br/index.php/linhascriticas/article/viewArticle/5380>. Acesso em: 18 dez. 2011.

GPINTEDUC. **Aplicativo Educacional móvel**. 2019. Disponível em <https://gpinteduc.wixsite.com/utfpr/definicoes-do-grupo>. Acesso em: 09 mar. 2020.

GRUPO EVOLUÇÃO. Cinética química. **EaD Evolução**, [2021]. Disponível em: [http://gruportevolucao.com.br/livro/Quimica3/cintica\\_quimica.html](http://gruportevolucao.com.br/livro/Quimica3/cintica_quimica.html). Acesso em 23 jun. 2021.

HÄNSCH, Mirian Quandt. **As potencialidades das TDIC no ensino de cinética química**. [S.l.: s.d], 2016.

KLINGER, Miro Alfonso; BARICCATTI, Reinaldo. Práticas pedagógicas em cinética química. **Dia a Dia Educação**, [s.l.], p. 1-17, 2007.

KOTZ, John, C.; TREICHEL, Paul. **Química e reações químicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. V. 2.

LEAL, Régis Casimiro et al. Explorando a cinética química através da queima de uma vela. **Educación química**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 93-96, 2014.

LIMA, J. de FL et al. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 11, n. 11, p. 26-29, 2000.

MARANI, P. F.; OLIVEIRA, T. A. L.; SÁ, M. B. Z. Concepções sobre Cinética Química: a influência da Temperatura e da Superfície de Contato. **ACTIO: Docência em ciências**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 321-341, 2017.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s.l.], v. 8, n. 2, 2009.

MARTORANO, S.A.A.; CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R.; A história da ciência no ensino de Química: o ensino e a aprendizagem do tema Cinética Química. **Revista História da Ciência e Ensino**, [s.l.], v.9, p.19-35, 2014.

MELATTI, Giovana Caraballo. **O RPG eletrônico**: uma atividade lúdica voltada para o ensino de cinética química no ensino médio. 2018. Dissertação (Mestrado em

Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MICHAELIS. 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em 26 out. 2020.

MITAPPINVENTOR. 2020. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/about-us>. Acesso em: 02 de mar. 2020.

MOREIRA, Walter; DOS ANJOS, Priscila Maria. A organização da informação hipertextual no artigo jornalístico.: Em busca das marcas ideológicas. **Educação, Cultura e Comunicação**, [s.l.], v. 2, n. 4, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2014.

NICHELE, A. G. **Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e aprendizagem em Química**: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 2015. 258p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Instituto de Educação, São Leopoldo, 2015.

NICHELE, Aline Grunewald; CANTO, Letícia Zielinski. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s.l.], v. 16, n. 1, 2018.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE -Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s.l.], v. 12, p. 1-9, 2014.

NOVAES, F. J. M. et al. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: solanum tuberosum—uma alternativa versátil. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

OLIVEIRA, Fabio Caires de; MILANI JÚNIOR, João; CARVALHO, José Wilson P. Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, [s.l.], v. 17, n. 49, p. 86-103, 2020.

OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D.L.P.; CARVALHO, J. W. P. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. **Revista Tecnologias na Educação**, [s.l.], v.17, p.1- 12, 2016.

OLIVEIRA, W. C. D. **Aprendizagem e diversão no ensino de química com o uso de jogos didáticos**. Monografia (Especialização) - Curso de Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

PARSHALL, G.W.; ITTEL, S.D. **Homogeneous catalysis**: the applications and chemistry of catalysis by soluble transition metal complexes. [S.l.: s.d], 1992.



PIRES, Emerson Luis et al. Cinética química por Smartphone: uma possibilidade digital. In: [GKA EDUTECH 2020] CONGRESO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN. 2019.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRENSKY, Marc. Nativos digitais, imigrantes digitais. **On the horizon**, [s.l.], v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PSZYBYLSKI, Rafael Felipe et al. **O uso do software de programação App inventor 2 na formação inicial de professores de ciências**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s.l.], 2019.

RANZAN, Tiago et al. Desenvolvimento de um aplicativo para o ensino de cinética bioquímica e biorreatores. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2005.

REZENDE, Flavio Silva. **Planejamento de ensino investigativo com auxílio didático de simulação interativa**: Potencialidades para o ensino de Cinética Química. 2015. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Bom despacho, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Educação. Orientações à Rede Pública Estadual de Educação do Rio Grande do Sul para o modelo híbrido de ensino 2021. 2021. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202103/03154054-2021-orientacoes-a-rede-publica-estadual-de-educacao-do-rio-grande-do-sul-para-o-modelo-hibrido-de-ensino.pdf>. Acesso em 19 jun. 2021.

ROCHA-FILHO, Romeu C. A camada de ozônio dá Nobel. **Química Nova na Escola**, Belo Horizonte, n. 2, p. 10-11, 1995.

RUSSEL, John Blair. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2006.

SADAVA, D. et al. **Vida**: A Ciência da Biologia. Porto Alegre: Artmed, 2009. V. 1

SANTOS, Natanaeli Machado; ARRUDA, Gilberto José. Ensino de cinética química no ensino médio: utilizando a experimentação como prática pedagógica. In: SEMEX, 12. [s.l.]. **Anais...** [s.l.], 2019.

SILVA, Egle Katarinne Souza da. **O uso de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de cinética química**. 2016.

SILVA, Fabiana Thayse do Santos; ALMEIDA, Maria Ângela de Vasconcelos. Cinética química: uma nova abordagem através da utilização de vídeos. [s.l.: s.d.], 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1607-1.pdf>. Acesso em 17 jun. 2021.

SILVA, L. T. et al. Análise e uso de aplicativos móveis no processo ensino aprendizagem da Tabela Periódica. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 6, n. 9, p. 67056-67073, 2020.

SILVA, Thiago Pereira, SILVA, G.N.; DANTAS FILHO, F.F. Análise de uma sequência didática auxiliada pelo uso das tecnologias da informação e comunicação para o ensino de cinética química numa perspectiva ausebiliana. In: CONEDU, 2. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/15432>. Acesso em: 17/06/2021.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. **A pesquisa científica: Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SIRHAN, G. Learning difficulties in chemistry: an overview. **Journal of Turkish Science Education**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 2-20, set. 2007.

STATCOUNTER. 2020. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/vendor-market-share/mobile/brazil>. Acesso em: 23 mar. 2020.

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

VIEIRA, Héli da Vasques Peixoto. O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [s.l.], v. 5, n. esp. 1, p. 125-138, 2019.

ZAPPE, J. A.; SAUERWEIN, I. P. S. O ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2016.

ZISMANN, J.; BACH, S.; WENZEL, J. A Leitura de Texto de Divulgação Científica no Ensino de Cinética Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 127-137, maio, 2019.

## APÊNDICE A – O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional trata-se de um aplicativo chamado *Química na Mão: Cinética*, que foi desenvolvido com o objetivo de ser como uma apostila interativa que não necessite de internet para seu uso. Pensado para alunos de 2° ou 3° anos do Ensino Médio, o aplicativo é bem intuitivo e não é necessário cadastro ou acesso à internet para iniciar seu uso. O Usuário só precisa fazer o *download*, uma única vez, instalá-lo e assim acessar todo material disponível, exceto os vídeos, que utilizam o youtube para ser exibidos.

Há uma primeira tela, de apresentação, situando o usuário/aluno do conteúdo do aplicativo onde também há um canal de comunicação, via e-mail e Instagram entre professor que elaborou o conteúdo e aplicativo com o usuário. Esta tela possui também um índice com o conteúdo organizados em cinco tópicos (botões) principais que levam aos conceitos, vídeos e quizzes, de forma interativa.

### Tela de apresentação do Química na Mão: Cinética



Os textos possuem itens em destaque, imagens e vídeos para facilitar o entendimento dos alunos. Cada tela possui ao final um botão para voltar à tela anterior, que pode ser substituída pelo botão “voltar” de qualquer celular.

## Outras telas do Química na Mão: Cinética

ENERGIA\_DE\_ATIVACAO
TOPICOS SOBRE VELOCIDADES
NUMERO DE COLISOES

**Representação Gráfica de uma reação exotérmica ( $H_P < H_R \rightarrow \Delta H < 0$ ) indicando a formação do COMPLEXO ATIVADO**

E para ajudar, mais um gráfico de uma reação exotérmica mostrando uma representação dos reagentes, complexo ativado e produtos.

**Conclusão:**  
**QUANTO MENOR A ENERGIA DE ATIVAÇÃO, MAIOR A VELOCIDADE DA REAÇÃO.**

TEORIA DAS COLISÕES

TEORIA DO COMPLEXO ATIVADO

TEMPERATURA

CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

PRESSÃO

SUPERFÍCIE DE CONTATO

VOLTAR

**NUMERO DE COLISOES EFETIVAS**

Entre substâncias químicas pode haver dois tipos de colisões. As EFETIVAS e as NÃO-EFETIVAS.

# COLISÕES NÃO-EFETIVAS não resultam em transformação da matéria, ou seja, **NÃO OCORRE REAÇÃO QUÍMICA**. São colisões onde não há quebra de ligações químicas e, conseqüentemente, não existe formação de outras novas.

# COLISÕES EFETIVAS são aquelas em que há quebra de ligações e conseqüentemente formação de novas, neste caso **OCORRE A REAÇÃO**.

Para explicar as colisões efetivas, temos a TEORIA DAS COLISÕES.

Tal teoria se aplica a reações que ocorrem em fase gasosa. Para que ocorra uma reação química, as moléculas reagentes devem ser postas em contato por meio de uma colisão. A colisão das partículas, ou choque efetivo, deve ser bem orientada, permitindo uma perfeita interação entre as mesmas. Mas, nem sempre, a colisão por si só é o bastante para desencadear a reação, é preciso, ainda, que as partículas postas em choque tenham uma quantidade mínima de energia para romper as ligações químicas já existentes e formar novas substâncias. Essa quantidade mínima de energia é denominada energia de ativação.

No dado instante em que ocorre o choque efetivo é formada uma estrutura chamada COMPLEXO ATIVADO. Trata-se de uma fase de transição, em que, já existe uma interação entre os reagentes, porém, os produtos ainda não foram formados.

**A ENERGIA DE ATIVAÇÃO É NECESSÁRIA PARA ORIGINAR O COMPLEXO ATIVADO, logo, se não houver a formação dessa espécie química a reação também não ocorre.**

Reagentes      Complexo Ativado      Produtos

$$\begin{matrix} A & X & A \cdots X & A-X \\ | & | & : & : \\ B & Y & B \cdots Y & Y-B \end{matrix}$$

Conclusão

Pela perspectiva das definições de Russel, descritas no Referencial Teórico desde trabalho e na visão de professora de ensino médio, *o Química na Mão: Cinética* prioriza conceitos sobre velocidade, os fatores que influenciam, incluindo a ação de catalisadores ao invés de conceitos sobre mecanismo, visto que tratar de etapas de reação está fora do cotidiano de entendimento de um aluno de ensino médio. O conceito de velocidade já é familiar ao aluno quando ele chega ao ponto de estudar cinética química na escola. Ele já tem contato com esse conceito por conhecer, por exemplo, a velocidade de um veículo. Já teve contato com o estudo dos movimentos, em física. Então, introduzir esse assunto ao aluno pela perspectiva das reações químicas é mostrar um outro ponto de vista sobre conceitos que ele já conhece.

No *Química na Mão: Cinética*, há uma guia dedicada somente para os catalisadores e sua influência nas reações. Foi considerado importante visto que é um fator com maior possibilidade de variações e que implica num maior número de tecnologias associado à cinética química.

Por enquanto o aplicativo só está disponível para usuários do sistema *Android* e não se encontra na Google Play Store. Pode ser encaminhado para os alunos via e-mail ou Whatsapp ou via sala de aula virtual (Google Sala de Aula) ou pode ser acessado através dos passos a seguir:

1 – Acessar o link:

<https://drive.google.com/file/d/1CX5p393APszrghW4Thol7darEAPYtre7/view?usp=sharing>

2 – Clicar no link gerado e fazer *download* do arquivo *Química\_na\_Mao\_CINÉTICA.apk*;

3 – Executar o arquivo .apk para proceder com a instalação do aplicativo. Pode ser necessário ter que liberar permissões de instalação no sistema operacional para instalação do aplicativo.

O aplicativo se torna um diferencial de qualquer apostila em formato .pdf pois é constituído de botões com cada “capítulo” que será estudado pelo aluno, o que confere parte do quesito interatividade dele. Está estruturado da seguinte forma:

**BOTÕES:**

- (1) CINÉTICA QUÍMICA: texto curto de introdução do assunto. Definição de Cinética e Velocidade das Reações Químicas.
- (2) ENERGIA DE ATIVAÇÃO: conceito sobre Energia de Ativação. Exemplos e gráficos.
- (3) FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES: organizado em 6 botões. Em cada botão há os conteúdos explanados através de textos, imagens e vídeos.
  - Teoria das Colisões
  - Teoria do Complexo Ativado
  - Temperatura
  - Concentração dos Reagentes
  - Pressão
  - Superfície de Contato
- (4) CATALISADORES: Abordagem específica sobre catalisadores e sua importância explanados através de textos, imagens, vídeos e quizzes para testar os conhecimentos do aluno.
- (5) QUIZZES: quizzes para testar os conhecimentos do aluno.

(6) MAIS VÍDEOS: vídeos sobre experimentos de Cinética Química e Catálise

Para o uso do aplicativo é importante que alguns conceitos, habilidades e competências sejam desenvolvidos, no que se refere os processos operacionais e a construção de conceitos teóricos.

A nível operacional: o aluno deve ter noções da utilização de aplicativos em *smatphone* bem como sua instalação.

A nível de conceitos teóricos o aluno deve ter noções de Reações Químicas, Soluções, Estudo dos Gases, Termoquímica e análise e interpretação de gráficos.

## APÊNDICE B – SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA USO DO APLICATIVO E INSTRUÇÕES PARA INSTALAÇÃO

As atividades propostas estão organizadas para alunos de 2º ou 3º ano do ensino médio, em 5 a 6 períodos, que atualmente para escolas do Rio Grande do Sul, duram 1 hora cada, utilizando como recurso pedagógico o aplicativo *Química na Mão: Cinética*, substituindo o uso do livro didático, apostila, texto de apoio, etc.

A sequência didática constituída por parte presencial (em aula) e parte a distância (tempo extracurricular). Podendo ser organizada da seguinte maneira:

### Sequência Didática

MOMENTO PEDAGÓGICO	SEQUÊNCIA	DURAÇÃO
1º (PRESENCIAL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Momento posterior a instalação do aplicativo, que os alunos devem fazer em casa.</li> <li>- Momento destinado a auxiliar os alunos na instalação.</li> <li>- Primeiro contato dos alunos com o aplicativo.</li> <li>- Verificação se todos os alunos estão com o aplicativo em mãos</li> </ul>	1 hora
2º (PRESENCIAL)	Aula expositiva e dialogada sobre Cinética Química e Tópicos de Velocidades.	2 horas
3º (PRESENCIAL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva e dialogada sobre Catalisadores.</li> <li>- Análise e discussão de gráficos.</li> </ul>	1 hora
4º (EAD)	Momento para exercícios: <i>quizzes</i> do aplicativo e lista de exercícios	2 horas
5º (PRESENCIAL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisão de conceitos</li> <li>- Correção de Exercícios</li> <li>- Tira dúvidas e questionamentos.</li> </ul>	1 hora
6º (PRESENCIAL)	Avaliação Teórica (conforme PPP da escola.	1 hora

Os objetivos principais desta sequência didática é facilitar a mediação da construção de conhecimento, por parte dos alunos, sobre o tema Cinética Química e proporcionar uma forma de que eles se apropriem de conceitos sobre as reações químicas e suas velocidades e os fatores que influenciam na velocidade das reações através de um aplicativo instalado no seu celular. O ponto principal é proporcionar que o aluno tenha à sua disposição, em seu *smartphone*, todo o material necessário para acompanhar e/ou retomar os conceitos trabalhados em aula pelo professor.

Para o desenvolvimento da atividade é importante que alguns conceitos, habilidades e competências sejam desenvolvidos, no que se refere os processos operacionais e a construção de conceitos teóricos.

A nível operacional: o aluno deve ter noções da utilização de aplicativos em *smatphone* bem como sua instalação.

A nível de conceitos teóricos o aluno deve ter noções de Reações Químicas, Soluções, Estudo dos Gases, Termoquímica e análise e interpretação de gráficos.

Os alunos são avaliados pelo uso do aplicativo e sua participação ativa durante as aulas, além de uma avaliação teórica, conforme determinado no PPP<sup>7</sup> da escola.

---

<sup>7</sup> Projeto Político Pedagógico



## APÊNDICE C – PERCEPÇÕES DOS ALUNOS APÓS O USO DA VERSÃO PILOTO DO APLICATIVO

Aluno 1: *“A aula com o aplicativo foi mais dinâmica, por mais que os conteúdos não estivessem completos e tão bem organizados, a aula era mais dinâmica. Era só tá com o app em mãos. Não tinha aquela necessidade de caçar papel perdido nas pastas. Por ser através do celular, não tinha necessidade de acúmulo de papel sobre a matéria e conteúdo. A sora chegava na sala e só pedia pra abrir o app e ali tava tudo. Faltava pra mim um layout mais organizado, sou chato com isso desculpa. Faltou um lugar com os macetes que tu gostava de dar sora!”*

Aluno 2: *“O aplicativo foi bem didático, acho que é uma boa maneira de manter o conteúdo em dia. A aula foi mais rápida no que diz respeito a não escrever tanto, por exemplo, eu acho que se houvesse conteúdos montados seria mais fácil a visualização, ao invés de copiar. Daí parava uma semana. Deveria haver exercícios.”*

Aluno 3: *“Me ajudou muito por eu ter memória visual e ter as imagens com explicação com fácil acesso, entrava o conteúdo mais fácil. As aulas foram bem mais rápidas. A aula acabava sendo muito mais produtiva já que não se gastava o tempo de copiar a matéria do quadro, além de que as imagens eram muito mais claras do que um desenho feito no quadro por exemplo. Tu podia dedicar o teu tempo em nos explicar e retirar dúvidas, sabendo que cada um estaria acompanhando no seu ritmo. Usei antes da prova ou antes de alguma atividade que precisava fazer, era legal ter aquelas palavras grifadas ou coloridas que chamavam atenção pras palavras chave.”*

Aluno 4: *“O app foi de melhor compreensão pois eu prefiro coisas ilustrativas, o que fez minha memória ser melhor ao lembrar das imagens. As coisas que faltavam no aplicativo eram coisas mais do estilo " macete " a matéria estava bem explicada, porém quem tem dificuldade com química precisava de algo a mais. Eu usei o aplicativo diversas vezes, por lembrar dos conceitos e esquecer deles na prática, daí eu e entrava no app e lembrava disso rapidamente por causa das imagens. Acho que tu tem que dar o teu toque pessoal no app sora, a parte conceitual tá boa, falta a parte Mayara de dar o conteúdo, e os atalhos que nós sempre usamos.”*

## APÊNDICE D – ARQUIVO DISPONIBILIZADO AOS ALUNOS QUE POSSUEM SMARTPHONE COM SISTEMA OPERACIONAL DIFERENTE DO ANDROID

*“Cabeçalho da Escola”*

### CINÉTICA QUÍMICA

Algumas reações são muito rápidas como por exemplo a explosão da dinamite ou a queima de um combustível como a gasolina ou o álcool comum. Outras reações podem se processar lentamente durando alguns instantes, como a queima de uma vela ou alguns meses ou anos, como a formação da ferrugem.



A Cinética Química é uma parte da TERMODINÂMICA que estuda a VELOCIDADE das REAÇÕES QUÍMICAS e os FATORES QUE INFLUEM nessa velocidade.

Porém, para que as reações químicas ocorram são necessárias duas condições:

# As partículas dos reagentes devem ser postas em contato de forma mais eficaz possível.

#Deve haver entre os reagentes uma certa afinidade química, ou seja, uma certa tendência natural para reagirem.

Cumprida essas duas exigências iniciais, a reação poderá se processar, mas sua velocidade ainda irá depender de vários fatores como a concentração dos reagentes, a temperatura em que a reação ocorre, influência de catalisadores, entre outros.

## FATORES QUE INFLUENCIAM NA VELOCIDADE DAS REAÇÕES:

### 1) NÚMERO DE COLISÕES EFETIVAS

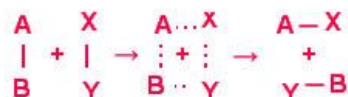
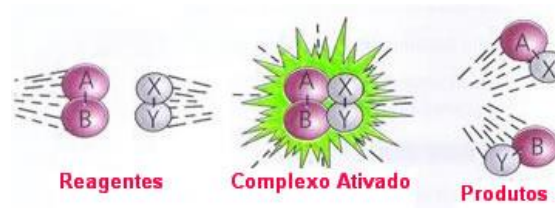
Entre substâncias químicas pode haver dois tipos de colisões. As EFETIVAS e as NÃO-EFETIVAS.

# COLISÕES NÃO-EFETIVAS não resultam em transformação da matéria, ou seja, NÃO OCORRE REAÇÃO QUÍMICA. São colisões onde não há quebra de ligações químicas e, conseqüentemente, não existe formação de outras novas.

# COLISÕES EFETIVAS são aquelas em que há quebra de ligações e conseqüentemente formação de novas, neste caso OCORRE A REAÇÃO.

Para explicar as colisões efetivas, temos a TEORIA DAS COLISÕES. Tal teoria se aplica a reações que ocorrem em fase gasosa. Para que ocorra uma reação química, as moléculas reagentes devem ser postas em contato por meio de uma colisão. A colisão das partículas, ou choque efetivo, deve ser bem orientada, permitindo uma perfeita interação entre as mesmas. Mas, nem sempre, a colisão por si só é o bastante para desencadear a reação, é preciso, ainda, que as partículas postas em choque tenham uma quantidade mínima de energia para romper as ligações químicas já existentes e formar novas substâncias. Essa quantidade mínima de energia é denominada energia de ativação.

No dado instante em que ocorre o choque efetivo é formada uma estrutura chamada complexo ativado. Trata-se de uma fase de transição, em que, já existe uma interação entre os reagentes, porém, os produtos ainda não foram formados. A energia de ativação é necessária para originar o complexo ativado, logo, se não houver a formação dessa espécie química a reação também não ocorre.



De acordo com a teoria das colisões, quanto maior for a frequência de choques efetivos, maior é a velocidade da reação. Isso porque, um número maior de colisões aumenta a probabilidade de formação do complexo ativado, que, por sua vez, permite que ocorra a

2) ENERGIA DE ATIVAÇÃO: ( $E_A$ ) é a energia mínima que as moléculas devem possuir para reagir, ao se chocarem, ou seja, para que ocorra uma colisão efetiva.

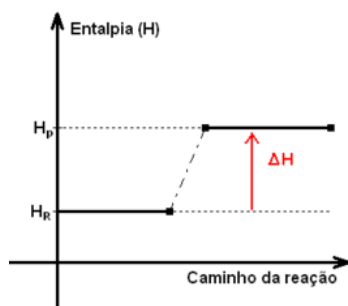
Pode ser definida também como a ENERGIA MÍNIMA PARA QUE A REAÇÃO ACONTEÇA.

É comum haver alguma confusão entre a teoria das colisões e a teoria do complexo ativado. Essas teorias compartilham diversos conceitos, no entanto, a primeira se aplica a reações em estado gasoso, ao passo que a segunda é proposta para reações tanto em estado gasoso quanto em soluções.

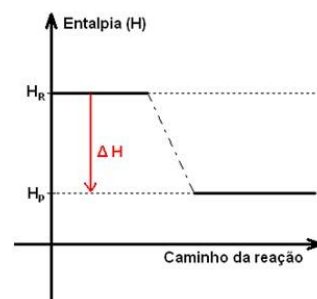
Então, a Energia de Ativação é uma “barreira” que as moléculas precisam vencer.

Um aspecto importante a ser analisado é o que diz respeito às variações de energia durante as reações químicas. No estudo de TERMOQUÍMICA, as variações de energia são dadas pelos gráficos a seguir:

#### REAÇÃO ENDOTÉRMICA



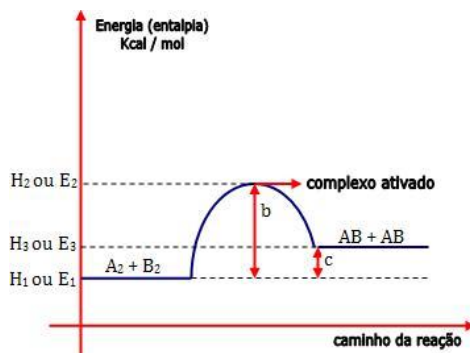
#### REAÇÃO EXOTÉRMICA



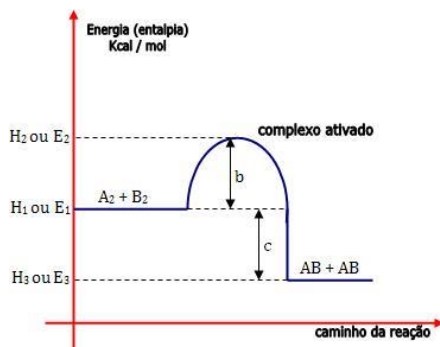
É interessante observar que uma reação exotérmica, mesmo que seja espontânea, pode não começar sozinha.

Para a combustão (queima) da gasolina é necessário, além da própria gasolina, gás oxigênio ( $O_2$ ). Porém, somente colocar a gasolina em contato com o oxigênio do ar não é o suficiente para que a queima ocorra, é necessário aquecer o combustível, ou algumas vezes, inclusive, fornecer uma faísca. Esse “empurrão” é necessário em muitas reações. Esse “empurrão” inicial é a Energia de Ativação, que leva os reagentes a um ESTADO ATIVADO (ou a formação do COMPLEXO ATIVADO) a partir do qual a reação se torna possível.

Aprimorando então o gráfico visto em TERMOQUÍMICA, temos:

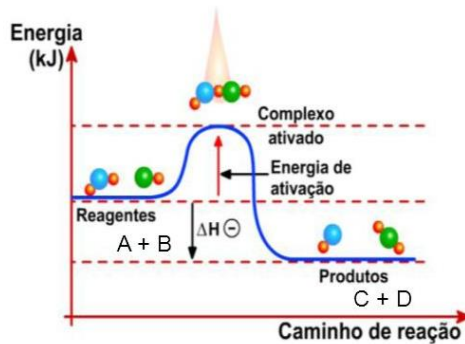


Representação Gráfica de uma reação endotérmica ( $H_P > H_R \rightarrow \Delta H > 0$ )  
indicando a formação do COMPLEXO ATIVADO



Representação Gráfica de uma reação exotérmica ( $H_P < H_R \rightarrow \Delta H < 0$ )  
indicando a formação do COMPLEXO ATIVADO

E para ajudar, mais um gráfico de uma reação exotérmica mostrando uma representação dos reagentes, complexo ativado e produtos.



A velocidade da reação depende, também, da quantidade de energia de ativação. QUANTO MAIOR FOR A ENERGIA DE ATIVAÇÃO, MAIS LENTA SERÁ A REAÇÃO, pois, essa “barreira” muito grande de energia dificultará a formação do complexo ativado. Por outro, SE A ENERGIA DE ATIVAÇÃO É BAIXA, MAIOR SERÁ O NÚMERO DE

### 3) TEMPERATURA

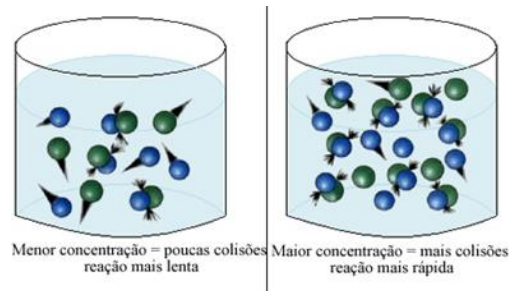
A influência da temperatura na velocidade de uma reação pode ser analisada observando-se o comportamento das moléculas reagentes. Aumentar a temperatura significa aumentar a Energia Cinética das moléculas (energia associada ao movimento), ou seja, aumentar a velocidade das moléculas. Neste caso, moléculas mais rápidas colidem com mais frequência e com mais violência e a reação fica mais rápida.

COM O AUMENTO DA TEMPERATURA HÁ UM AUMENTO NA VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA.

### 4) CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

A concentração está associada a quanto se tem de um determinado reagente em um todo (a parte pelo todo).

Quanto mais alta é a concentração dos reagentes, maior é a probabilidade de ocorrerem colisões efetivas e, portanto, mais rápida é a reação.



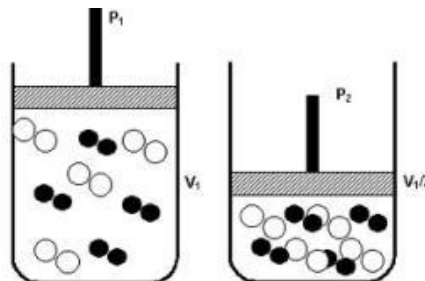
Um bom exemplo de uma situação que envolve esse fator é quando reavivamos o fogo no carvão de uma churrasqueira abanando a brasa. Isso funciona pois como um dos reagentes dessa reação de combustão é o oxigênio do ar, quando abanamos, a corrente de ar retira a cinza que está sendo formada na combustão e isso facilita o contato do oxigênio com a brasa. Dessa forma, aumentamos o contato entre os reagentes, aumentamos a quantidade de oxigênio que está em contato com a brasa e aceleramos a reação de combustão.

**COM O AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES HÁ UM AUMENTO NA VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA.**

### 5) PRESSÃO

Quando se trata da influência da pressão na velocidade de uma reação, devemos pensar apenas nos reagentes no estado gasoso.

Podemos definir pressão como a razão entre força e área. Neste caso significa fazer força sobre uma determinada área, diminuindo seu tamanho. Com o aumento da pressão em um recipiente, há uma diminuição no volume (área) e, desta forma, há um aumento da concentração dos reagentes. As moléculas se chocam mais, aumentando o número de colisões e, assim, aumentando a velocidade da reação.



**COM O AUMENTO DA PRESSÃO PARCIAL DE UM GÁS HÁ UM AUMENTO NA VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA.**

Para o fator superfície de contato devemos pensar apenas nos reagentes no estado sólido.

A reação de um sólido com outro reagente qualquer ocorre através de colisões das partículas do reagente com a SUPERFÍCIE DO SÓLIDO. Neste caso, não interessa muito saber a concentração do reagente sólido, mas sim quanto de sua superfície está disponível para reagir. Quanto maior for essa superfície, maior o número de colisões e maior será a velocidade.

Um bom exemplo desse fator atuando em nosso dia-a-dia, é o uso de antiácidos. Quando utilizamos a pastilha efervescente ela leva um certo tempo para ser dissolvida, visto que a superfície da pastilha vai ficando disponível conforme ela vai se desmanchando. Porém ao utilizarmos o mesmo antiácido na apresentação em pó, ele é dissolvido quase instantaneamente. Mesmo que a partícula do pó seja muito menor que a pastilha em si, uma mesma quantidade de antiácido em pó tem muito mais superfície disponível para reagir com a água do que a pastilha.



**QUANTO MAIOR A SUPERFÍCIE DE CONTATO, MAIOR A VELOCIDADE DA REAÇÃO.**

## A INFLUÊNCIA DOS CATALISADORES NAS REAÇÕES QUÍMICAS

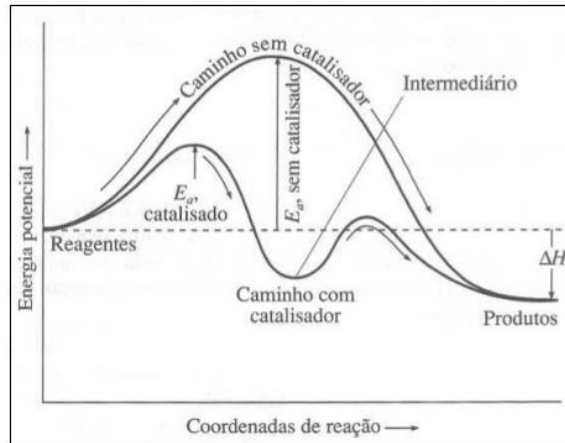
Um catalisador é uma substância que aumenta a velocidade de uma reação química sem que ele próprio sofra uma variação química permanente no processo e são comuns em reações no organismo dos seres vivos, na atmosfera, nos oceanos e principalmente na indústria química, onde novos catalisadores são desenvolvidos com o objetivo de otimizar processos e produções.

Embora a reação ocorra mais rapidamente, o catalisador não altera o conteúdo energético global das reações, como a variação da entalpia,  $\Delta H$ , pois a



energia é independente do mecanismo de reação, dependendo somente da identidade dos reagentes e produtos, conforme a Figura 5.

#### Diminuição da energia de ativação pelo catalisador



Fonte: Russel, 2006, p. 668.

Outra característica importante dos catalisadores é não serem consumidos durante a reação, ou seja, um mesmo catalisador pode atuar várias vezes em um processo químico.

A nível industrial é uma característica excelente pois uma determinada quantidade de catalisador pode acelerar a transformação de uma grande quantidade de reagentes. As principais áreas do aproveitamento da catálise são o refino do petróleo, produção industrial de reagentes químicos e o controle ambiental.

Porém a nível ambiental essa perspectiva pode não ser tão otimista, como, por exemplo o ciclo catalítico da camada de ozônio pela ação do cloro dos clorofluorcarbonetos (CFCs) e halônios (substâncias de carbono e cloro que também contêm bromo) que ao atingirem altitudes superiores à da camada de ozônio são decompostos, por fotólise, liberando átomos de cloro que ao serem liberados podem participar em ciclos de reações catalíticas que destroem ozônio. Como nesse ciclo o átomo de cloro é regenerado, ele pode destruir centenas de milhares de moléculas de ozônio. Sendo assim a emissão de CFCs aumenta a concentração de catalisadores e potencializa sua ação. É importante promover esse tipo de discussão em sala de aula enfatizando a importância da redução de emissão de gases prejudiciais à natureza.

Os catalisadores podem ser divididos em três categorias: catalisadores homogêneos, heterogêneos e enzimáticos:

OS CATALISADORES HOMOGÊNEOS são aqueles que estão na mesma fase dos reagentes. As aplicações importantes são: síntese produtos químicos usados em grande escala como polímeros, ácido acético, acetaldeído e síntese de produtos de química fina como fármacos, aditivos para alimentos, fragrâncias.

OS CATALISADORES HETEROGÊNEOS são aqueles que estão em uma fase diferente dos reagentes. Os mais comuns são os sólidos finamente divididos ou porosos, usados em reações de fase gás ou líquido. São exemplos importantes, os catalisadores de ferro usados no processo Haber para a produção da amônia, matéria prima para a produção de fertilizantes, os catalisadores de níquel para a hidrogenação de alcenos, e os conversores catalíticos de automóveis usados para garantir a combustão completa dos combustíveis e a redução dos NO<sub>x</sub> a nitrogênio.

ENZIMAS, OU CATALISADORES PRESENTES NOS SERES VIVOS: *As enzimas são catalisadores biológicos cuja função é modificar moléculas de substrato e promover reações* (ATKINS; JONES, 2012) e envolvem em reações nos seres vivos, a nível celular. São proteínas ou moléculas de RNA (ribozimas) que evoluíram ao longo do tempo como catalisadores devido à sua grande diversidade na estrutura tridimensional e à variedade de funções químicas. As reações do metabolismo celular são muito lentas e se não houvesse um mecanismo de aceleração para elas, a vida como conhecemos não existiria ou deveria passar por sérias adaptações. As enzimas, neste caso, aceleram a taxa da reação devido à diminuição da energia de ativação, permitindo que ela atinja o equilíbrio de forma mais rápida, como todos os catalisadores.

Os catalisadores biológicos são altamente específicos. Uma enzima ou ribozima geralmente reconhece e se liga a apenas a um ou poucos reagentes intimamente relacionados, e catalisa somente um tipo específico de reação química. No caso de reações catalisadas por enzimas os reagentes são denominados *substratos* e estes se ligam numa região específica na superfície da enzima denominada *sítio ativo*, local onde ocorre a catálise. A especialidade de uma enzima resulta da combinação da forma tridimensional e da estrutura do seu sítio ativo, ao qual só se ajusta a um grupo pequeno de substratos. A ligação de um substrato a um sítio ativo produz um *complexo enzima-substrato* que após catalisar a reação libera o produto e a enzima livre. Além disso, uma informação relevante é que as enzimas têm nomes que refletem a sua especificidade e que geralmente terminam com o sufixo

“ase”, como por exemplo a RNA-polimerase, que catalisa a formação de RNA e a hexoquinase que acelera a fosforilação de açucares do tipo hexose.